

Desain Dan Evaluasi Ring Load Cell — Pre Desain —

Taufiq Arif Setyanto¹, Kusnindar Priohutomo¹

Abstrak

Dalam pengujian seakeeping model kapal atau bangunan lepas pantai di kolam MOB UPT BPPH, khususnya pengujian tambat dengan menggunakan mooring line, karakteristik beban yang diterima oleh tali tambat tersebut sangatlah penting untuk diketahui. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat ukur (load cell) khusus yang sangat ringan, kecil dan tahan air. Load cell tipe ini dedesain dengan mempunyai bentuk ring, sehingga disebut dengan ring load cell.

Paper ini menerangkan tentang desain awal ring load cell dengan menggunakan finite element software ANSYS. Tahapan awal proses desain adalah mengetahui sifat mekanis bahan yang dipilih yaitu aluminium paduan, dengan cara melakukan proses uji tarik. Dengan parameter-parameter yang telah didapat dari uji tarik, proses modeling dan analisa dengan menggunakan software tersebut, nilai distribusi regangan bisa diketahui sepanjang sisi luar dan dalam dari spring element berbentuk cincin tersebut. Dari hasil analisa distribusi regangan, lokasi dan orientasi penempatan strain gage nantinya dapat ditentukan.

Kata kunci : ring load cell, regangan, strain gage

Abstract

The characteristic of the load acting on the mooring line of the ship model or offshore structure model during seakeeping test is an important parameter to be considered. A special design of load cell which is very light, small and waterproof called ring load cell is designed.

This paper describes the predesign of the ring load cell using ANSYS finite element software. First, the mechanical properties of the spring material, aluminum alloy, was found by tensile test experiment. The distribution of the strain along the outer and inner surface of the ring type of spring element is analysed using the software. From the result of the strain distribution, the location and orientation of the strain gage could be defined.

Key words : ring load cell, strain, strain gage

PENDAHULUAN

Beberapa pengujian di UPT BPPH khususnya pengujian model offshore memerlukan peralatan ukur/sensor yang relatif sangat spesifik. Khusus untuk mengukur tegangan mooring line diperlukan load cell yang sangat ringan sensitif dan kedap air.

Untuk mendapatkan load cell yang dipersyaratkan, beberapa tahapan desain dan pembuatan perlu dilakukan. Paper ini menjelaskan desain awal dalam rangka proses pembuatan ring load cell. Tahap awal ini mencakup pertimbangan pemilihan material sbagai ring dan perhotungan analisa dengan menggunakan software finite elemnt untuk memprediksi strain yang

akan terjadi dengan bebean yang perkiraan saat pengujian.

Beberapa desain dan manufacturing load cell sejenis telah banyak dikembangkan diantaranya adalah Kim, J.H., et al. telah mengembangkan tipe multi-component force/moment sensor. Peneliti lainnya adalah Joo, J.W. mengembangkan 6 component load cell lainnya dengan PPS (Parallel Plate Structure) untuk pengukuran 3 komponen gaya, momen dan torsi. Kim, Gab-Soon, et al. juga mengembangkan load cell untuk pengukuran yang hampir sama

¹ UPT BPPH, Surabaya

ANALISA REGANGAN

Pembahasan tentang regangan yang terjadi pada material spring element pada jenis ring load cell ini adalah didasarkan oleh pembebanan yang terjadi pada cantilever beam dengan bentuk beam yang melingkar. Proses analisa untuk mengetahui regangan dan arahnya dilakukan dengan menggunakan pemodelan dan analisa dengan software ANSYS. Dengan mengetahui distribusi strain yang benar dimana dengan beban rencana yang ditentukan dan diperoleh letak strain yang besar maka akan bisa ditentukan juga peletakan dan posisi strain gage untuk merekan regangan yang terjadi.

Spring Element

Salah satu bagian dari load cell atau transducer lainnya yang berbasis strain gage adalah spring element, dimana bagian tersebut akan menerima reaksi gaya dari luar. Pada spring element, pemilihan tempat dan lokasi yang akan ditempel strain gage yaitu bagian tertetu yang akan terjadi bidang regangan yang uniform dan terisolasi dari lainnya sebagai akibat dari beban dari luar yang direncanakan.



Gbr. 1 Spesimen uji tarik

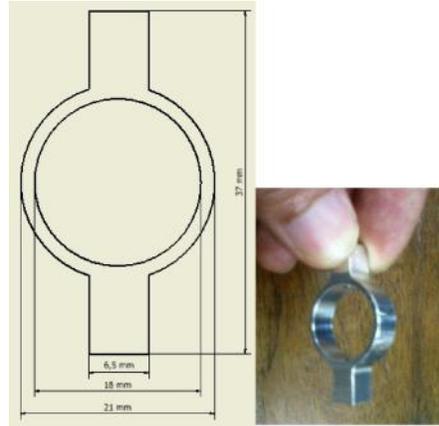


Gbr. 2 Bentuk Grafik Uji Tarik

Spring material pada load cell tipe ini dipilih material yang berasal dari paduan aluminium dg type AL 2024 T-81. Hasil dari uji tarik yang telah

dilakukan pada spesimen seperti gambar 1 telah menghasilkan parameter nilai tegangan tarik yield sebesar 400 MPA, tegangan tarik ultimate sebesar 500 Mpa dan modulus elastisitas sebesar 40×10^3 MPa. Parameter-parameter dari sifat mekanis paduan aluminium tersebut menjadi masukan dalam menganalisa distribusi regangan dan tegangan dengan menggunakan software finite element. Salah satu grafik hasil uji tarik ditampilkan pada gambar 2 di atas.

Untuk besar beban dan material yang telah dipilih seperti diatas, dimensi load cell ditentukan dengan diameter luar sebesar 21 mm dan diameter dalam sebesar 18 mm, ditunjukkan pada gambar 3. Sehingga ketebalan cincin adalah 1,5 mm. Parameter dimensi tersebut akan menjadi masukan dalam pembuatan mesh untuk analisa dengan finite element software.

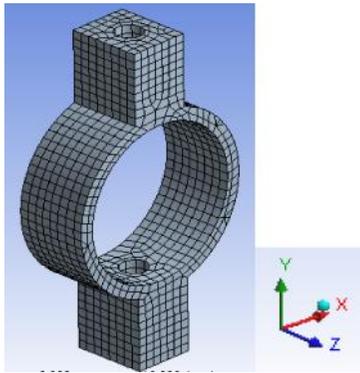


Gbr. 3 Spring element load cell bentuk cincin

Analisa Finite Element

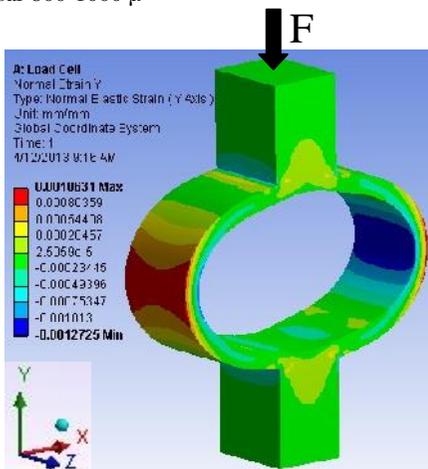
Untuk mendapatkan informasi tentang besarnya regangan yang terjadi pada tempat yang akan digunakan sebagai pengukur regangan, maka dilakukan analisa regangan dengan menggunakan software ANSYS. Pemodelan finite element dilakukan dengan menggunakan three-dimensional all-quad, seperti ditunjukkan pada gambar 4. Bagian bawah dari tangkai spring element dikondisikan dalam keadaan konstrain terhadap semua arah displacement (x,y,z), sedangkan ujung bagian atas tangkai spring element diberikan pembebanan sesuai beban rencana yaitu 15 kg (147 N) dan 10 kg (98 N). Sesuai dengan hasil percobaan tarik, masukan parameter untuk

pemrogramannya adalah Modulus Elastisitas bahan sebesar 40×10^3 MPa, Yield Stress sebesar 400 MPa, Ultimate Stress sebesar 500 MPa dan Poisson Rationya adalah 0,3.



Gbr. 4 Meshing Spring Element

Pada referensi karangan Vishay, dinyatakan bahwa untuk single component load cell dengan bahan aluminium, strain maksimum pada bagian yang akan diukur pada pembebanan rencana maksimum adalah sebesar 800-1000 μ



Gbr. 5 Distribusi regangan arah sumbu Y

Gambar 5 menunjukkan image dari distribusi regangan arah Y. Dalam gambar tersebut regangan Y maksimum pada ring luar dan ring dalam ditunjukkan dengan warna merah dan biru. Sedangkan distribusi tegangan prinsipal ditunjukkan pada gambar 6. Tegangan maksimal terjadi pada sisi dalam dekat tangkai yang

ditunjukkan dengan warna merah. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada besar beban sebesar 98,1 N (10 kg) tegangan prinsipal yang terjadi adalah sebesar 61,375 MPa.

Gambar 7 menunjukkan distribusi regangan material dari hasil perhitungan dengan menggunakan finite element software. Bagian atas dari sumbu X menunjukkan sisi luar permukaan cincin, sedangkan bagian bawah sumbu X menunjukkan sisi dalam cincin. Proses analisa dilakukan dengan memberikan dua variasi beban yaitu sebesar 98,1 N yang hasilnya ditunjukkan dengan segitiga solid dan berlubang sedangkan beban dengan nilai 147,1 N hasilnya ditunjukkan dengan lingkaran solid dan berlubang pada gambar tersebut. Analisa distribusi regangan tersebut diambil sesuai dengan sumbu Y dengan titik nol berada pada pertengahan cincin dan bernilai positif dari tengah kearah atas dan bernilai negatif dari arah ke bawah. Dari titik yang diambil yaitu mulai dari -6 mm sampai dengan +6 mm diperoleh nilai regangan maksimal searah sumbu Y terdapat pada pertengahan cincin ($Y = 0$). Pada sisi luar cincin diperoleh regangan maksimal untuk beban 147,1 N sebesar 1250 μ dan untuk beban 98,1 sebesar 831 μ . Pada sisi dalam cincin diperoleh regangan maksimal untuk beban 147,1 N sebesar 1840 μ dan untuk beban 98,1 sebesar 1230 μ .

Gbr. 6 Distribusi tegangan prinsipal

KESIMPULAN

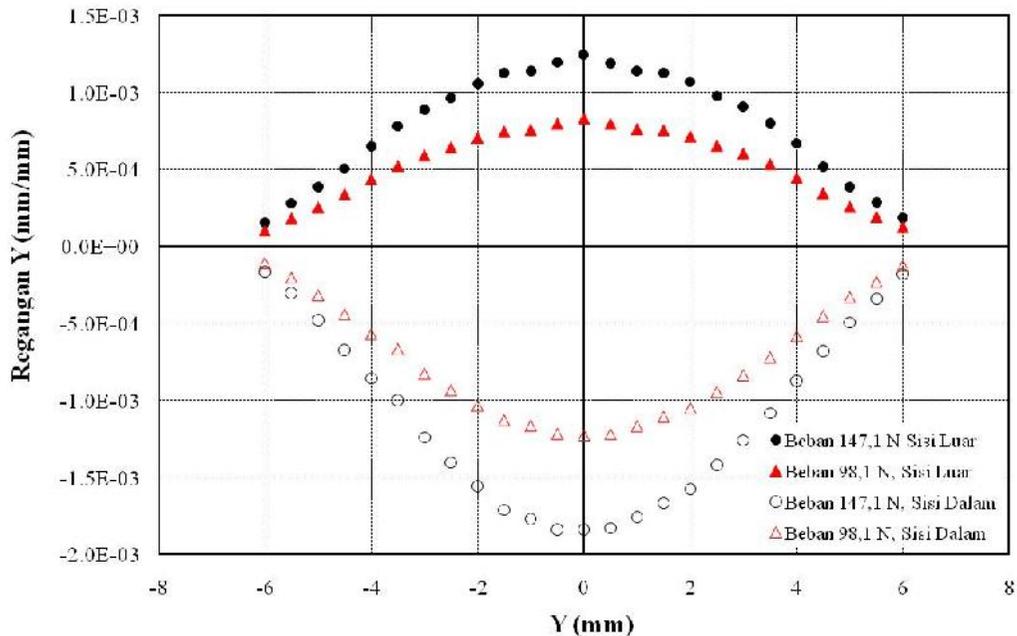
Proses predesain load cell bentuk ring telah dilakukan dengan menggunakan material aluminium paduan. Untuk mengetahui nilai sifat mekanisnya yang

diperlukan sebagai nilai parameter masukan pada software finite element, material tersebut telah diuji tarik-tekan. Proses analisa numerik untuk mengetahui regangan pada bagian yang akan ditempel dilakukan dengan menggunakan software finite element ANSYS. Dari hasil analisa untuk pembebanan yang telah dipilih sebagai beban maksimu load cell yaitu sebesar 98,1 N dan 147,1 N. Pada pembebanan 98,1 N dihasilkan regangan pada titik pertengahan lingkaran ring dalam dan luar sebesar 1230μ dan 831μ . Nilai regangan tersebut cukup baik untuk desain load cell dengan beban yang telah ditentukan yaitu dibawah 98,1 N atau

dibawah 10 Kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberadaan kegiatan desain load cell ini salah satunya disebabkan oleh adanya rencana penelitian teknologi hidrodinamika sistem tambat laut dalam, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen UPT BPPH yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas sehingga terlaksananya proses desain load cell tipe ring ini.



Gbr. 7 Distribusi regangan searah sumbu Y pada sisi luar dan dalam dengan beban 98,1 N dan 147,1 N

DAFTAR PUSTAKA

- Joo, J.W., et al., (2002). "Design and evaluation of a six-component load cell", *Measurement*, 32, 125-133.
- Kim, Gab-Soon, et al., (1999). "Design and fabrication of a six-component force/moment sensor", *Sensor and Actuator (A)*, 77, 209-220.
- Kim, J.H., (2003). "Design and analysis of a column type multi-component force/moment sensor", *Measurement*, 33, 213-219.
- Seng A. Liu., and Hung L. Tzo., (2002). "A novel six-component force sensor of good measurement isotropy and sensitivities", *Sensor and Actuator (A)*, 100, 223-230.
- Vishay (1998) "Strain gage based transducer: Their design and construction", *Measurement Group, Inc.*,