

## RANCANGAN KENDALI KECEPATAN WINCH ACTUATOR PADA PERANGKAT DETEKSI GAMMA GEOPHYSIC LOGGING

Firman Silitonga<sup>1</sup>, Rony Djokorayono<sup>2</sup>

Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN, Kawasan Puspiptek Serpong, Gedung  
71, Tangerang -15310

### ABSTRAK

*RANCANGAN KENDALI KECEPATAN WINCH ACTUATOR PADA PERANGKAT DETEKSI GAMMA GEOPHYSIC LOGGING. Perangkat deteksi ini terdiri dari sistem deteksi, sistem data akuisisi dan sistem kendali winch aktuator. Kendali kecepatan winch aktuator ini untuk mengendalikan kecepatan 6 meter/menit dan mampu untuk membawa beban 20 kg kedalam tanah sejauh 500 meter menggunakan motor listrik. Tujuan rancangan ini untuk menentukan dan pemilihan motor sesuai dengan kendali kecepatan winch aktuator yang diinginkan. Metoda rancangan ini menggunakan data yang tersedia sehingga dapat dihitung daya motor, tegangan motor, dan putaran motor, dan kecepatan winch aktuator yang digunakan. Motor DC yang digunakan 1/20 HP, 24 V, 1140 RPM, dilengkapi dan pengaturan tegangan catu daya ke motor dari 12 V- 24 V. dan pengaturan resistansi dari 0 h - 12 h terpasang seri dengan resistansi jangkar motor*

**Kata kunci :** Perancangan, kendali kecepatan dan kecepatan motor listrik.

### ABSTRACT

*A DESIGN OF WINCH ACTUATOR SPEED CONTROL ACTUATOR ON THE GAMMA DETECTION DEVICE GEOPHYSIC LOGGING. The detection device consists of a detection system, data acquisition system and winch control system actuators. The winch speed actuator controller is for controlling the speed of detector 6 meters/minute and capable of carrying 20 kg load as far as 500 meters into the under ground using an electric motor. The purpose of this design is to determine and to select the electric motor according to speed control of winch actuator desired. The method of the design is using these used data to determine the motor power, motor rotation, and speed winch actuator used. A DC series motor of 1/20 HP, 24 V, 1140 RPM is the motor is provided with settings to the motor power supply voltage from 12 V up to 24 V and resistance from 0 h up to 12 h respectively. The resistance is connected in series with motor yoke.*

**Keywords :** Design, control speed and speed of electric motors

## 1. PENDAHULUAN

Perangkat deteksi ini berfungsi untuk mengukur kedalaman detektor gamma geophysic logging dan membawa detektor gamma logging dengan kecepatan 6 meter per menit kedalam sumur bor serta menginformasikan kedalaman dalam setiap 2 cm. Hasil pengukuran sistem deteksi diinformasikan ke komputer, signal analog intensitas dari sistem deteksi dan arah pergerakan detektor ke komputer proses.

Perangkat deteksi gamma geophysic logging terdiri atas sistem deteksi, sistem data akusisi dan kendali winch aktuator. Kendali winch aktuator perlu dirancang agar tersedia dokumen sebagai acuan untuk melakukan perakitan, pabrikasi dan pengujian sehingga keberterimaan sistem kendali winch aktuator pada perangkat kendali deteksi geophysic logging ini dapat diterima oleh pengguna. Disamping itu dapat menggunakan komponen lokal untuk fabrikasi perangkat tersebut dan mendukung industri dalam negeri sehingga ketergantungan terhadap produk tersebut dapat diatasi.

Kendali kecepatan winch aktuator ini berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor dan membawa beban 20 kg kedalam tanah dengan kedalaman kira-kira 500 meter kecepatannya 6 meter/menit, kendali winch aktuator ini menggunakan motor listrik. Agar motor listrik yang digunakan mampu menggerakkan beban dan kecepatan

## 2. DESKRIPSI SISTEM

Perangkat deteksi gamma geophysic logging diperlihatkan pada Gambar 1. Perangkat ini terdiri dari sistem deteksi, sistem kendali winch aktuator dan sistem data akusisi. Dalam hal ini akan dirancang sistem kendali kecepatan winch

serta penggunaannya efisien maka perlu dilakukan perancangan kendali kecepatan winch aktuator. Dari data-data ini dapat dihitung daya dan putaran motor yang diinginkan, serta dilengkapi dengan kendali putaran motor. Kendali kecepatan winch aktuator ini merupakan pengendalian putaran dan kecepatan motor listrik. Pengendalian putaran ini dapat dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan tegangan catu daya dan resistansi variabel yang terpasang seri dengan resistansi jangkar motor tersebut.

Perancangan ini meliputi penentuan daya motor yang digunakan, putaran motor listrik dan pengendalian putaran motor listrik agar diperoleh kecepatan tersebut. Daya motor listrik yang ditentukan berdasarkan perhitungan ini disesuaikan dengan spesifikasi teknis sehingga mudah diperoleh dipasaran. Perancangan kendali kecepatan winch aktuator ini diharapkan mampu membawa beban sebesar 20 kg dan mengendalikan kecepatan winch aktuator dengan kecepatan 6 meter/menit serta motor penggeraknya lebih ekonomis.

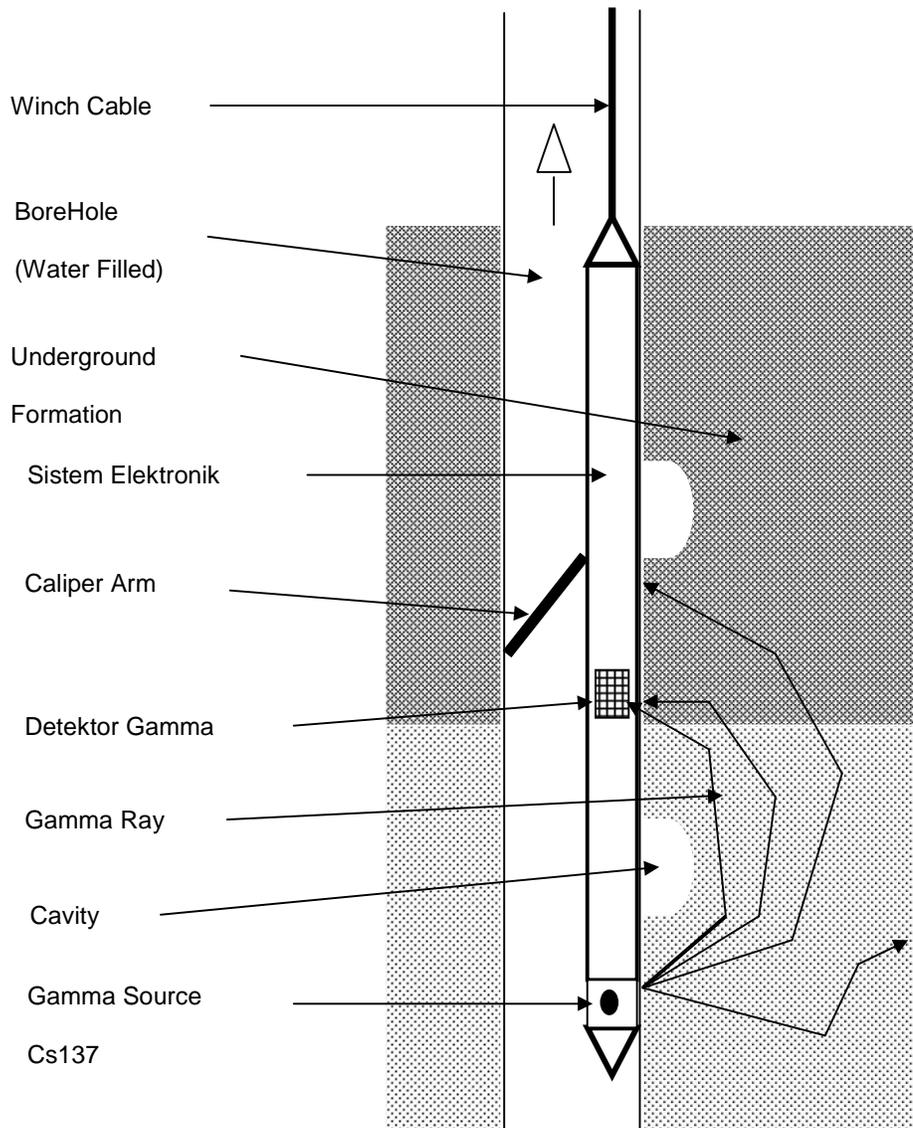
Tujuan perancangan ini adalah untuk mengendalikan kecepatan winch aktuator kedalam tanah dan membawa beban 20 kg dengan kecepatan yang ditentukan dan juga untuk melengkapi dokumen yang digunakan untuk membubrikasi kendali tersebut. Dokumen ini dapat diupgrade untuk meningkatkan kemampuannya dan dilanjutkan oleh pihak lain.

aktuator yang mampu berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban (detektor gamma, gamma source Cs 137 dll) kedalam tanah secara vertikal yang dihubungkan ke winch aktuator (penggerak kerekan) melalui winch cable. Penggerak kerekan (winch aktuator) ini untuk membawa beban sebesar 20 kg dengan kecepatan 6 meter per menit.

Dalam rancangan ini kita akan menentukan daya motor dengan menggunakan data beban dan kecepatan motor tersebut yang digunakan sebagai winch actuator. Untuk memperoleh motor listrik yang efisien dan kecepatan motor yang diinginkan pada kendali winch

actuator ini perlu diperhatikan hal –hal sebagai berikut :

- Daya winch aktuator
- Kendali kecepatan motor
- Catu daya sistem winch aktuator.



Gambar 1. Perangkat Deteksi Gamma Geophysic Logging

### Penentuan daya winch aktuator

Untuk menentukan daya mekanis yang diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan beban (detektor gamma, gamma source Cs 137 dll ) kedalam tanah secara vertikal dapat ditentukan rumus 1) berikut<sup>1)</sup> :

$$P_m = \frac{Wv \times 100}{102xy} kW \dots\dots\dots 1)$$

dengan :

- $P_m$  = daya mekanis, kW
- $W$  = berat beban yang diangkat, kg
- $v$  = kecepatan, m/dtk
- $\eta$  = efisiensi mekanis tidak termasuk efisiensi motor dalam %.

### Kendali putaran motor winch actuator

Winch actuator merupakan suatu penggerak yang menggunakan motor listrik yang diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan beban secara vertikal kedalam tanah. Kecepatan winch actuator dijaga konstan sehingga digunakan motor DC( arus searah). Motor arus searah ini ditinjau dari segi penguatan medannya sebagai berikut :

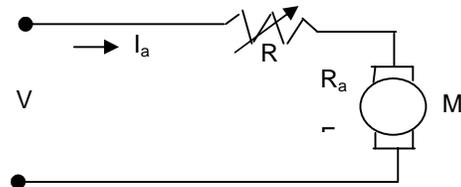
1. Motor arus searah seri
2. Motor arus searah shunt

Motor arus searah seri dapat dibagi sebagai berikut :

- a. Motor arus searah seri penguatan terpisah
- b. Motor arus searah seri penguatan permanen

Motor arus searah seri ini dilengkapi dengan memasang resistansi R seri dengan resistansi jangkar  $R_a$ , dan tegangan masuk dapat diatur seperti pada Gambar 2.

Untuk menentukan putaran motor listrik yang digunakan pada kendali kecepatan winch actuator dengan persamaan 2) berikut<sup>2)</sup>:



Gambar 2. Rangkaian motor DC seri

$$V = E_a + I_a (R + R_a)$$

$$V = c\omega + I_a (R + R_a)$$

$$n = \frac{V - I_a (R_a + R)}{c\omega} \dots\dots\dots 2)$$

$$c\omega = k \sin \theta$$

dengan:

$n$  = putaran motor per menit (RPM)

$V$  = tegangan catu daya motor listrik, volt

$R$  = resistansi yang dipasang seri dengan  $R_a$ ,  $\Omega$

$R_a$  = resistansi jangkar motor,  $\Omega$ .

Untuk mengendalikan putaran motor arus searah ini dapat dilihat persamaan 2), yaitu dengan:

- Mengendalikan tegangan masuk  $V$
- Mengendalikan resistansi R seri dengan resistansi jangkar  $R_a$ .

Motor listrik arus searah ini dengan penguatan permanen karena sistemnya lebih sederhana dan pengendalian putaran lebih mudah, sedangkan kecepatan sistem kendali winch aktuator dapat ditentukan dengan persamaan 3) :

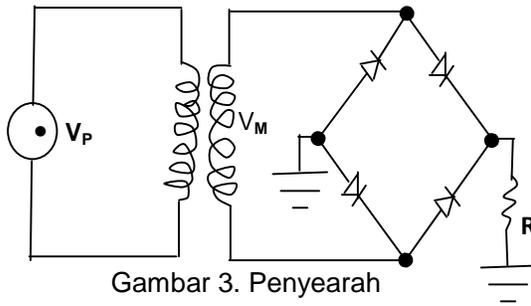
$$\text{Kecepatan} = \text{RPM} \times \text{keliling poros motor} = \text{RPM} \times \pi D \dots\dots 3)$$

dengan : RPM = putaran per menit

$D$  = diameter poros motor.

### Catu daya kendali winch aktuator

Catu daya DC untuk kendali winch actuator bersumber dari tegangan arus bolak balik diturunkan tegangannya menggunakan transformator step down dan selanjutnya menyearahkan arus bolak balik ini dengan penyearah gelombang penuh seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Penyearah

Untuk menentukan tegangan arus searah ( $V_{DC}$ ) dapat ditentukan persamaan 4) berikut<sup>31</sup> :

$$V_{DC} = \frac{2V_M}{f} \dots\dots\dots 4)$$

Untuk memperoleh tegangan sekunder sebagai berikut :

$$\frac{V_P}{N_1} = \frac{V_M}{N_2}$$

$$V_M = \frac{N_2}{N_1} V_P \dots\dots\dots 5)$$

dengan :  $V_M$  = tegangan sekunder, volt

$V_P$  = tegangan primer, volt

$N_1$  = jumlah lilitan primer

$N_2$  = jumlah lilitan sekunder

### 3.TATA KERJA PERANCANGAN

Tata perancangan kendali winch actuator ada beberapa yang perlu diperhatikan yaitu:

- Penentuan daya motor
- Penentuan putaran motor
- Penentuan catu daya motor

### Penentuan daya motor

Berat beban yang dipikul motor listrik diperkirakan sebesar 20 kg dengan kecepatan 6 meter/menit dapat ditentukan daya mekanis motor dengan rumus 1) yaitu :

$$P_m = \frac{Wv \times 100}{102xy} kW \dots\dots\dots 1)$$

$W = 20 \text{ kg}$  ;  $v = 6/60 = 0,1 \text{ m/dtk}$  dan

$$\eta = 85 \%$$

$$P_m = \frac{20 \times 0,1 \times 100}{102 \times 85} = 11,5 \text{ watt}$$

Daya motor listrik untuk berbagai beban dengan kecepatan dan efisiensi motor konstan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel1. Daya motor listrik untuk berbagai beban.

No.	Berat beban(Kg)	Daya mekanis ( $P_{out}$ ),Watt
1.	10	11,5
2.	20	23
3.	30	34,6
4.	40	46,1
5.	50	57,67
6.	60	69,2
7.	70	80,74
8.	80	92,27
9.	90	103,8
10.	100	115,34

### Penentuan putaran motor

Untuk menentukan putaran motor listrik dapat ditentukan dari persamaan 3).

Kecepatan = RPM x keliling poros motor  
= RPM x  $\pi D$

$$RPM = \frac{\text{Kecepatan}}{\text{Keliling poros}} = \frac{6}{f D} = \frac{600}{3,14 \cdot 0,5} = 308$$

Dari perhitungan ini jika diameter poros motor D untuk berbagai ukuran dan kecepatan konstan 6 meter/menit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Putaran motor listrik

No.	Diameter poros(cm)	Putaran motor(RPM)
1	0,25	616
1	0,5	308
2	1	154
3	1,5	100
4	2	96
5	2,5	76,5
6	3	63,3
7	3,5	55
8	4	48
9	4,5	42,5
10	5,0	38,25

### Untuk menentukan tegangan catu daya

Tegangan catu daya motor DC ini diperoleh dengan menyearahkan tegangan bolak balik yang dapat ditentukan sebagai berikut :

$$V_{DC} = \frac{2V_M}{f} \rightarrow V_M = \frac{f \cdot V_{DC}}{2} = \frac{3,14 \cdot 8}{2} = 12,56 \text{ volt}$$

Dari hasil perhitungan dengan menyearahkan tegangan bolak balik dengan penyearah gelombang penuh ini yang digunakan sebagai tegangan catu daya arus searah dengan persamaan 4) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tegangan bolak balik dan tegangan arus searah.

No.	Tegangan searah(volt)	Tegangan bolak balik $V_M$ (volt)
1.	8	12,56
2.	12	18,84
3.	24	37,68
4.	36	58,52
5.	42	65,94
6.	48	75,36

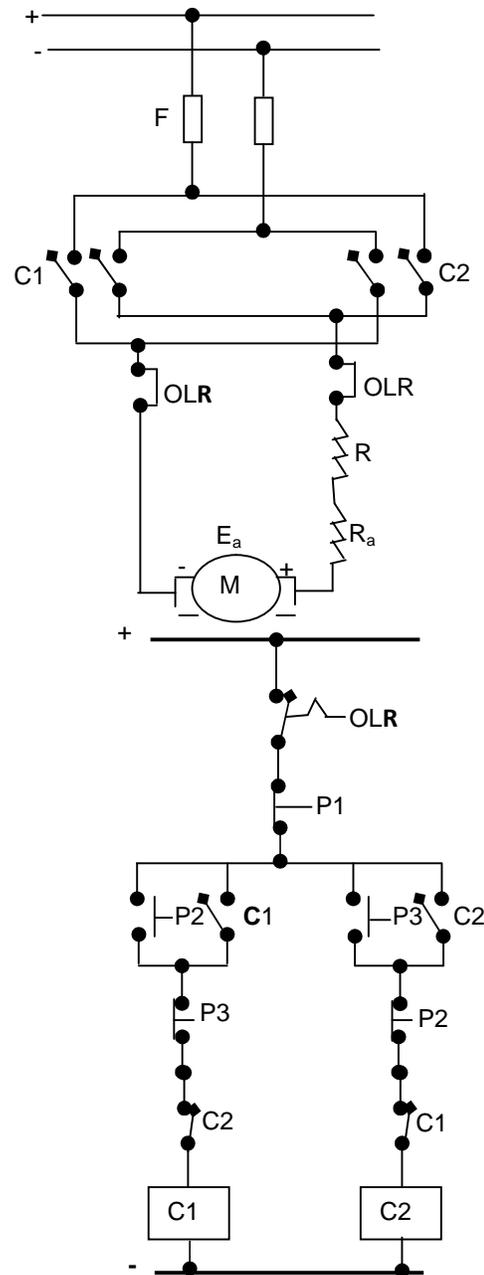
Spesifikasi teknis daya dan kecepatan motor arus searah untuk tegangan 24 volt seperti pada Tabel 4<sup>3),4)</sup>.

Tabel 4. Daya dan putaran motor arus searah.

HP	Putaran beban penuh ,RPM			
	3450	2500	1725	1140
1/20	3450	2500	1725	1140
1/12	3450	2500	1725	1140
1/8	3450	2500	1725	1140
1/6	3450	2500	1725	1140
1/4	3450	2500	1725	1140
1/2	3450	2500	1725	1140

Diagram pengawatan kendali kecepatan winch actuator seperti terlihat pada Gambar 4. dapat diketahui alat dan komponen-komponen yang diperlukan yaitu: 2 kontaktor, 1 motor listrik, 1 fuse, 3 tombol tekan stop, 2 tombol tekan start dll.

Prinsip kerja kendali kecepatan winch actuator ini, bila tombol start P2 ditekan koil C1 dienerjais, kontak normally open C1 menutup, maka motor M berputar sesuai putaran jarum jam, dan kontak normally closed C1 membuka untuk mencegah koil C2 dienerjais. Bila tombol stop P1 atau P3 ditekan maka motor berhenti. Bila tombol start P3 ditekan, koil C2 dienerjais dan normally open C2 menutup, maka motor berputar berlawanan jarum jam dan normally closed C2 membuka dan motor dihentikan dengan menekan tombol stop.



Gambar 4. Diagram pengawatan Kendali kecepatan winch actuator

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan kendali kecepatan winch actuator setelah disesuaikan dengan spesifikasi teknis alat /komponen-komponen dan yang ada dipasaran diperoleh seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Komponen yang digunakan untuk perancangan kendali winch actuator.

No	Nama komponen alat/komponen	Spesifikasi teknis alat/komponen	Jumlah
1.	Motor DC seri	1/20HP,24V, 1140 RPM	1
2.	Catu daya DC	12 – 24 volt DC	1
3.	Trafo step down	200VA, 220/40 V	1
4.	Fuse	220V, 1A	1
5.	Kontaktor magnit	3NO,1C 220 V	2
6.	Tombol stop	220 V	3
7.	Tombol start	220 V	3
8.	Kabel listrik	2,5 mm <sup>2</sup>	10 m
9.	Resistansi variabel	0 -12 ohm	1

Dari hasil rancangan kendali kecepatan winch actuator untuk kecepatan 6 meter per menit diperoleh putaran 616 RPM dengan diameter poros motor 0,25 cm lihat Tabel 2. Sedangkan motor DC seri penguatan permanen yang digunakan adalah 1/20 HP, 24 volt,1140 RPM lihat Tabel 5. dan motor dihubungkan dengan catu daya 12 V-24 yang dapat diatur. Hal ini menunjukkan jika motor diberi tegangan 24 volt motor berputar 1140 RPM dan jika motor diberi tegangan 12 volt motor berputar kira-kira 570 RPM, untuk mencapai putaran 616 RPM atau kecepatan 6 meter per menit maka tegangan catu daya yang terhubung ke motor dapat dinaikkan diatas 12 volt, jika

kecepatan belum tercapai maka resistansi R variabel antara 0  $\Omega$  -12 $\Omega$  yang terpasang seri dengan resistansi jangkar R<sub>a</sub> motor tersebut dapat diatur.

#### 5. KESIMPULAN

Dalam rancangan kendali kecepatan winch aktuator ini menggunakan motor DC seri 1/20 HP, 24 volt, 1140 RPM. Terminal catu daya motor ini dihubungkan dengan sumber catu daya 12 V - 24 V. Sumber catu daya motor dapat diatur dari 12 volt sampai dengan 24 volt dan motor ini dipasang resistansi R yang dapat diatur dari 0  $\Omega$  sampai dengan 12  $\Omega$  seri dengan resistansi jangkar motor tersebut sehingga dapat diperoleh kecepatan 6 meter/menit.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA :

1. Mesin tak serempak dalam praktek, Prof. TS.Mhd.Soelaiman, Mabuchi Magarisawa, PT.Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
2. Handbook of Electrical Motor control Systems, U S Eswar Tekno Products Bangalore, TataMCGraw-Hill Publishing Company Limited NEW DELHI 1990.
3. Prinsip-Prinsip Elektronik Edisi kedua, Albert Paul Malvino Ph.D., Hanapi Gunawan, Penerbit Erlangga, Jakarta 13740, 1999.
4. Electric motor repair, third edition, Robert Rosenberg August Hand, With contributions by Milton Rosenstein, Ph.D, New York Institute of Technology, 1987.
5. Motors and generators, National Electrical Manufactures Association 2101L Street, N.W. Washington, DC 20037, Revision No.1 March and July 1988, January 1989.