

**ANALISA POMPA SENTRIFUGAL PADA VARIASI SINGLE DAN
PARAREL SEBAGAI RECOVERY PIT PUMP KE WASH TANK
DI PT PERTAMINA HULU ENERGI
RAJA TEMPIRAI (PHE RT)**



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 Pada
Program Studi Teknik Mesin

Oleh:

Muhammad Rahmadani

2102220506

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2025

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

ANALISA POMPA SENTRIFUGAL PADA VARIASI SINGLE
DAN PARAREL SEBAGAI RECOVERY PIT PUMP KE WASH
TANK DI PERTAMINA HULU ENERGI RAJA TEMPIRAI
(PHE RT)

Oleh :

Muhammad Rahmadani
2102220506

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Herivanto Rusmaryadi, ST., MT

Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing I,

Martin Luther King, ST., MT

Dosen Pembimbing II,

Rita Maria Veranika, ST., MT

Disahkan Oleh :
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda, ST., MT

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rahmadani

NIM : 2102220506

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul **“ANALISA POMPA SENTRIFUGAL PADA VARIASI SINGLE DAN PARAREL SEBAGAI RECOVERY PIT PUMP KE WASH TANK DI PERTAMINA HULU ENERGI RAJA TEMPIRAI (PHE RT)”** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya Tugas Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Palembang, 2026
Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Rahmadani
NIM. 2102220506

➤ **MOTTO :**

- ✓ *Segala yang dikerjakan karena Allah, tidak akan sia sia.*
- ✓ *Dalam hidup bukan seberapa cepat kita tiba, tapi bagaimana kita bertahan dalam perjalanan.*
- ✓ *Kerja keras di lapangan, pulang bawa makna*
- ✓ *Energi dijaga, efisiensi jadi prinsip hidup*
- ✓ *Ilmu teknik jadi jalan, pengalaman jadi guru*
- ✓ *Libur dinikmati, kerja dijalani sepenuh hati*
- ✓ *Alam dan kerja keras, dua guru terbaik hidupmu*

Kupersembahkan untuk :

- ❖ *Kedua orang tuaku ibu Dan ayah yang ku cinta*
- ❖ *Saudara/i, teman dan rekan kerja yang telah memberiku semangat*
- ❖ *Teman - teman seperjuangan Reg B angkatan 2021 Teknik Mesin*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Dasar Teori Pompa..... | 4 |
| 2.1.1 Pompa..... | 4 |
| 2.1.2 Klasifikasi Pompa..... | 4 |
| 2.1.3 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal..... | 5 |
| 2.1.4 Komponen Utama Pompa Sentrifugal..... | 7 |
| 2.2 Penelitian Terdahulu..... | 11 |
| 2.2 Landasan Teori Operasi Pompa Sentrifugal..... | 12 |
| 2.2.1 Justifikasi Pemilihan Pompa Sentrifugal Self-Priming..... | 12 |
| 2.2.2 Prinsip Kerja dan Keterbatasan NS-80..... | 12 |
| 2.3 Teori Operasi Pompa Paralel dan Interaksi dengan Sistem..... | 12 |
| 2.3.1 Analisis Kurva Karakteristik Pompa Tunggal vs. Paralel..... | 12 |
| 2.3.2 Konsep Kurva Sistem dan Pergeseran Titik Operasi..... | 13 |
| 2.3.3 Implikasi terhadap Kehilangan Gesekan (<i>Head Loss</i>)..... | 13 |
| 2.4 Metrik Kinerja dan Efisiensi sebagai Dasar Evaluasi..... | 14 |
| 2.4.1 Parameter Pengukuran Kinerja (Debit, <i>Head</i> , Daya)..... | 14 |
| 2.4.2 Perhitungan Efisiensi Hidrolik dan Konsep <i>Best Efficiency Point</i> (BEP)..... | 15 |
| 2.5 Persamaan Dasar Analisis Kinerja Pompa..... | 15 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.6 | Kerangka Pemikiran..... | 18 |
| 2.7 | Hipotesis Penelitian..... | 19 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 20 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 20 |
| 3.2 | Peralatan Penelitian..... | 21 |
| 3.3 | Pengumpulan Data..... | 21 |
| 3.3.1 | Data Operasional dan Engineering..... | 21 |
| 3.3.2 | Data Pompa dan Penggerak..... | 22 |
| 3.4 | Tempat dan Waktu Pengujian..... | 23 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 24 |
| 4.1 | Data Pengukuran Operasi Pompa..... | 24 |
| 4.4.1 | Data Pengukuran Operasi Single..... | 24 |
| 4.4.2 | Data Pengukuran Operasi Pararel..... | 24 |
| 4.2 | Perhitungan Kinerja Pompa..... | 25 |
| 4.2.1 | Perhitungan Kinerja Pompa Single..... | 25 |
| 4.2.2 | Perhitungan Kinerja Pompa Pararel..... | 27 |
| 4.3 | Perbandingan Operasi Pompa Single dan Paralel..... | 29 |
| 4.3.1 | Perbandingan Debit Operasi..... | 29 |
| 4.3.2 | Perbandingan Head Total..... | 30 |
| 4.3.3 | Perbandingan Efisiensi Variasi Pompa..... | 30 |
| 4.4 | Pembahasan Hasil Pengujian terhadap Teori Pompa Sentrifugal..... | 31 |
| 4.5 | Pembahasan Kinerja Pompa dan Efisiensi Sistem..... | 32 |
| 4.6 | Analisis Lanjutan Kinerja dan Efisiensi Sistem Pompa..... | 33 |
| 4.6.1 | Analisis Konsumsi Energi Spesifik (<i>Specific Energy Consumption</i>) | 33 |
| 4.6.2 | Analisis Posisi Titik Operasi terhadap <i>Best Efficiency Point</i> (BEP) | 34 |
| 4.6.3 | Analisis Pengaruh Head Loss terhadap Kinerja Sistem..... | 35 |
| 4.6.4 | Evaluasi Sistem Perpipaan terhadap Efisiensi..... | 35 |
| 4.6.5 | Implikasi terhadap Optimasi Sistem Pompa..... | 36 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN..... | | 38 |
| 5.1 | Simpulan..... | 38 |

| | | |
|-----|----------------------------|-----------|
| 5.2 | Saran..... | 39 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 40 |
| | LAMPIRAN..... | 41 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu..... | 11 |
| Tabel 3. 1 Komponen Penelitian..... | 21 |
| Tabel 3. 2 Peralatan Penelitian..... | 21 |
| Tabel 3. 3 Jadwal Pengujian..... | 23 |
| Tabel 4. 1 Data Pengukuran Operasi Single..... | 24 |
| Tabel 4. 2 Data Pengukuran Operasi Paralel..... | 24 |
| Tabel 4. 3 Perbandingan Parameter Variasi Pompa..... | 29 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Klasifikasi Pompa..... | 4 |
| Gambar 2. 2 Kurva Karakteristik Pompa Sentrifugal..... | 7 |
| Gambar 2. 3 Impeller..... | 8 |
| Gambar 2. 4 Casing (<i>Volute</i>)Bea..... | 8 |
| Gambar 2. 5 Suction Chamber..... | 9 |
| Gambar 2. 6 Shaft..... | 9 |
| Gambar 2. 7 Bearing..... | 9 |
| Gambar 2. 8 Seal..... | 10 |
| Gambar 2. 9 Priming chamber..... | 10 |
| Gambar 2. 10 Kurva Q-H Pompa & Kurva Sistem..... | 13 |
| Gambar 2. 11 Kurva <i>Head Loss</i> Berbagai Ukuran Pipa..... | 14 |
| Gambar 2. 12 Kurva Efisien Pompa..... | 15 |
| Gambar 2. 13 Diagram Alir Kerangka Pemikiran..... | 18 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... | 20 |
| Gambar 4. 1 Perbandingan Debit Operasi Single dan parallel..... | 29 |
| Gambar 4. 2 Perbandingan Head Total Operasi Single dan Parallel..... | 30 |
| Gambar 4. 3 Perbandingan efisiensi (%) Operasi Single dan Parallel..... | 30 |
| Gambar 4. 4 Kurva pompa sentrifugal..... | 31 |

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja pompa sentrifugal self-priming tipe NS-80 pada konfigurasi operasi single dan paralel yang digunakan sebagai recovery pit pump menuju wash tank di PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai. Parameter kinerja yang dievaluasi meliputi debit aliran, head total sistem, konsumsi daya listrik, dan efisiensi hidrolis pompa. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental melalui pengujian lapangan dengan pengukuran debit, tekanan suction dan discharge, serta arus dan tegangan motor listrik pada kondisi steady-state. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi paralel mampu meningkatkan debit aliran dari 13,43 m³/jam pada operasi single menjadi 25,27 m³/jam tanpa perubahan signifikan pada head total sistem. Peningkatan debit menyebabkan kenaikan head loss dan konsumsi daya, namun rasio kinerja sistem terhadap kapasitas alir menunjukkan efektivitas yang lebih baik. Konfigurasi paralel dinilai lebih andal dalam mendukung sistem penyaliran recovery pit dan berpotensi menurunkan risiko *over level* serta *Loss Production Opportunity* (LPO).

Kata Kunci:

Pompa sentrifugal, operasi paralel, recovery pit, debit, efisiensi.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of a self-priming centrifugal pump type NS-80 operating in single and parallel configurations as a recovery pit pump to the wash tank at PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai. Performance parameters analyzed include flow rate, total system head, electrical power consumption, and hydraulic efficiency. The research was conducted experimentally through field testing by measuring flow rate, suction and discharge pressures, as well as motor current and voltage under steady-state conditions. The results indicate that parallel operation increases the flow rate from 13.43 m³/h in single operation to 25.27 m³/h without a significant increase in total system head. The higher flow rate leads to increased head losses and power consumption; however, overall system performance relative to discharge capacity is improved. Parallel pump operation enhances drainage system reliability and effectively reduces the risk of over level conditions and potential Loss Production Opportunity (LPO).

Keywords :

Centrifugal pump, parallel operation, recovery pit, flow rate, efficiency.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Operasional produksi di PHE Raja Tempirai yang bersifat fluktuatif menimbulkan tantangan rekayasa terkait keterbatasan kapasitas sistem transfer fluida dari skimming pit menuju wash tank. Pada periode produksi tinggi, aliran masuk ke skimming pit dapat mencapai 25–30 m³/jam, sementara kapasitas aktual satu unit pompa sentrifugal hanya berada di kisaran 12–15 m³/jam pada kondisi head 10 meter dan losses pipa 3". Kesenjangan kapasitas ini menyebabkan kenaikan level yang cepat hingga mencapai kondisi high level, sehingga operator harus melakukan shut down sumur produksi untuk menghindari over level. Praktik ini menghasilkan downtime rata-rata sekitar 10–15 jam per bulan, yang berpotensi menciptakan Loss Production Opportunity (LPO) sebesar 40–75 BOPD, bergantung pada jumlah sumur yang terpaksa dihentikan sementara.

Secara teoritis, konfigurasi operasi paralel pada dua pompa identik dapat meningkatkan kapasitas alir secara signifikan mendekati dua kali lipat dari operasi tunggal, sementara kebutuhan head total sistem tetap konstan. Namun, performa aktual di lapangan bergantung pada karakteristik kurva pompa, *system resistance curve*, kehilangan tekanan akibat friksi, serta efisiensi hidraulik masing-masing unit. Oleh karena itu, penelitian ini perlu segera dilakukan untuk mendapatkan rekomendasi berbasis data mengenai konfigurasi operasi pompa yang paling efektif, guna menekan downtime dan mencegah kerugian produksi (LPO) di fasilitas PHE Raja Tempirai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar peningkatan kapasitas alir (debit) dan head total yang dapat dicapai dengan operasi paralel dibandingkan operasi single pada pompa tersebut?

2. Berapa nilai efisiensi hidrolis (η) dan konsumsi daya total pada masing-masing variasi operasi (single dan paralel), serta variasi mana yang beroperasi lebih dekat ke titik efisiensi optimal (BEP) dari pompa?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat begitu luasnya permasalahan yang akan dibahas maka, dilakukan pembatasan masalah, yaitu :

1. Analisis hanya difokuskan pada pompa sentrifugal tipe yang digunakan sebagai recovery pit pump ke wash tank di PHE Raja Tempirai.
2. Perbandingan yang dikaji terbatas pada variasi single (satu pompa beroperasi) dan paralel (dua pompa beroperasi bersamaan).
3. Parameter yang dianalisis mencakup kapasitas alir (debit), head total, dan efisiensi pompa, tanpa membahas aspek biaya operasional maupun umur pakai pompa.
4. Analisis menggunakan fluida uji berupa air untuk menyederhanakan perhitungan, dengan asumsi karakteristik hidrolisnya representatif terhadap fluida proses aktual (campuran oil-water) pada rentang operasi yang ditinjau.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah

1. Untuk mengkuantifikasi perbedaan kinerja pompa (debit, head, dan efisiensi) pada konfigurasi operasi single dan paralel.
2. Untuk mengevaluasi dampak variasi operasi terhadap efisiensi hidrolis sistem dan mengidentifikasi titik operasi yang paling mendekati kondisi optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini ialah :

1. Bagi Akademisi: Menyediakan studi kasus nyata tentang aplikasi teori pompa paralel pada sistem manajemen fluida di industri migas, yang dapat melengkapi literatur teknik mesin, khususnya di bidang sistem fluida dan optimasi proses."

2. Bagi Perusahaan (PHE RT): Menghasilkan data kinerja kuantitatif yang dapat menjadi dasar pengambilan keputusan operasional, SOP yang efektif dalam pengoperasian pompa serta landasan pertimbangan investasi untuk modifikasi sistem kontrol paralel sepadan dengan peningkatan kapasitas dan pengurangan risiko LPO.

DAFTAR PUSTAKA

- Stepanoff, A. J. (1957). *Centrifugal and axial flow pumps: Theory, design, and application*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C. (2001). *Pump handbook* (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- PT Pertamina Hulu Energi Raja Tempirai. (2025). *Data operasional dan spesifikasi pompa NS-80*. Dokumen internal perusahaan.
- Manufacturer Datasheet NS-80. (2023). *Technical specification of self-priming centrifugal pump NS-80* [Brochure/Pabrik].
- White, F. M. (2011). *Fluid mechanics* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H. (2013). *Fundamentals of fluid mechanics* (7th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Streeter, V. L., & Wylie, E. B. (1998). *Fluid mechanics*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sularso, & Tahara, H. (2000). *Pompa dan kompresor*. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita.
- Idelchik, I. E. (1994). *Handbook of hydraulic resistance*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- American Petroleum Institute. (2010). *API standard 610: Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries*. Washington, DC: API Publishing.
- Chapman, S. J. (2012). *Electric Machinery Fundamentals* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Pritchard, P. J., & Mitchell, J. W. (2016). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics* (9th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- White, F. M. (2011). *Fluid Mechanics* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Suharto. (2016). *Pompa Sentrifugal*. Jakarta: Erlangga.
- American Society of Mechanical Engineers. (2012). *ASME B73.1: Specification for horizontal end suction centrifugal pumps*. New York, NY: American Society of Mechanical Engineers.