

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN DURASI
PENGUJIAN TERHADAP KESTABILAN TEKANAN PADA
PROSES *HYDROSTATIC TEST***

Studi Kasus di MCCS International Sdn. Bhd

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi persyaratan program S-1

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

Esra Pasaribu

NPM 2410017211124



**UNIVERSITAS BUNG HATTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PADANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

**“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN DUARASI
PENGUJIAN TERHADAP KESTABILAN TEKANAN PADA
PROSES HYDROSTATIC TEST”**

*Telah Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

Esra Pasaribu
2410017211124

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Iqbal M.T
NIDN: 10014076601

**DEKAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIDN: 1012097403

**KETUA
Program Studi Teknik Mesin**



Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T
NIDN: 1001047101

LEMBARAN PERSETUJUAN

PENGUJI SIDANG SARJANA

“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN DUARASI PENGUJIAN TERHADAP KESTABILAN TEKANAN PADA PROSES HYDROSTATIC TEST”

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Tanggal 15 Februari 2026*

Oleh:

EsaPasaribu
2410017211124

Disetujui oleh Tim Penguji:

Dosen Pembimbing



Ir. Iqbal M.T
NIDN: 10014076601

PENGUJI I



Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T
NIDN: 1001047101

PENGUJI II



Dr. Ir. Edi Septe M.T
NIDN: 1001096301

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dengan judul " Pengaruh Variasi Temperatur Dan Durasi Pengujian Terhadap Kestabilan Tekanan Pada Proses *Hydrostatic Test*" dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai langkah awal dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi pengujian terhadap kestabilan tekanan pada *Hydrostatic Test*.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T. sebagai dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
2. Bapak Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T. sebagai Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Iqbal, M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, semoga ilmu yang diberikan bermanfaat untuk penulis.
5. Kepada seluruh staff Teknisi Laboratorium Teknik Mesin yang telah membantu penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta
6. Rekan-rekan sejawat yang telah memberikan dukungan moral dan bantuan teknis selama proses penyusunan skripsi ini.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini di masa mendatang.

Padang, 20 Februari 2026

Esra Pasaribu

ABSTRAK

Pengujian *hydrostatic test* merupakan metode yang digunakan untuk memastikan kekuatan serta integritas suatu sistem perpipaan sebelum digunakan dalam operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan durasi pengujian terhadap kestabilan tekanan pada proses hydrostatic test. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian tekanan pada sistem perpipaan menggunakan variasi temperatur tertentu dan durasi penahanan tekanan yang berbeda. Data tekanan yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan tekanan yang terjadi selama proses pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur dan durasi pengujian memiliki pengaruh terhadap kestabilan tekanan. Semakin lama durasi penahanan tekanan maka terjadi kecenderungan penurunan tekanan secara bertahap. Selain itu, perubahan temperatur juga mempengaruhi fluktuasi tekanan dalam sistem. Oleh karena itu, pengendalian temperatur serta pemilihan durasi pengujian yang tepat sangat penting untuk memperoleh hasil hydrostatic test yang akurat dan sesuai standar.

Kata Kunci: *hydrostatic test*, temperatur, durasi pengujian, kestabilan tekanan

ABSTRACT

Hydrostatic testing is a method used to ensure the strength and integrity of piping systems before they are put into operation. This study aims to analyze the effect of temperature variation and testing duration on pressure stability in the hydrostatic test process. The research was conducted by performing pressure testing on a piping system using several temperature variations and different pressure holding durations. The obtained pressure data were analyzed to determine the pressure changes during the testing process. The results show that temperature and testing duration influence pressure stability. The longer the pressure holding duration, the greater the tendency for gradual pressure reduction. In addition, temperature changes also affect pressure fluctuations in the system. Therefore, proper temperature control and appropriate testing duration are important to obtain accurate hydrostatic test results in accordance with applicable standards.

Keyword: hydrostatic test, temperature variation, test duration, pressure stability

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Konsep Dasar Tekanan dan Fluida	6
2.2 Prinsip Kerja <i>Hydrostatic Test</i>	7
2.3 Skema Instalasi <i>Hydrostatic Test</i> pada Pipa 8” Class 600#.....	9
2.4 Sifat Fisis dan Termal Fluida.....	11
2.5 Material Pipa dan Sifat Mekanik	12
2.6 Pengaruh Temperatur Terhadap Tekanan	15
2.7 Pengaruh Durasi Penahanan Tekanan	16
2.8 Standar dan Regulasi <i>Hydrostatic Test</i>	17
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian.....	20
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.4 Peralatan dan Bahan	23
3.5 Konfigurasi Lengkap Instalasi Perpipaan Uji.....	27
3.6 Prosedur Pengujian.....	28
3.7 Metode Analisis Data	29
3.8 Contoh Data Uji <i>Hydrostatic Test</i>	30

3.9	Template Grafik Tekanan - Waktu.....	31
BAB IV		32
HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Analisis Pengaruh Variasi Temperatur terhadap Kestabilan Tekanan	32
4.2	Analisis Pengaruh Variasi Durasi Penahanan Tekanan Terhadap Fluktuasi Tekanan	36
4.3	Kombinasi Optimal Temperatur dan Durasi Pengujian.....	39
BAB V		45
KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Ilustrasi Hukum Pascal.....	7
Gambar 2.2 : Diagram Alir Prosedur Hydrostatic Test.....	9
Gambar 2.3 : Skema dan Konfigurasi Instalasi Hydrostatic Test pada Pipa 8” Class 600#.....	9
Gambar 2.4 : Kurva Tegangan-Regangan Baja	14
Gambar 2.5 : Grafik Penurunan Tekanan terhadap Penurunan Temperatur	16
 Gambar 3 1 Diagram alir penelian	21
Gambar 3.2: Pompa tekanan tinggi MCCS International	24
Gambar 3.3 : Manifold pada rangkaian Hydrostatic Test	25
Gambar 3.4 : Chart recorder yang digunakan pada pengujian.....	25
Gambar 3.5 : Manometer digital akurat $\pm 0,01$ bar.....	26
Gambar 3.6 : Tahapan Pressurizing dan Holding Time Hydrostatic Test	27
Gambar 3.7 : Instalasi Lengkap Hydrostatic Test pada Pipa 8” Class 600#.....	27
Gambar 3.8 : Hasil hydrostatic dengan temperature normal.....	30
Gambar 3.9 : Hasil hydrostatic dengan temperature tidak normal.....	31
Gambar 3.10 : Grafik Tekanan vs Waktu pada Uji Hydrostatic	31
 Gambar 4.1 : Grafik Hubungan Temperatur terhadap Deviasi Tekanan (ΔP).....	33
Gambar 4.2 : Pressure Gauge Awal Pengujian Hydrostatic Test	34
Gambar 4.3 : Grafik Hubungan Durasi Penahanan terhadap Deviasi Tekanan (ΔP) ..	37
Gambar 4.4 : Laporan Tekanan pada Durasi 30, 60, dan 90 Menit Menggunakan Chart Recorder	39
Gambar 4.5 : Konfigurasi Manifold, PSV, dan Instrumentasi Pengujian Hydrostatic Test.....	40
Gambar 4.6 : Proses Draining dan Pengambilan Sampel Fluida	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3 1 Variabel Penelitian, Parameter yang Diukur, dan Alat Ukur.....	23
Tabel 3.2 - Spesifikasi Alat Uji Hydrostatic Test	26
Tabel 3 3 Form Pengumpulan Data Hydrostatic Test.....	30
Tabel 4 1 Deviasi Tekanan (ΔP) dan Fluktuasi Tekanan Berdasarkan Variasi Temperatur	32
Tabel 4 2 Deviasi Tekanan (ΔP) Berdasarkan Variasi Durasi Penahanan Tekanan...	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri minyak dan gas merupakan sektor strategis yang membutuhkan sistem transportasi fluida bertekanan yang andal, aman, serta memenuhi standar internasional. Pipa dan bejana tekan digunakan untuk mengalirkan minyak, gas, serta berbagai fluida proses dalam kondisi tekanan tinggi dan temperatur ekstrem. Kegagalan sistem ini dapat menimbulkan dampak fatal, baik terhadap keselamatan pekerja, kerusakan lingkungan, maupun kerugian ekonomi. Oleh karena itu, pengujian integritas sistem bertekanan menjadi tahapan krusial sebelum sistem dioperasikan.

Salah satu metode pengujian yang diakui secara internasional adalah *Hydrostatic Test*. Pengujian ini dilakukan dengan mengisi pipa atau bejana tekan dengan fluida (umumnya air) hingga penuh, kemudian menaikkan tekanan hingga melampaui tekanan kerja normal, biasanya sekitar 1,25 hingga 1,5 kali tekanan desain. Selama tekanan dipertahankan dalam periode tertentu, sistem dipantau untuk mendeteksi adanya kebocoran atau penurunan tekanan. Metode ini dianggap lebih aman dibandingkan *pneumatic test* karena energi potensial air yang relatif rendah jika terjadi kebocoran, serta kemampuannya mendeteksi kerusakan dengan cepat (Fekete & Carr, 2020).

Keberhasilan *Hydrostatic Test* dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya temperatur fluida uji dan durasi penahanan tekanan. Temperatur yang terlalu tinggi dapat mengubah sifat fisik fluida, seperti menurunkan densitas (ρ) dan viskositas (μ), serta menyebabkan ekspansi volumetrik. Perubahan ini berpotensi

memengaruhi pembacaan tekanan. Ekspansi termal fluida dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

di mana:

ΔV : Perubahan volume fluida,

β : Koefisien ekspansi volumetrik,

V_0 : Volume awal fluida,

ΔT : Perubahan temperatur.

Sementara itu, durasi pengujian yang terlalu lama dapat memicu fenomena *stress relaxation* atau *creep* pada material pipa, yang menyebabkan penurunan kekuatan mekanik dalam jangka panjang (Liu & Zhang, 2025). Oleh karena itu, parameter temperatur dan durasi uji harus diatur secara tepat agar hasil pengujian akurat dan tidak menimbulkan kegagalan struktural.

MCCS International Sdn. Bhd. adalah perusahaan global yang menyediakan layanan penyelesaian mekanikal dan *commissioning* untuk berbagai sektor industri, khususnya minyak dan gas. Perusahaan ini pertama kali didirikan di Inggris pada tahun 1993, kemudian berkembang menjadi pemain internasional dengan kantor pusat di Kuala Lumpur, Malaysia, serta cabang di Inggris dan Spanyol. Layanan yang ditawarkan MCCS mencakup seluruh siklus hidup proyek, mulai dari rekayasa, konstruksi, instalasi, hingga *commissioning*. Dengan pengalaman panjang dalam menangani proyek darat (*onshore*) maupun lepas pantai (*offshore*), MCCS dikenal mampu memenuhi standar tinggi dalam hal keselamatan dan kualitas pekerjaan.

Saat penelitian ini dilakukan, MCCS International Sdn. Bhd. sedang menangani proyek pengujian *hydrostatic* di PT. VME Process Batam. Proyek ini memerlukan pengaturan parameter pengujian yang presisi, khususnya pada variasi temperatur

(20 °C, 30 °C, 40 °C) dan durasi penahanan tekanan (30, 60, 90 menit). Variabel ini dianalisis untuk menentukan kombinasi yang paling optimal dalam menjaga kestabilan tekanan, mengurangi risiko kesalahan uji, dan memenuhi standar internasional seperti ASME B31.3 dan *API 1110*.

Penelitian mengenai pengaruh simultan temperatur dan durasi terhadap kestabilan tekanan pada *Hydrostatic Test* masih terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya lebih fokus pada desain pipa atau analisis kekuatan material tanpa mempertimbangkan efek kombinasi kedua variabel ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis komprehensif mengenai hubungan antara temperatur, durasi, dan kestabilan tekanan, dengan harapan dapat menghasilkan rekomendasi parameter uji yang efektif serta sesuai dengan praktik terbaik di industri migas.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur (20 °C, 30 °C, 40 °C) terhadap kestabilan tekanan selama *Hydrostatic Test*?
2. Bagaimana pengaruh variasi durasi penahanan tekanan (30, 60, 90 menit) terhadap fluktuasi tekanan?
3. Apa kombinasi parameter temperatur dan durasi uji yang optimal untuk menghasilkan hasil pengujian yang akurat dan aman?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian, batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Variasi temperatur uji dibatasi pada 20 °C, 30 °C, dan 40 °C. Dasar pemilihan variasi ini adalah karena rentang tersebut mewakili kondisi temperatur operasi normal sistem perpipaan di lapangan tropis (25–40 °C) serta mengikuti

- rekomendasi standar API 1110 (2022) dan ASME B31.3 (2023), yang menganjurkan pengujian dilakukan pada temperatur mendekati kondisi operasi.
2. Durasi penahanan tekanan yang dianalisis adalah 30, 60, dan 90 menit.
 3. Fluida uji yang digunakan adalah air bersih pada kondisi normal tanpa bahan aditif.
 4. Data diperoleh dari laporan pengujian M CCS International Sdn. Bhd. di PT. VME Process Batam serta kajian literatur jurnal Q1 dan Q2 tahun 2020–2025.
 5. Penelitian tidak mencakup pengaruh korosi, keausan material, atau faktor kimia fluida.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Menganalisis pengaruh variasi temperatur terhadap kestabilan tekanan dalam *Hydrostatic Test*.
2. Mengkaji pengaruh variasi durasi penahanan tekanan terhadap fluktuasi tekanan.
3. Memberikan rekomendasi parameter pengujian yang optimal bagi M CCS International Sdn. Bhd. untuk meningkatkan kualitas hasil uji dan keandalan peralatan bertekanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi temperatur (20 °C, 30 °C, 40 °C) terhadap kestabilan tekanan pada pengujian hydrostatic.
2. Mengetahui pengaruh durasi penahanan tekanan (30, 60, 90 menit) terhadap fluktuasi tekanan selama proses pengujian.
3. Menentukan parameter pengujian optimal (temperatur dan durasi) untuk menjaga integritas pipa dan meningkatkan keandalan hasil uji.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori dasar mengenai tekanan, sifat fluida, pengaruh temperatur dan durasi pada *Hydrostatic Test*, standar pengujian, serta penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Menguraikan metode penelitian, variabel yang dianalisis, alat dan bahan, prosedur pengujian, serta metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil pengujian dan analisis pengaruh temperatur serta durasi penahanan terhadap kestabilan tekanan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi ringkasan temuan penelitian serta saran untuk pengujian dan penelitian selanjutnya