



LAPORAN HASIL PENELITIAN

**RANCANGAN DAN DEMBUATAN
DERALATAN PERCOBAAN
DENGUKURAN TEGANGAN DAN REGANGAN
DADA BEJANA TEKAN SERTA PENGUJIANNYA**

Oleh :

Drs. Soemartono Marsigit	NIP.130257002
Ir. Bambang Purwanggono, M.Eng.	NIP.131601428
Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS	NIP.131668505

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

Dibiayai oleh Dana DPP Universitas Diponegoro, Tahun Anggaran 1994/1995
Berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Tugas Penelitian UNDIP
Nomor : 615/PT09.H8/N/1994 tanggal 23 Agustus 1994
LEMBAGA PENELITIAN - UNIVERSITAS DIPONEGORO
1994/1995

LAPORAN HASIL PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Rancangan dan Pembuatan Peralatan Percobaan Pengukuran Tegangan dan Regangan Pada Bejana Tekan serta Pengujiannya
2. Kepala proyek Penelitian :
 - a. Nama lengkap : Drs. Soemartono Marsigit
 - b. Pangkat & Jabatan : Pembina Tingkat I / Lektor Kepala Madya
 - c. Pengalaman dalam bidang penelitian : Pemanfaatan Extract Kayu Secang Untuk Indikator Titrasi Asam Basa
 - d. Sedang mengadakan Penelitian : Tidak
 - e. Tempat penelitian
 - e.1. Laboratorium : Pengujian Mesin
 - e.2. Bagian : Mesin
 - e.3. Fakultas : Teknik
3. Jangka waktu penelitian : 3 (tiga) bulan
4. Dibiayai melalui proyek : DPP Undip tahun 1994/1995
5. Biaya yang diperlukan : Rp 500.000,-
(lima ratus ribu rupiah)

Semarang, 10 Januari 1995

Ketua Peneliti,



Drs. Soemartono Marsigit
NIP.130257002



Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik Undip

Prof. Eko Budihardjo, Msc.
NIP.130354860



Mengetahui :
Ketua Lembaga Penelitian Undip

Dr. dr. AG. Soemantri
NIP.130 237 480

RINGKASAN

Bejana tekan pada umumnya digunakan sebagai penyimpan fluida (cair atau gas) yang bertekanan tinggi, tetapi dapat pula digunakan untuk mengkondisikan fluida hasil dari suatu proses tertentu dalam jumlah banyak pada temperatur dan tekanan tertentu. Karena fungsinya tersebut, maka dinding bejana biasanya tipis dan diusahakan tidak terdapat lengkungan-lengkungan yang tajam untuk menghindari terjadinya konsentrasi tegangan.

Penelitian ini membahas terutama tentang prosedur pengujian bejana tekan. Untuk keperluan tersebut perlu dibuat peralatan uji skala laboratorium agar dapat melihat secara langsung perubahan tegangan aksial, tangensial dan radial terhadap perubahan tekanan internal pada bejana.

ABSTRACT

Pressure vessels, generally, are used as containers of fluids (gas or liquid) with high pressure, but they can also be used to condition fluids resulted from certain processes, in great amount, in certain temperature and pressure. Due to the function, vessels' wall are usually thin and as far as possible avoiding sharp curves which will cause stress concentration.

This research is dealing mainly with pressure vessels' testing procedure. To accomplish this purpose, a laboratory-scale testing device is assembled to observe directly axial, tangential and radial stress changes the effects to the internal pressure changes of the vessels.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur ke Hadirat Tuhan Y.M.E. telah diselesaikan hasil penelitian mengenai Rancangan dan Pembuatan Peralatan Percobaan Pengukuran Tegangan dan Regangan Pada Benaja Tekan serta Pengujiannya. Pelaksanaan penelitian ini merupakan perwujudan dari salah satu Tri Darma Perguruan Tinggi yang pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kualitas staf pengajar serta mengembangkan ilmu pengetahuan di bidangnya, khususnya bagi pengamalan kehidupan manusia dan masyarakat.

Penelitian ini dibiayai oleh Dana DPP Undip tahun 1994/1995 sebesar Rp 500.000,- (lima ratus ribu rupiah) dan dimaksudkan untuk menyampaikan informasi tentang cara/prosedur pembuatan dan pengujian peralatan analisa tegangan dan regangan pada bejana tekan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi sumbangan pikiran bagi perencana dan pengguna bejana tekan untuk industri-industri pupuk/kimia.

Dengan selesainya penelitian ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Ir. Djoko Soeharto, Staf Ahli Laboratorium Surya ITB, Sdr. Istiono, Tekhnisi Laboratorium Surya ITB, serta beberapa pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas segala bantuan dan saran yang telah diberikan.

Akhirnya, kami sadar bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak yang berkecimpung di bidang ini akan kami terima dengan senang hati.

Semarang, 10 Januari 1994

Team Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Lingkup Pembahasan	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Hubungan Tegangan dan Regangan	4
2.2. Bejana Tekan Berdinding Tipis	6
2.3. Beberapa Jenis Bejana Tekan	8
2.4. Beberapa Alat Ukur Regangan	9
2.4.1. Mechanical Strain Gage	9
2.4.2. Optical Strain Gage	10
2.4.3. Electrical Strain Gage	11
2.5. Electrical Resistance Strain Gage	13
2.6. Hubungan Regangan dan Perubahan Resistansi Pada Electrical Resistance Strain Gage	15
2.7. Jembatan Wheatstone	16
2.8. Analisa Tegangan Dengan Lingkaran Mohr	18
BAB III PERANGKAT PENGUJIAN	21
3.1. Bejana Tekan	22
3.2. Pompa Bolak-balik	24
3.2.1. Prinsip Kerja Pompa	25
3.2.2. Data-data Utama Pompa	26
3.2.3. Gaya-gaya Statik yang Bekerja Pada Pompa	27
3.2.4. Penentuan Debit Aliran Pompa	30
3.2.5. Pembuatan dan Asembling Pompa	33

	Halaman
3.3. Instalasi dan Kalibrasi Strain Gage	36
3.3.1. Penempelan Strain Gage	36
3.3.2. Kalibrasi Rangkaian Strain Gage	38
3.3.3. Pengaruh Panjang Kabel	39
3.3.4. Pengaruh Saklar	42
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	44
4.1. Prosedur I	44
4.2. Prosedur II	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gb.1.1	Contoh bejana tekan berbentuk silinder	1
Gb.2.1	Komponen tegangan biaksial pada dind. bejana	4
Gb.2.2	Kondisi tegangan biaksial	5
Gb.2.3	Distribusi tegangan pada silinder dind.tipis	6
Gb.2.4	Jenis-jenis front	9
Gb.2.5	Mechanical Strain Gage	10
Gb.2.6	Susunan Optical Strain Gage	10
Gb.2.7	Pola difraksi Optical Strain Gage	11
Gb.2.8	Skema Capacitor Strain Gage	12
Gb.2.9	Diagram skematik Linier Differential Transformer	12
Gb.2.10	Skema Linier Differential sebagai Transduser Regangan	13
Gb.2.11	Wire gage	14
Gb.2.12	Foil gage	14
Gb.2.13	Dasar jembatan Wheatstone dengan arus mengalir	16
Gb.2.14	Sirkuit jembatan Wheatstone	17
Gb.2.15	Lingkaran Mohr dua dimensi	19
Gb.2.16	Contoh pemakaian lingkaran Mohr	20
Gb.3.1	Peralatan pengujian pengukuran regangan	21
Gb.3.2	Bejana tekan	24
Gb.3.3	Pompa bolak-balik jenis single acting	25
Gb.3.4	Pompa tangan jenis bolak-balik	26
Gb.3.5	Mekanisme link pompa	27
Gb.3.6	Diagram benda bebas batang DE	28
Gb.3.7	Diagram benda bebas batang 3	29
Gb.3.8	Diagram benda bebas batang 2	29
Gb.3.9	Susunan link pompa	31
Gb.3.10	Kecepatan V_c dan V_D	32
Gb.3.11	Diagram kecepatan V_B , V_D , dan $V_{D/B}$	33

	Halaman
Gb.3.12 Shock absorber yang dipotong ujungnya	34
Gb.3.13 Piston yang disumbat timah	34
Gb.3.14 Pompa dengan check valve posisi vertikal	35
Gb.3.15 Penempelan strain gage	37
Gb.3.16 Penggunaan terminal jangkar	38
Gb.3.17 Sistim pencatat regangan	39
Gb.3.18 Sistim dua kabel	39
Gb.3.19 Sistim tiga kabel	41
Gb.3.20 Saklar dengan gage aktif pada lengan R_1	42
Gb.3.21 Saklar dengan jembatan Wheatstone untuk setiap strain gage	42
Gb.4.1 Regangan teoritik dan hasil pengukuran	45
Gb.4.2 Kecenderungan penyimpangan harga regangan	46
Gb.4.3 Tegangan teoritik dan eksperimental	47
Gb.4.4 Kecenderungan penyimpangan harga tegangan	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Prosentase penyimpangan σ_t teoritik untuk bejana berdinding tipis dan tebal	7
Tabel 3.1 Tegangan dan Regangan Teoritis	23
Tabel 3.2 Harga gaya-gaya pada batang pompa	30
Tabel 4.1 Regangan rata-rata dari 10 kali pengukuran (Prosedur I)	45
Tabel 4.2 Regangan teoritik dan % penyimpangannya (Prosedur I)	46
Tabel 4.3 Tegangan rata-rata dari 10 kali pengukuran (Prosedur I)	47
Tabel 4.4 Tegangan teoritik dan % penyimpangannya (Prosedur I)	48
Tabel 4.5 Rasio tegangan tangensial dan aksial dari pengujian	49
Table 4.6 Regangan rata-rata (Prosedur II)	50
Tabel 4.7 Penyimpangan regangan teoritik dan pengujian (Prosedur II)	50
Tabel 4.8 Tegangan rata-rata (Prosedur II)	51
Tabel 4.9 Penyimpangan tegangan teoritik dan pengujian (Prosedur II)	51

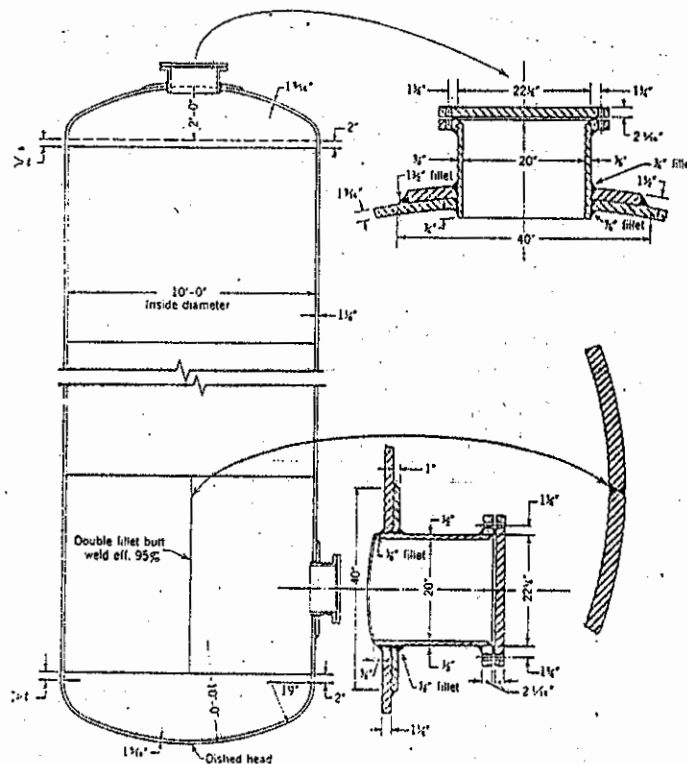
DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN A	FOTO-FOTO INSTRUMEN PENGUJIAN REGANGAN DAN TEGANGAN PADA BEJANA TEKAN	56
LAMPIRAN B	DATA-DATA PENGUJIAN DENGAN PROSEDUR I	59
LAMPIRAN C	DATA-DATA PENGUJIAN DENGAN PROSEDUR II	70

BAB I
P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang

Bejana Tekan pada umumnya digunakan sebagai tangki penyimpan fluida (cair atau gas) yang bertekanan tinggi, tetapi dapat pula digunakan untuk mengkondisikan fluida hasil dari suatu proses tertentu (misal : proses kimia) dalam jumlah banyak pada temperatur dan tekanan tertentu. Peralatan ini banyak sekali terdapat pada industri-industri kimia, minyak, pupuk, dan lain-lain. Karena fungsinya harus mampu menyimpan fluida dalam jumlah banyak dan bertemperatur serta tekanan yang tinggi, maka dinding bejana biasanya tipis dan diusahakan tidak terdapat lengkungan-lengkungan yang tajam untuk menghindari terjadinya konsentrasi tegangan. Gb.1.1 berikut memperlihatkan salah satu contoh bejana tekan berbentuk silinder yang dirancang sesuai standard API-ASME.



Gb.1.1 Contoh bejana tekan berbentuk silinder

Dari segi konstruksi tegangan dan regangan yang terjadi pada dinding bejana harus diperhatikan dengan seksama, baik itu pada saat perancangan maupun pengujian di lapangan. Hal ini penting mengingat resiko meledak/hancur yang dapat membahayakan lingkungan di sekitar pabrik bahkan dapat mencemari lingkungan bila bejana tersebut digunakan untuk menyimpan fluida yang beracun. Oleh karena itu pengukuran tegangan dan regangan bejana tekan sangat penting dilakukan.

Penelitian ini membahas cara dan prosedur pengujian tegangan dan regangan pada bejana tekan. Untuk lebih memahami prosedur pengujian tersebut dibuat suatu model/prototipe alat percobaan pengukuran regangan dan tegangan pada bejana tekan dalam skala laboratorium. Perhitungan analitis teoritis juga dilakukan agar dapat membandingkan secara langsung dengan hasil pengujian.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk memberi sumbangan pemikiran tentang cara/prosedur pengujian tegangan dan regangan pada bejana tekan yang diharapkan dapat berguna bagi para perencana industri-industri pupuk, kimia, dan lain-lain serta pengguna bejana tekan agar dapat mengetahui batasan-batasan dalam pengoperasian bejananya.

Disamping itu Penelitian ini juga dimaksudkan untuk melengkapi peralatan Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk memahami kaji teoritis dan eksperimen pengukuran tegangan dan regangan pada bejana tekan.

1.3. Lingkup Pembahasan

Pembahasan yang akan dilakukan terutama tentang perencanaan dan pembuatan peralatan pengujian bejana tekan. Adapun peralatan pengujian tersebut secara umum terdiri dari bejana tekan, pompa fluida untuk menghasilkan tekanan tertentu, jembatan wheatstone, serta amplifier strain gage.

Jembatan Wheatstone dan amplifier strain gage adalah instrumen elektronik untuk membaca, mengkonversi, serta mengolah data pengujian yang sudah tersedia dan tidak akan dibahas dalam penelitian ini. Adapun besarnya regangan yang terjadi diukur oleh sensor "strain gage" yang direkatkan pada dinding bejana. Karena sensor ini merupakan komponen utama dalam pengujian ini, maka pemilihan dan cara perekatannya akan dibahas secara detil dalam laporan penelitian ini.

Komponen utama lain yang penting untuk dibahas adalah pompa fluida serta sistim pemipanya. Bejana tekan yang diuji dibeli di pasaran dan spesifikasinya telah diketahui. Pompa fluida yang digunakan disini harus dirancang khusus, karena jenisnya bukan merupakan pompa kontinu yang dapat menjaga dan menghasilkan tekanan tertentu yang cukup tinggi. Untuk itu perancangan dan pembuatan pompa ini akan dibahas tersendiri karena gaya pemompaan untuk bisa menghasilkan tekanan cukup besar ini sedapat mungkin dapat dilayani oleh tenaga manusia.

Perbandingan kaji teoritis dan eksperimental juga akan dibahas disini. Dari analisa ini diharapkan dapat diketahui validitas teori yang digunakan, sehingga bila penyimpangannya cukup kecil untuk selanjutnya tidak perlu dilakukan pengujian laboratorium lagi. Dengan demikian, biaya pengujian yang umumnya relatif mahal dapat lebih dihemat.