

## PENGUJIAN SISTEM MEKANIK *LEVEL GAUGING*

SUROSO \*, DWI PRIYANTORO \*, ZAINUL KAMAL \*\*

\* Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 YKBB Yogyakarta 55281

Telepon 0274- 484085, 489716, Faksimili 0274-489715, E-mail : sttn@batan.go.id

\*\* Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 YKBB Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 488435

E-mail : ptapb@batan.go.id

### **Abstrak**

**PENGUJIAN SISTEM MEKANIK *LEVEL GAUGING*.** Telah dilakukan pengujian sistem mekanik yang mampu mengangkat beban maksimum 20 kg dan membuat gerakan vertikal naik-turun dengan tujuan untuk mendapatkan ketinggian atau jarak tertentu untuk mengetahui kecepatan angkat, arus yang diserap dan tegangan yang dibutuhkan. Data pengujian menunjukkan bahwa sistem mekanik level gauging mampu mengangkat beban 20 kg dengan kecepatan angkat 2,1 mm/detik, arus yang diserap motor dc 1,39 ampere dengan tegangan sumber 12 volt.

Kata kunci: pengujian, mekanik, gauging

### **Abstract**

**THE TESTING OF *LEVEL GAUGING MECHANIC SYSTEM*.** The Level Gauging Mechanic System, which can lift maximum 20 kg load and had been horizontally and vertically moving and determining speed of lift, value of current and voltage required. Research results were obtain that the mechanic system can lift 20 kg load with speed 2,1 mm/sec, by using 1,39 ampere current 12 volt voltage.

Keywords : testing, mechanic, gauging.

### **PENDAHULUAN**

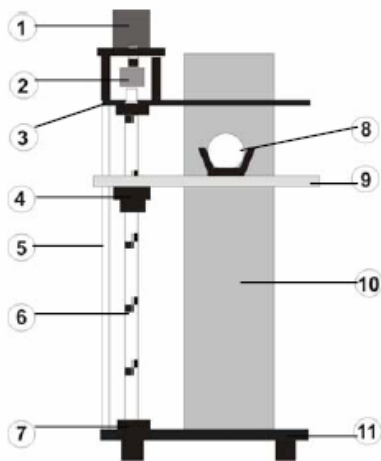
Pada dunia industri, rancang bangun teknik mengalami kemajuan yang sangat pesat, misalnya pada industri kertas, industri perminyakan, industri transportasi dan lain-lain. Salah satu kegiatan rancang bangun teknik untuk mendukung aplikasi teknologi nuklir di bidang industri diantaranya adalah untuk keperluan pengukuran level atau batas permukaan cairan atau serbuk yang berada pada tangki. Teknologi tersebut biasa dipakai pada industri perminyakan, dan industri-industri lain yang berkaitan dengan pengukuran tinggi permukaan cairan atau serbuk pada tangki.

Pada pengukuran level atau batas permukaan cairan atau serbuk yang berada pada

tangki ada berbagai macam alat ukur yang dipakai. Salah satu alat tersebut adalah *Level Gauging* yang merupakan salah satu aplikasi dari teknologi nuklir untuk industri. Keuntungan dari alat ini dibandingkan dengan alat ukur sensor elektrik adalah bahwa *Level Gauging* tidak dipengaruhi oleh gangguan-gangguan yang bersifat fisis misalnya suhu, tekanan, dan kelembaban; sehingga akurasi, efisiensi dan ketahanan dari alat ini relatif lebih baik daripada alat ukur yang menggunakan sensor elektrik<sup>[1]</sup>.

Peralatan mekanik yang dirancang bangun untuk menunjang alat tersebut adalah sistem pengangkat dudukan detektor dan sumber radiasi yang digerakkan oleh motor DC (*Direct Current*). Pada dasarnya peralatan mekanik yang dirancang berupa dongkrak

untuk menggerakkan dudukan dengan menggunakan ulir daya/sekerup pengangkat yang diputar oleh daya yang bersumber dari motor DC. Untuk mengangkat beban dengan jarak yang pendek sangat cocok dipakai perancangan seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Konstruksi Sistem Mekanik Level Gauging Dinamis

Keterangan:

1. Penggerak (motor)
2. Kopel
3. Plat dudukan motor
4. Tabung ulir
5. Tiang jalan
6. Poros ulir
7. Bearing/bantalan
8. Detektor
9. Plat dudukan detektor
10. Tabung air
11. Rangka dan dudukan dasar

Rancang bangun yang dilakukan bertujuan untuk membuat prototipe sistem mekanik *Level Gauging* dinamis, dan hasil rancang bangun yang diperoleh diharapkan dapat mempermudah pengukuran batas ketinggian cairan atau serbuk dalam tangki yang tertutup.

#### TATA KERJA PENELITIAN

Tata kerja dalam penelitian yang dilakukan meliputi perancangan, perhitungan dan pengujian.

#### Perancangan

Kegiatan perancangan merupakan perhitungan dan pemilihan bahan yang akan

dipakai untuk penelitian yang didasarkan pada faktor keandalan atau faktor ketahanan mekanis dari bahan yang dipersyaratkan seperti tegangan bengkok, tegangan tekan, momen patah, tekanan bidang yang diijinkan dan parameter lainnya, serta memperhitungkan faktor ekonomis. Perancangan meliputi perhitungan batang ulir, tabung ulir, bantalan /bearing, roda gigi, pemilihan motor penggerak, dan perhitungan rangka.

Sistem pengangkat dudukan detektor dan sumber radiasi yang menggunakan motor DC dirancang seperti Gambar 1, dipersyaratkan mampu mengangkat beban (berupa dudukan itu sendiri, detektor dan sumber radiasi) dengan kapasitas berat/beban 20 kg, dapat bergerak naik turun setinggi 400 mm dengan waktu yang dibutuhkan 10 menit. Untuk keperluan tersebut, dipilih ulir pengangkat jenis trapesium dengan kisar/jarak puncak ulir ( $S$ ) = 4 mm, diameter luar dari garis dasar bentuk ulir ( $d$ ) = 18 mm; diameter teras ( $d_{tb}$ ) = 13,5 mm; diameter tengah rusuk ( $d_r$ ) = 15,75 mm, sesuai dengan normalisasi ulir N 364<sup>[2]</sup>.

#### Perhitungan Diameter Batang Ulir

Batang ulir yang direncanakan adalah batang ulir yang mampu menerima beban sebesar 20 kg dengan ketinggian gerak pengangkatan 40 cm (seperti Gambar 1). Perhitungan diameter ulir didasarkan pada besarnya tegangan tekan pada batang ulir. Diameter ulir juga harus memperhatikan sudut lereng dari ulir yang dipilih.

Tegangan tekan pada batang ulir dalam teras dengan beban 20 kg, dapat diketahui dari beban per satuan luas<sup>[2]</sup>.

#### Perhitungan Gaya Untuk Menaikkan Beban

Batang ulir dibuat dengan diameter rusuk atau  $d_r = 15,75$  mm, jarak puncak  $S = 4$  mm, dan beban  $L = 20$  kg, gaya untuk menaikkan beban dapat dihitung dengan Persamaan (1)<sup>[2,3]</sup>.

$$K = L \times \frac{S}{\pi \cdot d_r} \quad (1)$$

Jika  $P$  adalah gaya yang menekan atau beban dan  $\mu$  adalah koefisien gesekan, gaya  $W$  yang berguna untuk mengatasi tahanan gesekan dapat diperoleh melalui Persamaan (2)<sup>[2]</sup>.

$$W = P \times \mu \quad (2)$$

Diperoleh besarnya gaya lereng  $K = 1,617$  kg, gaya  $W$  yang berguna untuk mengatasi tahanan gesekan adalah  $= 2$  kg.

#### Pemilihan/Perhitungan Motor Penggerak

Untuk ulir dengan kisar 4 mm, maka dalam 1 putaran dapat melakukan gerakan naik setinggi 4 mm, untuk mendapatkan ketinggian 400 mm dalam 10 menit maka ulir harus berputar  $= (400/4 \text{ putaran})/10 \text{ menit} = 100 \text{ putaran}/10 \text{ menit} = 10 \text{ putaran}/\text{menit}$ .

Untuk 1 putaran bergerak 4 mm maka dalam 10 putaran tiap menit dapat bergerak ketinggian angkat setinggi  $10 \times 4 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$  atau  $(v) = 4 \text{ cm}/\text{menit}$ .

Kecepatan angkat  $(v) = 400 \text{ mm}/10 \text{ menit}$

$= 0,000666 \text{ meter}/\text{detik}$ .  
Daya untuk mengangkat beban<sup>[2]</sup>

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= P.v. & (3) \\ &= 20 \text{ kg} \cdot 0,000666 \text{ m/dtk} \\ &= 0,0133 \text{ kgm/dtk} \end{aligned}$$

Untuk rendemen/kedayagunaan ulir selalu lebih kecil dari 50%<sup>[5]</sup> untuk hal ini, kedayagunaan mekanik adalah 20,22%, maka dapat ditulis kebutuhan daya (N):

Daya yang diperlukan

$$\begin{aligned} N &= (100/20,22) \times 0,0133 \text{ kg m/dtk} \\ &= 0,0657 \text{ kgm/dtk} \end{aligned}$$

#### Daya Rugi Pada Gesekan Bearing

Daya total yang dibutuhkan = daya untuk menaikkan beban + daya rugi gesek bantalan  
 $= 0,0657 \text{ kg.m/dtk} + 0,0209 \text{ kg.m/dtk} = 0,0866 \text{ kg.m/dtk}$

$$\text{Daya yang dibutuhkan} = \frac{0,0866}{75} \text{ HP} = \frac{0,0866}{75} \times 730 \text{ watt} = 0,842 \text{ watt}$$

Jika sebagai penggerak dipilih menggunakan motor DC dengan spesifikasi tegangan 12 V, agar motor mampu mengangkat beban maka daya motor harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan (4) = 0,842 watt, sehingga arus listrik yang dibutuhkan motor tersebut sebesar :

$$I = P/V = 0,842/12 = 0,07 \text{ ampere} \quad (4)$$

Untuk dapat mengangkat beban sebesar 20 kg maka motor harus dialiri Arus listrik  $> 0,07$  ampere.

#### Perhitungan Tabung Ulir

Untuk menentukan ukuran batang ulir dan tabung ulir berbagai faktor harus diperhatikan, gaya-gaya yang bekerja dapat berupa : beban aksial murni, beban aksial bersama beban puntir, beban geser dan tekanan bidang<sup>[6]</sup>.

Tinggi tabung ulir dapat ditentukan dengan berdasarkan tekanan bidang yang diijinkan  $\sigma_o$ , bidang singgung antara batang ulir dan tabung ulir. Juga diperhitungkan terhadap tegangan bengkok  $\sigma_b$  dan tegangan geser  $\tau_D$  yang terjadi.<sup>[2,6]</sup>

#### Perhitungan Tinggi Tabung Ulir

Tabung ulir dibuat dari besi cor, maka tekanan bidang yang diijinkan  $\sigma_o < 8 \text{ N}/\text{mm}^2$  bagi mur ulir besi cor<sup>[5]</sup>. Perhitungan tinggi tabung ulir dapat dihitung, jika  $F$  adalah besarnya beban,  $D$  dan  $d$  adalah diameter luar dan dalam tabung ulir maka dapat diperoleh  $n =$  jumlah jalan ulir dengan menggunakan Persamaan (5)<sup>[2]</sup>.

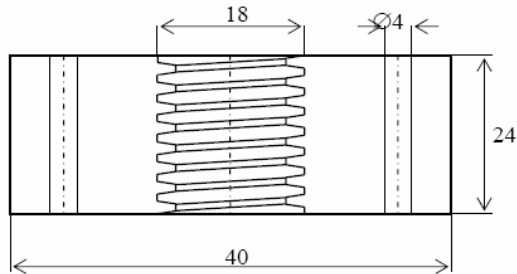
$$\sigma_o = \frac{F}{\pi/4 \cdot (D^2 - d^2) \cdot n} \quad (5)$$

$$\text{atau } n = \frac{F}{\pi/4 \cdot (D^2 - d^2) \sigma_o} \quad (6)$$

Karena beban dalam satuan metris (20 kg) ini setara dengan 196,2 Newton, maka didapat jumlah jalan ulir  $n = 3$ .

Tinggi tabung ulir  $(H) = 3 \times \text{kisar} = 3 \times 4 = 12 \text{ mm}$ , agar lebih stabil<sup>[2]</sup> dibuat 24 mm. Nilai tinggi tabung ulir  $(H)$  ini juga karena pertimbangan teknis pembuatan. Dengan jalan ulir yang mendukung dibuat 24 mm atau 6 jalan ulir. Garis tengah dalam  $(d)$  dari tabung ulir dibuat  $d = 18 \text{ mm}$ , sedangkan garis tengah luar  $D$  dibuat 40 mm. Pada tabung ulir terdapat 4

bout M8 yang dipasang untuk menghubungkan antara tabung ulir dengan meja detektor dan sumber radiasi. (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Tabung Ulir

### Tegangan Bengkok dan Tegangan Geser Pada Tabung Ulir

Tegangan bengkok terjadi karena tekanan beban. Ulir pada tabung ulir akan menerima beban aksial yang besarnya sama dengan yang diterima batang ulir. Beban aksial pada tabung ulir akan menimbulkan tegangan bengkok dan tegangan geser pada ulir, besarnya tegangan bengkok dapat ditentukan dengan rumus tegangan bengkok<sup>[2]</sup>,

$$\sigma_b = \frac{P}{0,52 \cdot H \cdot d} \quad (7)$$

didapatkan sebesar  $3,56 \text{ kg/cm}^2$ , untuk tegangan geser yang terjadi dapat dihitung dengan rumus (2)

$$\tau_D = \frac{P}{1,57 \cdot H \cdot d} \quad (8)$$

diperoleh  $1,17 \text{ kg/cm}^2$ . Tegangan ideal dapat ditentukan dengan Persamaan<sup>[2]</sup> sehingga diperoleh

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_D^2} \quad (9)$$

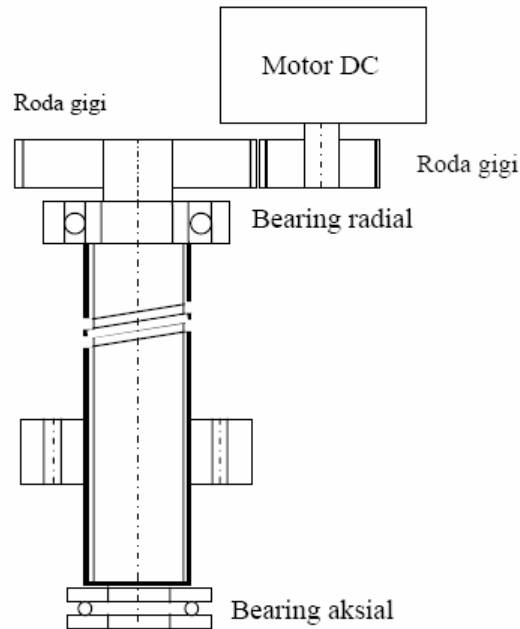
diperoleh  $\sigma_i = 4,09 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan bengkok ijin  $\sigma_b = 400 \text{ kg/cm}^2$ , sehingga tabung ulir aman.

### Roda Gigi

Pada perencanaan roda gigi didasarkan pada bentuk dasar roda gigi yaitu dua buah silinder yang saling bersinggungan menurut garis lukis, gigi dapat sejajar dengan garis lukis silinder (gigi lurus). Roda gigi diperlukan untuk memutar poros ulir, untuk itu dipilih roda gigi lurus. Keuntungan roda gigi lurus salah satunya adalah relatif mudah dalam proses pembuatan.

### Perhitungan Reduksi Roda Gigi

Mekanik penggerak untuk pengangkat beban adalah ulir pengangkat dan tabung ulir yang digerakkan oleh roda gigi yang dipasang pada poros ulir seperti Gambar 3.



Gambar 3 Bearing Pada Poros Ulir

Kecepatan angkat yang diinginkan  $v = 4 \text{ cm/detik}$ , putaran roda gigi ( $n_2$ ) =  $v/S = 40/4 \text{ rpm} = 10 \text{ rpm}$ . Jumlah gigi yang tersedia pada motor DC ( $Z_1$ ) adalah 10 gigi, sedangkan roda gigi yang untuk poros ulir yang tersedia ( $Z_2$ ) adalah 20 gigi. Untuk diameter masing-masing roda gigi dipilih, yaitu  $D_1 = 20 \text{ mm}$  dan  $D_2 = 40 \text{ mm}$ . modul  $M = 1$ <sup>[2]</sup>

### Perhitungan Daya Pada Roda Gigi

Gaya yang bekerja pada roda gigi ditentukan oleh daya yang ditransmisikan, putaran gigi dan diameter gigi atau ruji-ruji roda gigi. Gaya yang bekerja pada roda gigi dapat dihitung : Usaha = gerak x jalan<sup>[2]</sup>. Usaha biasanya dinyatakan dengan N tk (tenaga kuda) dan kecepatan poros n perputaran tiap menit, sedangkan jari-jari poros dinyatakan dengan R. Oleh karena  $1 \text{ tk} = 75 \text{ kilogram meter tiap detik}$ , maka :

$N \text{ 75 kgm tiap detik} = P \times \text{jalan yang dilalui tiap detik}$

$$N \text{ 75} \times 100 \text{ kgcm} = P \times \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{60} \quad (10)$$

Daya N telah diketahui sebesar  $0,0657 \text{ kg.m/dtk} = 0,000876 \text{ tk}$ , maka besarnya gaya (P) sebesar  $3,136 \text{ kg}$ .

#### Pemilihan dan Perhitungan Bantalan

Untuk dapat mengangkat beban aksial 20 kg pada tabung ulir, poros ulir harus dapat berputar. Agar transmisi daya dapat efisien, maka pada poros ulir perlu diberi bantalan. Untuk keperluan tersebut dipilih jenis bantalan gelinding, dikarenakan perawatan sistem pelumasan relatif sederhana. Karena beban mengarah keatas atau ke bawah gaya-gaya aksial diterima oleh bantalan, maka bantalan yang sesuai adalah bantalan aksial dan radial.

#### Perhitungan Diameter Bearing

Ukuran diameter bearing/bantalan gelinding tergantung pada bahan, golongan bidang jalan dan kecepatan (nilai diambil paling rendah 25 untuk bahan Bt 18)<sup>[2]</sup>. Diameter bearing adalah  $0,89 \text{ cm}$ , diameter dalam bearing ditentukan  $10 \text{ mm}$  jenis bearing aksial maupun radial, sedangkan diameter luar bearing  $26 \text{ mm}$  untuk aksial dan  $30 \text{ mm}$  untuk radial (seperti pada Gambar 3).

Beban yang bekerja pada bantalan aksial (bearing bawah) adalah  $= 20 \text{ kg}$ . Sesuai dengan tabel<sup>[6]</sup>, untuk diameter  $30\text{-}50 \text{ mm}$ , bantalan aksial mampu menerima beban aksial sebesar  $K_a = 209 \text{ kg}$ . Sehingga pemilihan bantalan tersebut aman. Sedangkan pada bantalan radial (bearing atas) beban yang diterima relatif kecil dan bantalan ini terutama berfungsi untuk membuat kestabilan vertikal batang ulir. Gaya radial yang terjadi dapat diabaikan.

#### Perhitungan Tegangan Tekan Pada Dudukan Bantalan Aksial

Dalam perencanaan ini blok bantalan menerima tegangan tekan, karena mendapat pembebanan dari berat detektor, sumber radiasi beserta kolimatornya, meja detektor, tabung ulir, roda gigi dan batang ulir itu sendiri yang beratnya  $20 \text{ kg}$ , sedangkan  $\sigma$  ijin bahan dari Tabel lampiran 6 sebesar  $= 60\text{-}100 \text{ N/mm}^2$

Tegangan tekan pada penampang

$$\sigma = P/A \quad (11)$$

$\sigma$  = Tegangan tekan pada penampang

dengan  $P = \text{Beban total} = 20 \text{ kg}$ ,  $D = \text{diameter luar sebesar } 26 \text{ mm}$ , dan  $d = \text{diameter dalam } 10 \text{ mm}$ .

$$A = \pi/4.(D^2-d^2). \quad (12)$$

Sehingga luas A adalah :

$$A = \pi/4 (2,62^2-1^2) = 4,52 \text{ cm}^2$$

Tegangan karena pembebanan :

$$\sigma \text{ Bushing} = P/A = 20/4,52$$

$$\sigma \text{ Bushing} = 4,42 \text{ kg/cm}^2 < 60 \text{ kg/cm}^2 \text{ (sehingga aman).}$$

#### Pengujian

Pengujian dilakukan secara bertahap, baik bagian mekanik maupun kelistrikan, baik berbeban maupun tidak berbeban. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui bekerja tidaknya bagian-bagian yang dirakit, layak dipakai atau tidak, apakah perlu penambahan bagian lain atau peralatan lain yang memungkinkan Sistem Mekanik *Level Gauging* ini bekerja dengan baik. Ada beberapa tahap pengujian yaitu:

Pengujian secara manual

Yang dimaksud dengan pengujian secara manual adalah pengujian yang dilakukan setelah perakitan bagian mekanik secara manual atau digerakkan dengan tangan, dan untuk mengetahui bagian mekanik apakah sudah bekerja dengan baik. Dalam pengujian ini motor DC belum diberi sumber tegangan atau masih terlepas. Dalam pengujian ini dilakukan pengamatan cara kerja mekanik dari pengangkat dudukan, dan mengetahui bagian mekanik yang lemah yang perlu dibuatkan spertpartnya atau suku cadangnya.

Pengujian kelistrikan

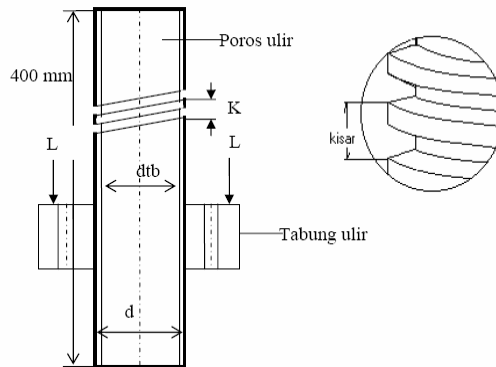
Motor DC sebelum dirakit atau dipasang perlu diuji terlebih dahulu untuk memastikan apakah motor siap pakai. Kabel yang dipakai dipastikan tidak rusak, tidak ada kebocoran dan harus baik. Pengujian motor DC ini menggunakan catu daya dengan tegangan keluaran  $12 \text{ Volt}$ .

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika bahan yang dipakai untuk batang ulir adalah Fe 360 dengan tegangan tekan yang diijinkan  $\sigma d = 60 - 100 \text{ N/mm}^2$  (Stolk, J., 1984), dan dikonversi kedalam satuan metris menjadi  $611,62 \text{ kg/cm}^2$  serta dengan memasukkan nilai  $\sigma d$  tersebut diperoleh  $d =$

0,2040 ≈ 1 cm. Ukuran dari batang ulir dapat dilihat pada Gambar 4.  
 Dari Tabel N 364 (2) didapat :  
 Garis tengah luar  $d = 18$  mm  
 Garis tengah teras  $d_{tb} = 13,5$  mm

Dalamnya ulir  $t_l = 2,25$  mm  
 Kisar  $k = 4$  mm;  
 Garis tengah rusuk  $d_r = 16$  mm (dari jenis ulir Trapesium)



Gambar 4. Batang Ulir dan Tabung Ulir Pengangkat

Hasil perhitungan gaya total untuk menaikkan beban 20 kg :  
 $= 1,617 \text{ kg} + 2 \text{ kg} = 3,617 \text{ kg}$

Pengujian sistem mekanik yang dilakukan adalah dengan memberikan catu daya pada motor DC.

Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui unjuk kerja dari prototype sistem mekanik level gauging dinamis yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan perancangan yang dikehendaki dan dilakukan pembahasan lebih lanjut data-data yang diperoleh dari masing masing pengujian.

**Pengujian Kestabilan Gerakan Angkat-Turun**

Pengujian kestabilan diperlukan untuk mengetahui kestabilan gerakan angkat dan gerakan turun dari meja detektor pada poros ulir dengan jarak angkat per 2 cm dari jarak angkatan 30 cm, hal ini disesuaikan dengan jarak pencacahan untuk scanning pada sistem instrumentasi dan disesuaikan dengan diameter detektor GM yang dipakai yaitu 4 cm. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sumber tegangan kerja minimum dan arus minimum pada motor listrik tanpa beban (beban hanya berupa meja detektor).

Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 1 dan 2 sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Waktu Angkat-Turun Uji Kestabilan

No	Jarak angkat-turun (cm)	Waktu naik (detik)	Waktu turun (detik)
1	2	51	49
2	4	53	50
3	6	54	49
4	8	52	49
5	10	51	50
6	12	52	50
7	14	50	50
8	16	50	50
9	18	52	51
10	20	52	46
11	22	53	48
12	24	52	48
13	26	51	49
14	28	52	48
15	30	52	50

1. Catu daya yang diberikan ke motor: 12 volt, 0,3 Ampere
2. Beban yang diberikan : 3 kg (berupa beban dari meja dudukan detektor)

Untuk jarak angkat 0-2 cm waktu yang diperlukan adalah 51 detik. Untuk ulir dengan kisar 4 mm, ini berarti setiap putaran motor mampu menaikkan beban setinggi 4 mm.

Dari data Tabel 1, dapat diketahui kecepatan angkat untuk gerakan naik maupun turun.

Tabel 2. Kecepatan Angkat Uji Kestabilan

No	Jarak angkat-turun (cm)	Kecepatan angkat (mm/dt)	Kecepatan turun (mm/dt)	Putaran naik (rpm)	Putaran turun (rpm)
1	2	0,392	0,408	5,88	6,12
2	4	0,377	0,400	5,66	6
3	6	0,370	0,408	5,56	6,12
4	8	0,385	0,408	5,77	6,12
5	10	0,392	0,400	5,88	6
6	12	0,385	0,400	5,77	6
7	14	0,400	0,400	6	6
8	16	0,400	0,400	6	6
9	18	0,385	0,392	5,77	5,88
10	20	0,385	0,435	5,77	6,52
11	22	0,377	0,417	5,66	6,25
12	24	0,385	0,417	5,77	6,25
13	26	0,392	0,408	5,88	6,12
14	28	0,385	0,417	5,77	6,25
15	30	0,385	0,400	5,77	6

Dari Tabel 2 jarak angkat maupun turun terjadi perbedaan antara jarak 0-30 cm, hal ini disebabkan karena ulir pada poros ulir pada daerah angkat tertentu memiliki tingkat kekasaran yang berbeda sehingga memerlukan daya yang berbeda pula untuk mengangkat beban. Untuk mengatasi hal itu perlu diberikan pelumasan pada poros ulir maupun tiang jalan.

#### Pengujian Dengan Variasi Beban

Pengujian variasi beban bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban terhadap besarnya daya motor (daya yang sebenarnya) dengan

memperhitungkan besarnya gaya gesek total yang terjadi.

Daya motor = tegangan (V) x arus listrik (I) yang diserap motor

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan beban yang bervariasi antara 3 kg s/d beban maksimum 20 kg.

Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 3 sebagai berikut,

Tegangan (V) yang diberikan = 12 volt, dan jarak angkat-turun = 10 cm

Tabel 3. Arus dan Waktu Pada Uji Variasi Beban

No	Beban (kg)	I motor naik (ampere)	I motor turun (ampere)	Waktu naik (detik)	Waktu turun (detik)
1	3	1,02	0,91	43	41
2	5	1,04	0,92	43	42
3	10	1,1	0,92	45	42
4	15	1,27	0,96	45	43
5	20	1,39	1,05	46	44

Pada Tabel 3. terlihat bahwa besarnya beban berpengaruh terhadap arus listrik yang diserap oleh motor, ini berarti beban mempengaruhi besarnya daya yang diperlukan untuk mengangkat beban. Semakin besar beban akan semakin besar pula daya yang diperlukan

untuk mengangkat beban sehingga arus listrik yang diserap motor juga semakin besar.

Berdasarkan data pada Tabel 3. dapat dihitung besarnya daya motor dan hasilnya disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut,

Tabel 4 Daya Motor dan Daya Perhitungan Pada Uji Variasi Beban

No	Beban (kg)	Kecepatan angkat (mm/dt)	Daya sebenarnya atau daya motor (watt)	Daya perhitungan atau daya mekanik (watt)
1	3	2,3	12,24	0,29
2	5	2,3	12,48	0,55
3	10	2,2	13,2	1,05
4	15	2,2	15,24	1,58
5	20	2,1	16,68	2,01

Dari data Tabel 4. terlihat bahwa selisih daya sebenarnya dengan daya perhitungan sangat besar. Hal ini disebabkan gaya gesekan yang terjadi sangat besar, yaitu gesekan pada poros ulir dan tabung ulir serta gesekan pada kedua tiang jalan. Sedangkan untuk kecepatan angkat pada masing-masing beban cenderung sama, ini berarti beban tidak banyak berpengaruh terhadap kecepatan angkat atau putaran motor.

#### KESIMPULAN

Dari pengujian sistem mekanik Level Gauging yang telah dibuat didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar beban akan semakin besar pula daya yang diperlukan untuk mengangkat beban sehingga arus listrik yang diserap motor juga semakin besar.
2. Untuk beban maksimum 20 kg didapatkan kecepatan angkat 2,1 mm/detik dengan arus yang diserap motor DC 1,39 ampere pada tegangan sumber 12 volt sehingga daya motor yang sebenarnya sebesar 16,68 watt.

#### SARAN

Pada penelitian ini dipakai bahan Fe 360 untuk poros ulir, tabung ulir, dan tiang jalan, selain harus dipilih bahan yang keras juga harus licin dan tidak mudah korosi agar gesekan yang terjadi tidak terlalu besar. Disarankan pada rancang bangun ini lebih cocok menggunakan bahan bronz/kuningan karena bronz selain keras juga licin dan tidak mudah korosi sehingga gesekan yang terjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan bahan Fe 360 untuk poros ulir, tabung ulir maupun tiang jalan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. "Diktat Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi", Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN, Yogyakarta, 2007.
2. ASRIL DAN ABBAS, B., 1952, *Konstruksi, Perhitungan Pemakaian Bagian-bagian Pesawat Sederhana*, H. Stam, Jakarta.
3. BASLIM, A., 1953, *Pesawat-pesawat Pengangkat*, H. Stam, Jakarta.
4. PURBHADI, A., 2006, "Panduan Praktikum Pemeliharaan dan Perbaikan Mesin Listrik", STTN-BATAN, Yogyakarta.
5. STOLK, J., KROS C., terjemahan oleh H. Herdarsin, 1984, *Elemen Konstruksi dari Bagian Mesin*, Erlangga, Jakarta.
6. SUROSO, 2006, "Rancang Bangun Sistem Pengangkat Beban Kapasitas 100 kg Untuk Praktikum Radiografi", Laporan Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN, Yogyakarta.

#### TANYA JAWAB

##### Pertanyaan

1. Bagaimana jika beban berlebih? (Eva Roslina S)
2. Apakah kecepatan angkat bisa dinaikkan? (Eva Roslina S)
3. Meja yang tidak stabil (bergoyang) apakah berpengaruh terhadap hasil cacah? (Praptana)
4. Bagaimanakah cara kerja sistem tersebut? (Aswin Anwir)
5. Bagaimana cara pengaturan kecepatan motor DC (otomatis dan manual)? (Aswin Anwir)
6. Bagaimanakah sistem ini bekerja? (Aswin Anwir)

7. Ketinggian antara step 2 sampai 3 dapat dibuat lebih detail bisa tidak? (Aswin Anwir)
  8. Kenapa bergerak naik meja dudukan tidak stabil (bergoyang)? (Aswin Anwir)
  9. Setahu saya level gauging adalah alat untuk mengukur ketinggian suatu substansi dalam tangki menggunakan suatu sumber radioaktif. Biasanya dengan banyak detector yang memanjang pada tangki. Untuk level gauging ini dengan satu detector yang digerakkan naik turun. Bagaimana metode pengukuran untuk level gauging ini? (Abdi Wirawan A)
- detail dengan membuat program baru (alat diprogram ulang)
  8. Karena ukuran/dimensi dari batang dan tabung ulir pembuatannya tidak presisi.
  9. Untuk sistem level gauging yang didisain ini antara detector dan sumber bergerak naik turun sejajar ketinggiannya sehingga tidak dibutuhkan banyak detector. Pengukurannya dengan cara detector akan bergerak sejajar dengan sumber, bergerak melakukan pencatatan 5 step ketinggian.

### Jawaban

1. Beban dalam perancangan seberat 20 kg dengan angka keamanan 2, jika diberi beban lebih maka harus dilakukan redesain agar alat tidak rusak.
2. Bisa dengan cara menambah dan mengurangi arus/ampere. Alat ini stabil pada beban 20 kg, kecepatan angkut bernilai 2,1 mm/dt arus 1,39 ampere tegangan 12 Volt
3. meja yang tidak stabil tidak berpengaruh, karena untuk mengetahui level/ketinggian permukaan cairan (serbuk berdasarkan step atau reverensi BATAN), misalnya hasil cacah antara step 2 dan 3 berbeda hasilnya dengan cacah referensi sehingga diketahui ketinggian permukaan cairan/serbuk antara level 2 dan 3.
4. bekerja berdasarkan prinsip kerja dongkrak ulir dimana proses di putar oleh motor dengan dengan melalui transmisi roda gigi, proses yang berputar menyebabkan abung uliri( plat dudukan) yang membawa detector dan sumber bergerak naik turun untuk melakukan pencacahan.
5. Cara memperoleh kedepatan motor DC dengan mengatur arus, ampere, dari uji kestabilan alat, untuk beban 20 kg kecepatan angkat 2,1 mm/dt, arus 1,39 A dengan tegangan 12 V.
6. Cara kerja sudah jelas melalui tulisan dan penjelasan kerja alat (alat dipamerkan dan dioperasikan)
7. jika batas/ketinggian fluida/serbuk lebih detail lagi misalnya pada level 2,5 maka dibuat lebih banyak step, dengan membuat program (memasukkan program). Maka kesimpulannya adalah dapat dibuat lebih

