

ANALISIS PERHITUNGAN GAYA MEKANIS PADA LEAD SCREW POSISI VERTIKAL UNTUK PEMILIHAN MOTOR HEIGHT ADJUSTER MESIN TESTING EQUIPMENT HOSPITAL BED DAN DRAWER CABINET

Abud Samul Wibowo¹, Restoe Iza Mahendra², Rifan Winata Putra³, Th. Adi Nugroho⁴, Galih Prasetyo⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: adi.nugroho@atmi.ac.id

Abstrak

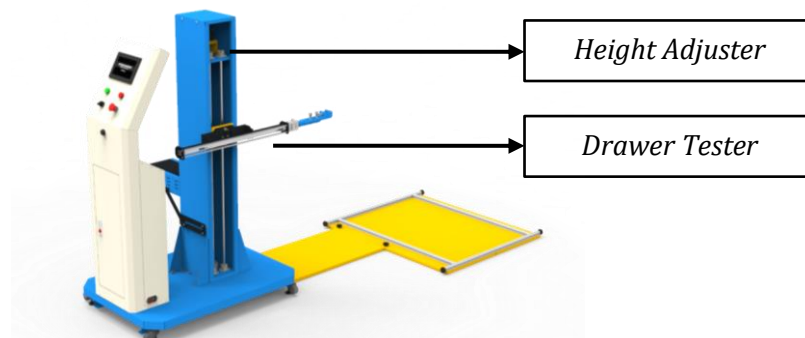
Mesin testing equipment hospital bed dan drawer cabinet dirancang untuk menguji dan memastikan kualitas, keamanan, dan kinerja optimal dari hospital bed dan drawer cabinet. Dengan semakin kompleksnya tuntutan teknologi dalam perawatan kesehatan, kualitas dan kehandalan mesin yang digunakan untuk menguji hospital bed dan drawer cabinet menjadi sangat krusial. Oleh karena itu, analisis kekuatan pada height adjuster mesin testing equipment hospital bed dan drawer cabinet menjadi sangat penting sebelum alat ini dapat digunakan. Analisis konstruksi mekanisme penggerak height adjuster menggunakan perhitungan teoritis dengan hasil sebagai berikut : torsi dengan angka keamanan pada lead screw = 87,7 n.mm, gaya dorong pada motor penggerak = 91,6 n, diameter minimal lead screw = 1,63 mm. Semua nilai hasil analisis berada di bawah nilai batas yang diizinkan, menunjukkan bahwa konstruksi mekanisme penggerak height adjuster aman dan dapat digunakan secara efektif.

Kata kunci: *Testing Equipment, Lead Screw, Motor Selection, Height Adjuster*

1. PENDAHULUAN

Mesin *testing equipment hospital bed* dan *drawer cabinet* dirancang untuk menguji dan memastikan kualitas, keamanan, dan kinerja optimal dari *hospital bed* dan *drawer cabinet*, yang merupakan elemen penting dalam perawatan kesehatan di rumah sakit. Dalam industri perawatan kesehatan, keandalan dan kualitas peralatan rumah sakit memainkan peran yang sangat krusial dalam memberikan perawatan yang efektif dan aman bagi pasien. Di antara berbagai peralatan medis yang esensial, *hospital bed* dan *drawer cabinet* merupakan dua elemen utama yang mendukung fungsi dan efisiensi rumah sakit. Keduanya memiliki peran penting dalam menyediakan lingkungan yang nyaman dan terorganisir bagi staf medis dan pasien.

Dengan semakin kompleksnya tuntutan teknologi dalam perawatan kesehatan, kualitas dan kehandalan mesin yang digunakan untuk menguji *hospital bed* dan *drawer cabinet* menjadi sangat krusial. Mesin *testing equipment* yang dirancang khusus untuk tujuan ini memainkan peran yang sangat vital dalam memastikan bahwa peralatan tersebut memenuhi standar keselamatan, kinerja, dan kualitas yang telah ditetapkan.



Gambar 1. Mesin Testing Equipment Hospital Bed dan Drawer Cabinet

Salah satu *unit* pada mesin *testing equipment hospital bed* dan *drawer cabinet* yaitu *unit frame* yang terdiri dari *base* dan *housing* berfungsi untuk tempat keseluruhan komponen *unit* pengujian, dimana pada *housing* terdapat komponen mekanis untuk mengatur ketinggian *pneumatic cylinder* pada *unit drawer tester* dengan berat total komponen sebesar 10 kg.

Dari permasalahan di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah yang akan muncul dalam membuat *height adjuster* pada mesin *testing equipment hospital bed* dan *drawer cabinet*, antara lain : proses pembuatan *height adjuster*, yaitu jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan *height adjuster*, mekanisme dan penggerak *height adjuster*. Uji fungsional dan uji kinerja *height adjuster* pada mesin dan pada proses terakhir harus menunjukkan bahwa *height adjuster* aman digunakan dan dapat berfungsi dengan baik.

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari jurnal ini adalah untuk menyajikan tinjauan menyeluruh tentang perancangan *height adjuster* mesin *testing equipment hospital bed* dan *drawer cabinet*. Tujuan penelitian dari jurnal ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa torsi yang dibutuhkan mekanisme penggerak mesin.
2. Membuktikan diameter *lead screw* memenuhi syarat.
3. Membuktikan bahwa desain *height adjuster* aman untuk digunakan.

2. METODOLOGI

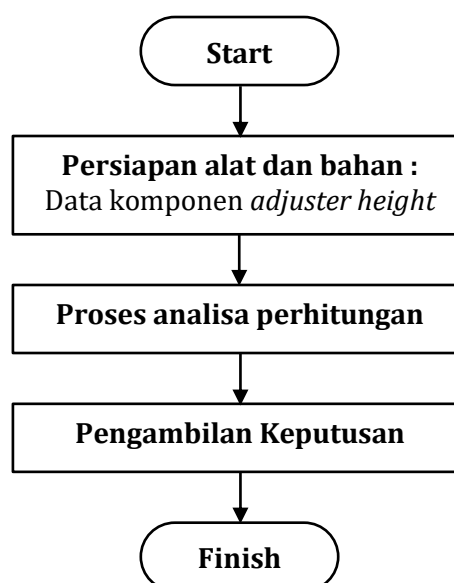
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis perhitungan teoritis. Lalu dari hasil identifikasi atau analisis perhitungan tersebut dilakukan proses pengambilan kesimpulan dengan melihat apakah bentuk dan material yang digunakan aman diaplikasikan untuk *height adjuster* pada mesin *testing equipment hospital bed* dan *drawer cabinet*.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 2. *Flowchart* Proses Penelitian

2.2.1. Persiapan Alat dan Bahan

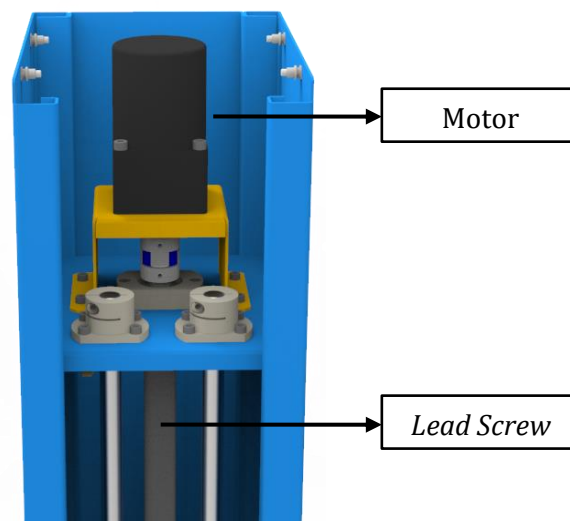
Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan *laptop*/PC dengan jenis *processor Inter(R) Core(TM) i5-9300H CPU @2.40GHz (8 CPUs)* dan memori minimal RAM size 8 GB. Laptop ini digunakan untuk operasi analisis dan pembukaan file seperti yang tertera pada **gambar 2**.

2.2.2. Persiapan Data

Persiapan data dilakukan dengan wawancara dan/atau konsultasi dengan *customer* dan pembimbing tugas akhir serta diskusi dengan anggota kelompok tugas akhir, sehingga didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam penyusunan *input* pada data perhitungan teoritis. Selain melalui wawancara dan/atau konsultasi serta diskusi, data penelitian didapatkan dari jurnal penelitian sebelumnya dan data pendukung lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Height adjuster dari unit *housing* akan dianalisis menggunakan perhitungan teoritis meliputi perhitungan gaya-gaya mekanis pada *lead screw*. Hasil dari analisis ini untuk mengetahui torsi yang dibutuhkan untuk mekanisme *lead screw* yang menentukan jenis motor yang akan digunakan sehingga aman dan dapat digunakan pada *height adjuster* unit *drawer tester*.



Gambar 3. Mekanisme Penggerak *Height Adjuster*

3.1. Perhitungan Torsi *Lead Screw*

Lead screw digunakan untuk mentransmisikan gaya dengan putaran menjadi gerakan lurus dengan tepat. *Height adjuster* menggunakan menggunakan mekanisme *lead screw* dengan data sebagai berikut.

Diketahui :

Massa komponen (m)	= 10 kg
Panjang <i>lead screw</i> (L)	= 1200 mm
Diameter ulir (d)	= 25 mm
Diameter efektif ulir (d_m)	= 22,5 mm
<i>Pitch</i> (P)	= 5 mm
<i>Lead angle</i> (θ)	= 4°
Koefisien gesek dinamis (μ)	= 0,21
Efisiensi <i>gearbox</i> (η_g)	= 0,81
Waktu tempuh (t)	= 30 detik
<i>Safety factor</i> (Sf)	= 2

Kecepatan Linear (v)

$$\begin{aligned} v &= L/t \\ &= 1200/30 \\ &= 40 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

Putaran Tiap Menit (n)

$$\begin{aligned} n &= (v \cdot 60)/P \\ &= (40 \cdot 60)/5 \\ &= 480 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Rasio Putaran (i)

$$\begin{aligned} i &= n_{\text{katalog}}/n_{\text{diinginkan}} \\ &= 1200/480 \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

Gaya Dorong (F_{thrust})

$$\begin{aligned} F_{\text{thrust}} &= m \cdot g (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) \\ &= 10 \cdot 9,8 (\sin 4^\circ + 0,21 \cdot \cos 4^\circ) \\ &= 27,9 \text{ N} \end{aligned}$$

Efisiensi Lead Screw (η)

$$\begin{aligned} \eta &= (1 - \mu \cdot \tan \theta)/(1 + \mu/\tan \theta) \\ &= (1 - 0,21 \cdot \tan 4^\circ)/(1 + 0,21/\tan 4^\circ) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

Load Torque (TL)

$$\begin{aligned} TL &= (F_{\text{thrust}} \cdot P)/(2 \cdot \pi \cdot \eta) \\ &= (27,9 \cdot 5)/(2 \cdot \pi \cdot 0,25) \\ &= 88,8 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Torsi Motor (TM)

$$\begin{aligned} TM &= TL/(i \cdot \eta_g) \\ &= 88,8/(2,5 \cdot 0,81) \\ &= 43,85 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Torsi Dengan Angka Keamanan (T')

$$\begin{aligned} T' &= TM \times Sf \\ &= 43,85 \times 2 \\ &= 87,7 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

3.2. Perhitungan Motor Penggerak

Berdasarkan perhitungan torsi *lead screw*, maka dipilih motor *electromagnetic brake single phase* dengan *gearhead* rasio 1 : 3 yang mempunyai torsi 120 N.mm dan putaran motor 120 rpm dengan *output power* 6 watt. Lalu dilakukan perhitungan ulang dengan *input* data dari spesifikasi motor untuk mengetahui kemampuan motor terhadap spesifikasi mekanisme penggerak *lead screw*.

Diketahui :

Putaran motor (n_{motor})	= 1200 rpm
Rasio putaran (i)	= 3
Torsi motor (TM)	= 120 N.mm
Efisiensi <i>gearbox</i> (η_g)	= 0,81
Efisiensi <i>Lead Screw</i> (η)	= 0,25
<i>Pitch</i> (P)	= 5 mm

Kecepatan Motor (v')

$$\begin{aligned} v' &= (n_{\text{motor}} \cdot P)/(60 \cdot i) \\ &= (1200 \cdot 5)/(60 \cdot 3) \\ &= 33,3 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

Load Torque (TL)

$$\begin{aligned} TL &= TM \cdot i \cdot \eta_g \\ &= 120 \cdot 3 \cdot 0,81 \\ &= 291,6 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Gaya Dorong (F_{thrust})

$$\begin{aligned} F_{thrust} &= (TL \cdot 2 \cdot \pi \cdot \eta) / P \\ &= (291,6 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,25) / 5 \\ &= 91,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya dorong yang dihasilkan dari motor penggerak sebesar 91,6 N, gaya dorong minimal yang dibutuhkan untuk menggerakkan *lead screw* adalah 27,9 N, maka dapat disimpulkan bahwa motor tersebut mampu digunakan sebagai penggerak *height adjuster*.

3.3. Perhitungan Diameter Minimal Lead Screw

Perhitungan diameter minimal poros bertujuan untuk memastikan bahwa poros memenuhi syarat beban yang diijinkan agar konstruksi aman digunakan.

Diketahui :

Material poros	= St. 37
Modulus elastisitas (E)	= 210000 N/mm ²
Massa komponen (m)	= 10 kg
Panjang poros (L)	= 1200 mm
Faktor pemasangan (c)	= 0,5
Percepatan gravitasi (g)	= 9,8 m/s ²
Safety factor (Sf)	= 2

Gaya Tekan (F)

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ &= 10 \cdot 9,8 \\ &= 98 \text{ N} \end{aligned}$$

Inersia Minimal (I_{min})

$$\begin{aligned} I_{min} &= (F + Sf \cdot L_k^2) / \pi^2 \cdot E \\ &= (98 + 2 \cdot (1200 \cdot 0,5)^2) / \pi^2 \cdot 210000 \\ &= 0,347 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Diameter minimal (d)

$$\begin{aligned} d &= \sqrt[4]{(64 \cdot I) / \pi} \\ &= \sqrt[4]{(64 \cdot 0,347) / \pi} \\ &= 1,63 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diameter *lead screw* yang digunakan sebesar 25 mm, diameter minimal yang diijinkan untuk *lead screw* adalah 1,63 mm, maka dapat disimpulkan bahwa *lead screw* aman digunakan sebagai mekanisme penggerak *adjuster height*.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis menggunakan perhitungan teoritis maka dapat disimpulkan bahwa mekanisme *lead screw* pada *height adjuster* memiliki hasil analisis sebagai berikut: torsi dengan angka keamanan pada *lead screw* = 87,7 n.mm, gaya dorong pada motor penggerak = 91,6 n, diameter minimal *lead screw* = 1,63 mm. Dari hasil analisis tersebut, nilai yang didapatkan tidak melebihi nilai yang diizinkan sehingga aman dan dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Robert L, Mott, Vavrek Edward M, dan Wang Jyhwen. 2018. *Machine Elements in Mechanical Design*. Amerika Serikat: Pearson.
- Gopinath, P. M., & Senthilvelan, T. 2019. *Analysis of mechanical advantage and efficiency of a lead screw in power screw mechanism. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*.

- Choi, S. B., & Lee, K. M. 2017. *Force analysis of a lead screw for a ball screw system with rotational error of the screw shaft. Journal of Mechanical Science and Technology.*
- Huang, X., He, D., & Dai, J. S. (2017). *Static and dynamic analysis of screw drive systems with friction. Mechanism and Machine Theory.*
- Moore, Jacob. 2020. *Power Screw.*
http://mechanicsmap.psu.edu/websites/7_friction/74_screws/screws.html.
diakses 18 Februari 2023.