

## Analisis Load Cell pada Perancangan Alat Uji Tekan, Bending dan Geser Sederhana

Agus Triono<sup>1,2</sup>, IGN Wiratmaja Puja<sup>2</sup>, Satryo Soemantri B.<sup>2</sup>, Aditianto R<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

Jl. Slamet Riyadi no. 62 Jember

<sup>2</sup>Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, Bandung

Jl. Ganeshha 10 Bandung

Email: agustriono1@gmail.com

### Abstrak

Komponen yang berperan penting dalam proses pembacaan data pada alat uji tekan, bending dan geser adalah load cell. Komponen ini akan menerima beban yang akan dikonversikan sebagai beban tekan, bending ataupun geser. Untuk itu load cell harus dibuat dari bahan yang cukup sensitif dan memiliki kelenturan yang stabil. Bentuk load cell cukup beragam. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan dan pembuatan load cell dengan bentuk silinder berlubang dengan ketebalan yang bervariasi. Bagian tengah load cell dibuat lebih tipis dibanding bagian atas dan bawah. Load cell ini dibuat untuk kelengkapan alat uji tekan, bending dan geser sederhana dan portabel. Sampel yang diuji pada penelitian ini adalah sampel rem komposit kereta api yang berukuran cukup kecil yaitu 100 mm x 15 mm x 10 mm untuk uji bending, 25 mm x 12,5 mm x 12,5 mm untuk uji tekan dan 30 mm x 30 mm x 6 mm untuk uji geser. Analisis beban pada load cell ini dilakukan dengan bantuan software ANSYS. Dari analisis yang dilakukan diperoleh dimensi load cell yang akan digunakan yaitu diameter dalam 32 mm, ketebalan minimum 5 mm, tegangan maks 49 Mpa untuk safety faktor nol dan 123 Mpa untuk safety faktor 2,5. Yield strength sebesar 280 Mpa dan deformasi maksimum sebesar 3,9  $\mu\text{m}$ .

**Keywords:** load, cell, ansys, uji, sampel

### Pendahuluan

Pengujian tekan, bending ataupun geser pada dasarnya bekerja dengan prinsip yang sama yaitu dengan memberikan beban tekan pada dudukan yang diam. Perbedaan pada ketiga pengujian tersebut adalah pada dudukan spesimen yang digunakan. Dudukan spesimen ini yang akan menentukan apakah spesimen akan menerima gaya tekan, bending ataupun geser. Di dalam proses pengujian sendiri, beban yang diterima oleh spesimen ini harus dapat dibaca untuk kemudian diolah sesuai dengan peruntukannya. Akan tetapi dikarenakan pengujian tekan, bending ataupun geser termasuk pada pengujian merusak dimana spesimen yang diuji akan rusak maka sumber pembacaan data tidak dapat diletakkan pada spesimen. Untuk itu perlu dilakukan pembacaan di luar spesimen agar sensor pembacaan data tetap aman. Alternatif pembacaan yang dapat dilakukan dalam hal ini adalah dengan menempatkan sensor pembacaan data yang berupa loadcell tepat dibawah dudukan diam sehingga beban yang diterima spesimen akan diteruskan ke loadcell. Beban yang diterima loadcell pada sistem rangkaian yang seperti ini diharapkan dapat

mewakili beban yang diterima oleh spesimen. Hal yang perlu diperhatikan dari penggunaan loadcell adalah keterulangan pembacaan dengan error yang minim. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi agar diketahui kelayakannya.

### Pemilihan Bentuk Loadcell

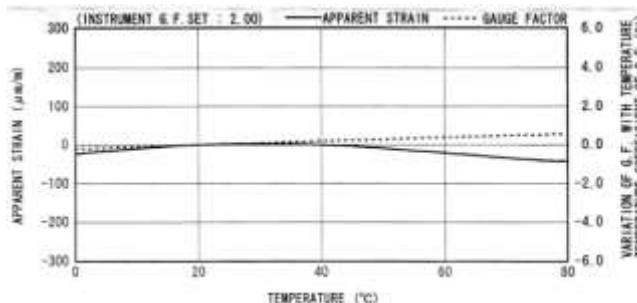
Bentuk yang akan dipilih sebagai loadcell uji tekan, bending dan geser sederhana adalah berbentuk silinder berlubang dengan ketebalan dinding yang bervariasi. Bentuk seperti ini diharapkan dapat mengantisipasi beban-beban tidak aksial dikarenakan ketidak lurusan pergerakan pembebangan.



Gambar 1. Rancangan loadcell

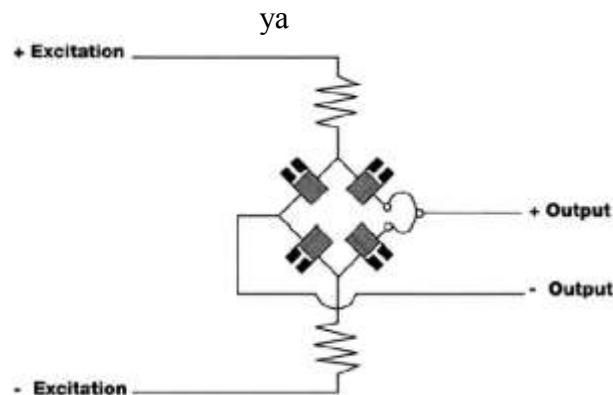
## Pemilihan dan Pemasangan Strain Gauge

Strain gauge yang digunakan berukuran panjang 6 mm dengan gauge resistance  $120 \pm 0,3 \Omega$  dan gauge faktor sebesar  $2,11 \pm 1\%$ . Karakteristik strain gauge dapat dilihat pada gambar 2 berikut,



Gambar 2. Karakteristik strain gauge

Untuk mengakomodir beban-beban yang mungkin terjadi, banyaknya loadcell yang digunakan pada penelitian ini adalah empat buah. Dua buah digunakan sebagai eksitasi dan dua buah lagi sebagai output. Skema pemasangan tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut,



Gambar 3. Skema pemasangan straing gauge[1]

Pemasangan strain gauge pada loadcell dilakukan dengan cara menempatkannya pada posisi yang saling berseberangan. Ini dapat dilihat pada gambar 4 berikut,

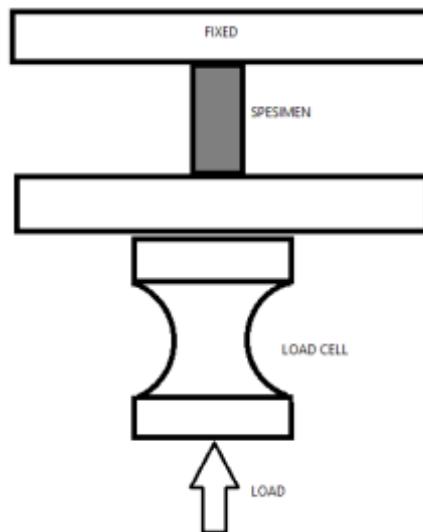


Gambar 4. Pemasangan strain gauge pada loadcell

## Pembebaan dan Penempatan Loadcell

### Uji Tekan

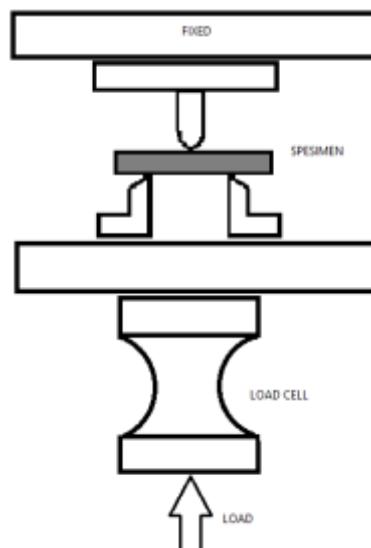
Pengujian ini disesuaikan dengan standar **ASTM D695**[2]. Ukuran sampel yang digunakan dalam pengujian ini adalah  $15\text{mm} \times 15\text{m} \times 25\text{mm}$  [3,4]. Pengujian tekan dilakukan dengan menempatkan spesimen di antara plat sejajar. Salah satu pelat tersebut diam (fixed) sedangkan yang satu lagi bebas baubergerak naik turun. Sehingga jika ada beban pada loadcell, beban ini akan diteruskan ke spesimen melalui dudukan yang bergerak. Skema pembebangan uji tekan dapat dilihat pada gambar 5 berikut,



Gambar 5. Skema pengujian tekan

### Uji Bending

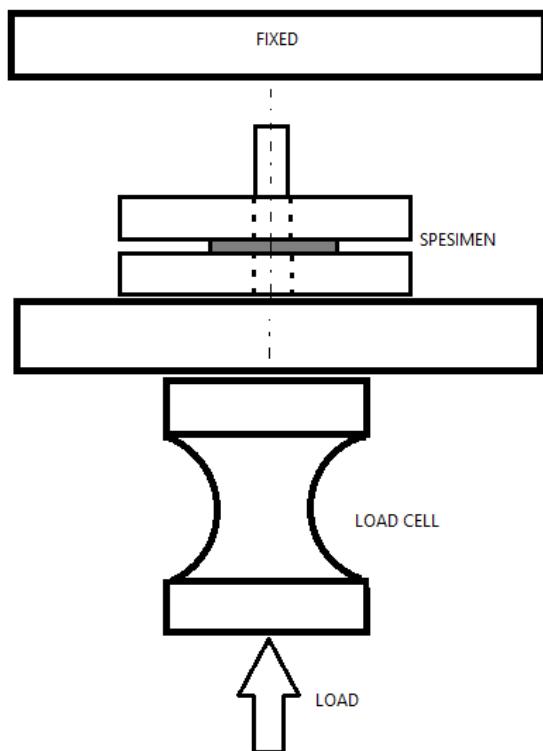
Pengujian ini disesuaikan dengan standar **ASTM D790** [5]. Ukuran sampel yang digunakan adalah  $100\text{ mm} \times 15\text{ mm} \times 10\text{ mm}$  [3,4]. Skema pengujian bending dapat dilihat pada gambar 6 berikut,



Gambar 6. Skema pengujian bending

## Uji Geser

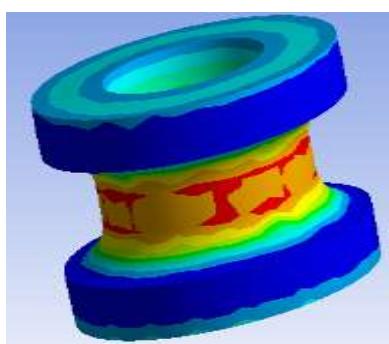
Pengujian ini disesuaikan dengan standar ASTM D732[6]. Ukuran sampel yang digunakan adalah 30 mm x 30 mm x 6 mm [3,4]. Skema pengujian geser dapat dilihat pada gambar 7 berikut,



Gambar 7. Skema pengujian Geser

## Hasil dan Analisis

Untuk mendapatkan dimensi loadcell yang optimal dilakukan perhitungan dengan menggunakan software ANSYS[7]. Diameter lubang serta ketebalan dinding divariasikan agar diperoleh dimensi yang diinginkan. Pada penelitian ini safety faktor sebesar 2,5 digunakan untuk menjaga jika terjadi beban yang melebihi beban rancangan. Beban rancangan sendiri ditetapkan maksimal sebesar 2,5 ton. Hasil dari analisis Ansys dapat dilihat pada gambar 8 berikut,



Gambar 8. Hasil running software Ansys

Pada gambar 8 terlihat bahwa tegangan maksimum terjadi pada daerah tengah dimana strain gage ditempatkan. Hal ini merupakan kondisi yang diharapkan dimana strain gage akan bekerja pada beban tertentu yang dikenakan pada spesimen. Untuk mengoptimalkan dimensi loadcell dilakukan variasi ukuran loadcell dan beban yang diterima. Hasil-hasil tersebut dibuat dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada gambar 9 berikut,



Gambar 9. Kurva tegangan vs diamater dalam

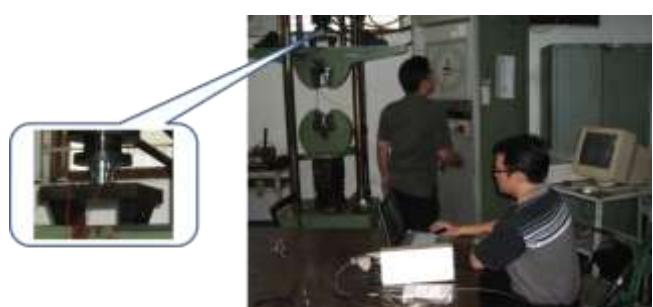
Berdasarkan perhitungan pada gambar 9 diperoleh hasil-hasil sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Diameter dalam} &= 32 \text{ mm } (t = 5 \text{ mm}) \\ &= 49 \text{ Mpa } (\text{sf} = 0), \\ &123 \text{ Mpa } (\text{sf} = 2.5) \\ \text{Yield strength} &= 280 \text{ Mpa} \\ \text{Deformasi maks} &= 3.9 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Tegangan maksimum sebesar 123 Mpa pada safety faktor sebesar 2,5 dipilih sebagai beban terbesar rancangan. Hal ini dimaksudkan agar loadcell tidak mengalami deformasi plastis jika terjadi kondisi yang tidak diinginkan seperti kesalahan pembebangan hingga 2,5 kali beban yang dipersyaratkan.

## Kalibrasi Loadcell

Load Cell yang sudah dibuat perlu dikalibrasi agar dapat dipergunakan dalam pengujian. Gambar 10 berikut memperlihatkan proses kalibrasi loadcell.



Gambar 10. Proses kalibrasi loadcell

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara memperlakukan loadcell sebagai spesimen pada mesin uji tekan. Beban divariasi dari nilai terendah hingga mendekati nilai maksimum rancangan. Hasil yang diperoleh dikonversikan ke dalam data digital melalui data akusisi yang selanjutnya diolah agar dapat dipergunakan pada alat uji rancangan. Software pengolah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah software *LabView*.

### Aplikasi Pengujian

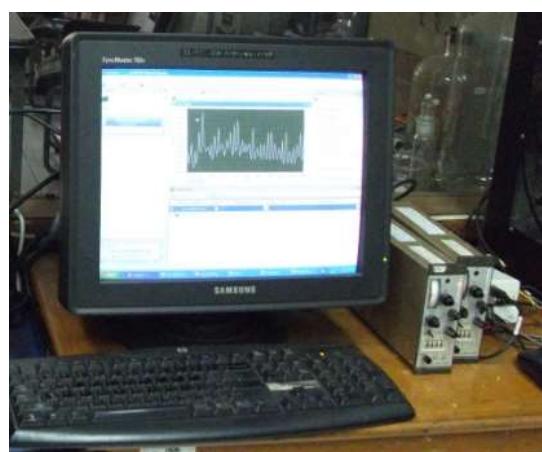
Setelah Load Cell dikalibrasi, Load Cell ditempatkan pada alat uji tekan dan diaplikasikan. Aplikasi tersebut dapat dilihat pada gambar 11 berikut,



Gambar 11. Aplikasi loadcell pada pengujian

### Pengolahan Data

Hasil pembacaan strain gauge diteruskan ke data akusisi yang terhubung dengan komputer. Perubahan regangan pada strain gauge akibat beban yang diterima ditangkap sebagai perubahan tegangan yang selanjutnya oleh program *LabView* diolah sebagai sinyal analog untuk dimunculkan grafik perubahannya[8].



Gambar 12. Pengolahan data hasil pembacaan strain gauge menggunakan program *LabView*

### Kesimpulan

1. Load Cell berbentuk silindris berlubang dengan ketebalan bagian tengah lebih tipis dibandingkan bagian atas dan bawah dapat dipergunakan sebagai sensor pembaca beban pada alat uji tekan, geser dan bending sederhana. Untuk beban maksimal 2,5 ton dan asumsi *safety factor* sebesar 2,5, diameter dalam yang optimal adalah sebesar 32 mm dengan ketebalan bagian tengah sebesar 5 mm.
2. Pemasangan strain gauge pada empat sisi yang berseberangan memberikan hasil pembacaan yang lebih baik.
3. Perubahan regangan pada load cell dapat diolah menjadi sinyal analog oleh program *LabView* untuk diolah lebih lanjut dan ditampilkan dalam bentuk yang lebih *representatif*.

### Referensi

- [1]. Loadcell Handbook,2007
- [2]. ASTM D695 - 10 Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics, ASTM International, USA.
- [3]. SOP Pengujian Blok Rem Komposit Kereta Api, 2010
- [4]. A. Triono, I. W. Puja, S. S. Brodjonegoro, and A. Ramelan, "Perancangan Dan Pembuatan Cetakan Sampel Multi Komposisi Untuk Aplikasi Blok Rem Komposit Kereta Api," presented at the Konferensi Nasional Engineering Perhotelan IV, Hotel Werdhapura, Sanur, Bali, 2013
- [5]. ASTM D790 - 10 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, USA.
- [6]. ASTM D732 - 10 Standard Test Method for Shear Strength of Plastics by Punch Tool, ASTM International, USA.
- [7]. ANSYS, Help ANSYS release 9.0 Documentation. 2004: ANSYS Incorporated
- [8]. Agus Triono, IGN Wiratmaja Puja, Satryo Soemantri B, "Otomatisasi Uji Gesek Blok Rem Kereta Api Menggunakan Program *LabView*", Prosiding Seminar Hasil Penelitian Mahasiswa Indonesia, Universitas Riau, 2012