Meja Kalibrasi untuk Alat Uji Propeler

Muhammad Fadillah[1], Zaim Sidqi Islami [2]

[1]*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012*
E-mail : muhammad.fadillah.aer23@polban.ac.id
[2]*Jurusan teknik mesin, PoliteknikNegeri Bandung, Bandung 40012*
E-mail : zaim.sidqi@polban.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah meja kalibrasi alat uji propeler yang dapat digunakan sebagai kalibrasi propeler. Meja kalibrasi ini dirancang untuk kegiatan pengujian secara aman, stabil, dan efisien. Metode yang digunakan dalam pengerjaan Penelitian ini meliputi tahap perancangan, pemilihan material, proses pembuatan, serta pengujian fungsi meja kalibrasi. Meja kalibrasi dibuat dengan menggunakan baja. Proses pembuatan dilakukan secara bertahap mulai dari desain CAD hingga perakitan komponen Hasil dari Penelitian ini berupa sebuah meja kalibrasi propeler yang dapat digunakan untuk 2 sikap pengujian yang berbeda, sehingga meningkatkan fleksibilitas dalam proses kalibrasi alat uji propeler. Meja kalibrasi yang dihasilkan berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Kebaruan yang diperoleh dari Penelitian ini adalah terciptanya meja kalibrasi propeler dengan desain sederhana namun fungsional.

Kata Kunci
Meja Kalibrasi, Propeler, Alat Uji propeler, perubahan sikap

This Final Project aims to design and develop a calibration table for propeller testing equipment that can be used for propeller calibration. The calibration table is designed to support testing activities safely, stably, and efficiently. The methods used in this Final Project include the stages of design, material selection, manufacturing, and functional testing of the calibration table. The calibration table is made using Steel material. The manufacturing process was carried out in stages, starting from CAD design to component assembly.The result of this Final Project is a propeller calibration table that can be used for two different testing positions, thereby increasing flexibility in the calibration process of propeller testing equipment. The resulting calibration table functions according to the design objectives. The novelty of this Final Project lies in the creation of a propeller calibration table with a simple yet functional design,.

.

Keywords
Calibration Table, Propeller, Propeller Testing Equipment, Attitude Adjustment

1. Pendahuluan

Saat ini, banyak laboratorium masih melakukan kalibrasi tanpa dudukan yang kokoh dan presisi. Hal ini menyebabkan potensi kesalahan manusia dan ketidakstabilan saat pembebanan beban standar [1] [2]. Salah satunya dibuat oleh ananda reihan [3] saat melakukan pengukuran untuk sensor kalibrasi, beliau tidak dapat melakukan kalibrasi sensor pada nilai thrust, penelitian serupa juga dilakukan oleh Anggit Bayu Prabowo, Sarjito, Supriyono dengan judul rancang bangun alat uji propeler airscrew 7040 tes bench dan simulasi performa propeler, yang membahas tentang rancang bangun alat uji propeler airscrew 7040. Penelitian dilakukan dalam dua pendekatan: eksperimental dan simulasi. Alat uji dirancang menggunakan perangkat lunak SolidWorks dan dilengkapi dengan Arduino Uno, sensor loadcell, sensor tachometer, LCD, ESC, dan baterai Li-Po. Pengujian dilakukan pada variasi kecepatan dari 1000 RPM hingga 9000 RPM [4] selain itu penelitian juga dilakukan oleh beberapa penulis terdahulu namun belum ada penulis yang melakukan kalibrasi dengan cara meja kalibrasi untuk alat uji propeller [5] [6] . Oleh karena itu, diperlukan sebuah meja kalibrasi untuk alat uji propeler yang dirancang khusus untuk bisa mengubah posisi, sehingga hasil kalibrasi sesuai dengan yang diharapkan. Fokus dari penelitian ini adalah rancang bangun untuk meja kalibrasi alat uji propeler yang mana alat uji propeler tersebut akan membantu proses kalibrasi sensor alat uji pada 2 sikap yang berbeda. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk pengembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang meja kalibrasi dan juga alat uji propeler

berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada bagaimana mengembangkan meja kalibrasi untuk alat uji propeler agar dapat dilakukan kalibrasi sensor dengan menggunakan 2 sikap. Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan membuat meja kalibrasi yang dapat melakukan kalibrasi sensor untuk alat uji propeler. Penelitian ini berfokus pada Meja kalibrasi yang dikhususkan dengan alat uji propeler yang ada pada Politeknik Negeri Bandung yang memiliki ukuran lingkaran 20 mm ketinggian 1000 mm Panjang dan lebar 600x600 mm ukuran propeler 9x7 inch

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun yang meliputi beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan, perancangan meja kalibrasi, perhitungan desain, simulasi, proses manufaktur, dan analisis hasil. *Flow chart* ditunjukkan pada Gambar 1.

2.1 Tahapan Penelitian

Dapat dilihat pada Gambar 1, penelitian ini diawali dengan menentukan topik yang akan dibahas lalu melakukan studi literatur setelah itu melakukan perhitungan meja kalibrasi untuk menentukan ketebalan dan kekuatan yang dapat diterima material selanjutnya mendesain meja kalibrasi dengan menggunakan aplikasi AutoCAD dan melakukan simulasi pada aplikasi SolidWorks berikutnya pembuatan meja kalibrasi

Gambar 1 Flow chart meja kalibrasi

Perancangan meja kalibrasi

Spesifikasi meja kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 1.

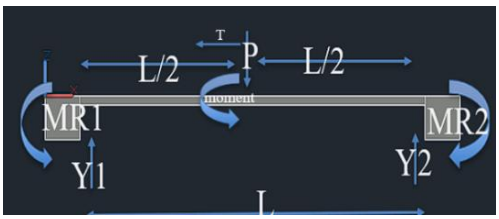
Tabel 1 Spesifikasi meja kalibrasi

Jenis	Spesifikasi
Ukuran Meja	Panjang x Lebar = 600 mm x 600 mm Tinggi 1000 mm Ketebalan Plat atas = 3 mm Ketebalan Plat samping = 2 mm
Material	Baja
Beban yang harus diterima meja	5 kg
Safety Factor	Lebih dari 3
Deformasi	Kurang dari 1%

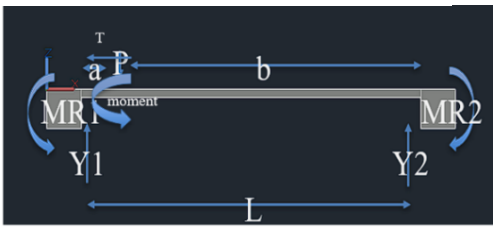
Pada tabel 1 adalah spesifikasi yang dimiliki oleh meja kalibrasi yang memiliki ukuran 600 mm x 600 mm yang memiliki ketinggian 1000 mm dan memiliki perbedaan ketebalan plat atas dan plat samping yaitu plat atas memiliki ketebalan 3 mm dan plat samping memiliki ketebalan 2 mm dan material yang digunakan adalah baja yang dapat menahan beban 5 kg mengikuti loadcell pada alat uji propeler [7]yang ada di hanggar Politeknik Negeri Bandung, Memiliki safety factor lebih dari 3 dan deformasinya kurang dari 1 %.

2.2 Perhitungan meja kalibrasi

Langkah selanjutnya setelah melakukan spesifikasi meja kalibrasi maka menentukan nilai dari tekanan maksimal dari meja kalibrasi, langkah yang harus ditentukan lebih dahulu adalah pembuatan *freebody diagram. [8]* Dapat dilihat pada gambar 2 adalah free body diagram untuk plat A yang horizontal dan gambar 3 untuk plat B yang secara vertikal.



Gambar 3 FBD Plat A



Gambar 2 FD plat B

Setelah itu lakukan beberapa rumus untuk Mengetahui nilai dari tekanan total Rumusnya adalah sebagai berikut
Menentukan Nilai Momen reaksi (MR) Rumusnya [9]

$$MR1 = \frac{Pab^2}{L^2} \quad , \quad MR2 = \frac{Pa^2b}{L^2} \qquad (1)$$

Keterangan

MR1 : Momen reaksi pada bidang 1 (Nm)

MR2 : Momen reaksi pada bidang 2 (Nm)

P : Massa (N)

L : Panjang Total (mm)

a : Jarak dari awal hingga beban (mm)

b : Jarak dari beban hingga akhir (mm)

Lalu Cari MR 1 dan 2 untuk plat B

$$MR1 = MR2 = \frac{P \, . L}{8} \qquad (2)$$

Keterangan

MR1 : Momen reaksi pada bidang 1 (Nm)

MR2 : Momen reaksi pada bidang 2 (Nm)

P : Massa (N)

L : Panjang Total (mm)

Setelah mengetahui nilai MR 1 dan 2 pada kedua plat cari nilai Y1 dan Y2 untuk kedua plat. lakukan perhitungan untuk mencari nilai dari Y1 dan Y2 dari plat A dan plat B Rumusnya adalah

$$\sum F_y = 0 = -Y1 - Y2 + P$$
$$P = Y1 + Y2 \quad (3)$$

Keterangan

Y1 : Yield 1 (N)

Y2 : Yield 2 (N)

P : Berat (N)

Tentukan terlebih dahulu nilai untuk SF dikarenakan nilai BM membutuhkan nilai SF. Untuk menentukan SF dapat menggunakan rumus

$$\sum F_y = 0 = -Y1 - SF1$$
$$SF1 = -Y1 \quad (4)$$

Keterangan

Y1 : Yield 1 (N)

SF1 : Shear force 1 (N)

Setelah itu tentukan BM1 dengan menggunakan rumus

$$\sum m = 0 = MR1 - BM1 - SFX \quad (5)$$

Keterangan

MR1 : momen reaksi (Nm)

MR2 : Momen reaksi (Nm)

SF : Shear force (N)

X : Jarak (mm)

Selanjutnya lakukan untuk section 2 pada plat A untuk menentukan SF2 dan BM2

$$\sum F_y = 0 = -Y1 - SF2 + P \quad (6)$$

Keterangan

Y1 : Yield 1 (N)

SF1 : Shear force 1 (N)

P : Beban (N)

Setelah itu tentukan BM2 dengan menggunakan rumus

$$\sum m = 0 = MR1 - BM2 - SF2X \mp P \,.\, a \quad (7)$$

Keterangan

MR1 : Momen reaksi (Nm)

BM2 : Bending momen (Nm)

SF : Shear force (N)

X : Jarak (mm)

P : Beban (N)

a : Jarak dari awal hingga titik a (mm)

Lakukan hal yang sama untuk plat B ru mus untuk plat A dan B tidak terlalu berbeda.
nilai dari BM maka tentukan nilai inersia untuk platnya, kedua plat menggunakan rumus yang sama untuk inersianya, platnya memiliki bentuk persegi yang berarti rumus inersianya adalah

$$I = \frac{1}{12} B h^3 \quad (8)$$

Keterangan

I : Inersia

B : Panjang

h : Tinggi

Setelah menentukan inersia dari plat A dan B maka tentukan tegangan total dari material tersebut, ini untuk memastikan bahwa material tersebut aman jika diberikan beban sekian.

$$\sigma \equiv \frac{BM \,.\, y}{I} \quad (9)$$

Keterangan

σ : Tegangan (N/mm^2)

BM : Bending momen (Nm)

y : Kemungkinan regangan (mm)

I : Inersia (mm^4)

Dikarenakan semua gaya sudah diketahui maka dapat langsung dimasukan saja nilai nilainya kedalam persamaannya.

$$y \equiv \frac{L}{2} \quad (10)$$

Keterangan

y : Kemungkinan regangan (mm)

L : Panjang (mm)

Setelah mengetahui nilainya, Lalu bandingkan dengan hasil dari tekanan total dengan kekuatan maksimal material.

$$\sigma tot < \sigma Mat$$

Lakukan pada kedua plat dikarenakan rumus untuk menentukan tekanan total sama

Menghitung penambahan beban saat propeler menghasilkan thrust. Nilai thrust adalah 0.4 N didapat dengan data ACP prop lalu ketinggian thrust standnya adalah 150 mm

$$M = F_{thrust} \times h \quad (11)$$

Keterangan

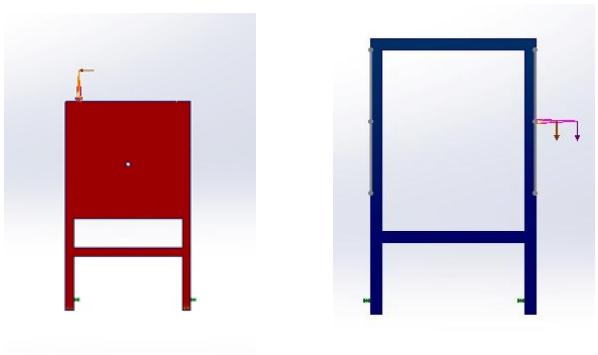
F_{thrust} : Daya Thrust (N)

h : Ketinggian tambahan (mm)

M : Moment (Nm)

2.3 Simulasi

Simulasi yang digunakan adalah simulasi yang menggunakan aplikasi SolidWorks alasan penggunaan aplikasi penggunaan SolidWorks untuk simulasi adalah adalah mudah untuk dipahami, jenis analisanya beragam, visualisasi yang sangat jelas [10] .Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan struktur meja kalibrasi terhadap beban kerja yang diterima. Simulasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Sebelum simulasi dilakukan, model tiga dimensi meja kalibrasi diberikan sifat material sesuai material yang digunakan pada proses perancangan [11] [12]. Selanjutnya, ditentukan kondisi batas berupa tumpuan tetap pada bagian kaki meja serta pembebanan sesuai hasil perhitungan beban kerja. Parameter yang diamati dalam simulasi meliputi distribusi tegangan (*von Mises stress*), deformasi, dan *factor of safety* untuk mengetahui kemampuan struktur dalam menahan beban yang bekerja [13]. Pada gambar 4 adalah desain meja kalibrasi dan pembebanan yang diberikan.



Gambar 4 Desain dan pembebanan pada simulasi

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Perhitungan

Tabel 2 adalah tabel data perhitungan

Tabel 2 Data Perhitungan untuk menentukan tekanan

Parameter	Plat A	Plat B
Y1	54,0512665	27,223
Y2	0,3947335	27,223
MR1	1,228437875	3,402875
MR2	0,064654625	3,402875
BM1	1,228437875	3,402875
BM2	2,4909045	10,208625
SF1	-54,0512665	-27,223
SF2	0,3947335	27,223

Dapat dilihat pada Tabel 2 data data yang didapatkan dengan menggunakan rumus yang telah dipaparkan pada bagian 1. Selanjutnya data inersia dari ke 2 plat Tabel 3 data inersia untuk plat A dan B.

Tabel 3 Data inersia

Plat	A	B
I	5,21E-09	1,07E-08
B	0,5	0,002
h	0,005	0,04

Tabel 3 adalah data inersia yang didapatkan dari perhitungan yang telah dijelaskan pada metode penelitian

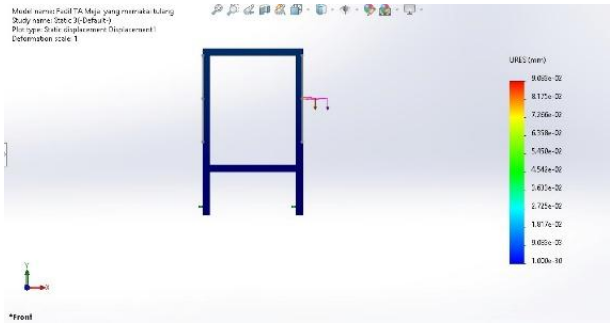
Setelah mengetahui nilai dari Inersia maka dapat gunakan rumus tekanan yang akan diterima plat dengan hasil sebagai berikut Tabel 4 Data Tekanan total

Tabel 4 Tekanan total

Plat	A	B
BM	2,490905	10,20863
y	0,0025	0,02
T	5,21E-09	1,07E-08
σ	1195634	19141172

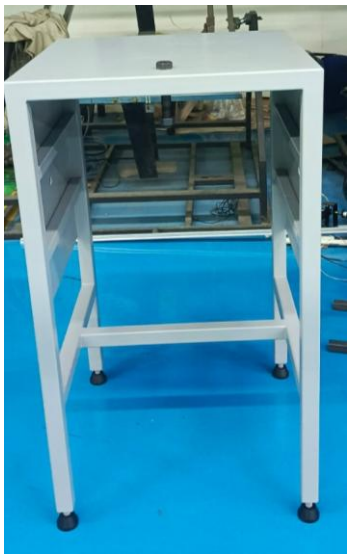
Ubah nilai yang diterima kedalam satuan MPa lalu bandingkan dengan nilai dari yield strength maksimal material. Hasil yang didapat ketika membandingkan tegangan total dengan tegangan maksimal material bahwasanya nilai dari tegangan material jauh lebih besar dibandingkan dengan tegangan total. Hal tersebut dapat memastikan bahwa material tersebut kuat saat diberi beban tertentu. [14]

Hasil simulasi



Gambar 5 Simulasi meja kalibrasi

Simulasi berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) menggunakan SolidWorkss mengonfirmasi bahwa penambahan gaya dorong *thrust* (0,4 N) dan momen beban yang diberikan batas *safety factor* 3 menghasilkan tegangan jauh di bawah batas elastis material [15].



Gambar 6 Meja kalibrasi

Fabrikasi fisik meja menghasilkan struktur yang kaku dengan sambungan las permanen. Pengujian langsung membuktikan meja mampu menahan beban hingga 15 kg dengan tingkat deformasi di bawah 1%, serta mekanisme *leveling* mampu menyesuaikan kemiringan meja secara akurat. Gambar 5 Adalah hasil simulasi dan Gambar 6 adalah foto meja yang telah dibuat

4. KESIMPULAN

Dengan permasalahan yang telah disampaikan pada latar belakang, penelitian atau penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

Mendesain dan membuat meja kalibrasi untuk digunakan oleh thrust stand yang ada pada Politeknik Negeri Bandung yang memiliki ukuran tinggi 1000 mm, panjang 600 mm, lebar 600 mm, diameter lingkaran bawah thrust stand 20 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Zaim Sidqi Islami, S.T., M.T., Ibu Dr. Citra Asti Rosalia, S.T., M.T., Bapak Vicky Wuwung, S.T., M.T., Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, serta rekan-rekan mahasiswa Aeronautika yang telah mendukung keterlaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1 Ferindo, “Apa Itu Kalibrasi? Mengenal Fungsi, Tujuan, dan Contohnya,” [Online]. Available: https://www.ferindo.id/blog/apa-itu-kalibrasi-mengenal-fungsi-tujuan-dan-contohnya_124.html. [Diakses 2024 September 2024].

2 A. S. P. d. B. H. R. A. Kumoro, “erancangan dan Analisis Ketidakpastian Uji Load Cell Menggunakan Rig Kalibrasi Presisi,” *Jurnal Otomasi dan Metrologi*, 2021.

3 R. I. Sentosa, “Rancang bangun konfigurasi pesawat model wing in ground effect eska-1: kaji sistem propulsi,” *Jamet*, 2024.

4 S. S. A. B. Prabowo, “Rancang bangun meja alat uji propeler airscrew 7040 test bench,” *Jurnal teknik*, 2025.

5 .. m. F. I. N. K. M. Sholeh, “Rancang bangun meja kalibrasi dengan menggunakan 2 sudut,” 2017.

6 S. A. M. L. B. H. R. M. Intan, “RANCANG BANGUN ALAT UJI THRUST MOTOR BRUSHLESS DENGAN VARIASI PROPELLER,” 2024.

7 Admin, “Raja loadcell,” [Online]. Available: https://rajaloadcell.com/loadcell-timbangan-fungsi-dan-jenisnya-yang-wajib-diketahui/... [Diakses 5 April 2026].

8 A. V. H. a. E. E. D. Rosengrant, “Do students use and understand free-body diagrams?,” *Physical Review Special Topics - Physics Education Research.*

9 -, “Engineering,” [Online]. Available: https://engineering.stackexchange.com/questions/15040/how-to-determine-fixed-end-moment-in-beam.

10 K. Virga, “simulasi kekuatan material,” Teknikuma, [Online]. Available: https://teknik.uma.ac.id/2025/08/19/simulasi-kekuatan-material-menggunakan-software-solidworks/.

11 Admin, “Pelajari Pengertian Material Serta Jenis-jenisnya di Sini!,,” 10 januari 2024. [Online]. Available: https://www.renos.id/blog/pengertian-material/?srsltid=AfmBOorvfoi9TS-OUkhYGUMw6o1r4ThyjI1X5wo-SX8bTTFmormEDG3Z#1.

12 . Weerg, “Panduan Lengkap tentang Aluminium: Sifat dan Manfaatnya,” 13 juli 2021. [Online]. Available: https://www.weerg.com/guides/aluminum-properties-and-advantages-of-aluminum...

13 . Fitrianto dan S. Rahyudhi, “Analisis Tegangan von Mises, Deformasi, dan Faktor Keamanan pada Struktur Rangka Mekanis Menggunakan Metode Elemen Hingga,,” *Jurnal Rekayasa Mesin,.*, 2020.

14 H. Setiawan dan B. Supriadi, “Analisis Batas Luluh Material dan Faktor Keamanan pada Perancangan Rangka Uji Mekanis,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2021.

15 H. Setiawan dan B. Supriadi, “Evaluasi Safety Factor dan Analisis Tegangan Bending pada Perancangan Rangka Uji Mekanis,” *jurnal teknik*, 2021.

HAK CIPTA

Semua makalah yang diajukan haruslah asli, karya yang dipublikasikan tidak dalam pertimbangan untuk dipublikasikan di prosiding atau jurnal ilmiah lainnya. Penulis bertanggung jawab untuk mendapatkan semua izin yang diperlukan untuk menampilkan kembali tabel, gambar dan citra. Makalah tidak berisi fitnahan, dan tidak melanggar hak-hak lainnya dari pihak ketiga.

Para penulis setuju bahwa keputusan dewan redaksi terkait kesempatan pemaparan makalah adalah final. Para penulis dilarang melakukan bujukan pada tim teknis dalam usaha untuk menerbitkan makalahnya.

Sebelum penerimaan akhir makalah, penulis diminta untuk mengkonfirmasi secara tertulis bahwa penulis adalah pemegang semua hak cipta makalahnya dan menyerahkan hak cipta tersebut pada *organizer* pelaksana seminar.