

Perancangan dan analisis sistem penggerak prototipe lift gerak vertikal horizontal skala 1:10

Agung Dwi Sapto¹, M. Saiful Islam¹, Danang Krido Utomo¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No.100, Depok, Jawa Barat
Email korespondensi: adwisapto98@gmail.com

Abstrak

Lift merupakan angkutan transportasi vertikal yang digunakan untuk mengangkut orang atau barang dengan menggunakan sistem keseimbangan beban dengan motor torsi besar. Perancangan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dari tim tentang sistem lift yang sudah ada dan melakukan percobaan penggunaan sistem penggerak yang baru pada prototipe lift gerak vertikal horizontal. Sistem penggerak dirancang menggunakan roda gigi lurus. Adapun komponen-komponen yang terdapat pada sistem roda gigi lurus, yaitu rangka utama, rangka kotak lift, motor penggerak, roller bearing, roda gigi lurus, rantai, poros dan PLC. Perancangan pembuatan prototipe lift gerak vertikal horizontal menghasilkan nilai perancangan elemen mesin yaitu, kapasitas rencana yang akan dianalisis sebesar 3,6 kg, poros yang digunakan pada motor stepper mempunyai ukuran $\phi 7$ mm x $\phi 8$ mm, ukuran bearing pada roller 2,6 mm, modul pada roda gigi lurus yang digunakan 2 mm dan jumlah gigi yang digunakan 16 buah, nomor rantai ANSI yang digunakan 25, jarak puncak rantai 6,35 mm, lebar rantai 3,18 mm dan diameter rantai rol 3,3 mm. Motor stepper digunakan untuk memindahkan lift dari setiap lantainya. Motor stepper yang digunakan dengan jenis TEC stepping motor dengan tipe Sp-60A-30 dengan tegangan 30 volt, sudut setiap step $7,5^\circ$ dan hambatan 25Ω . Beban maksimal, dari lantai satu ke lantai dua membutuhkan daya 1,458 watt dengan frekuensi 0,6 Hz, dari lantai satu ke lantai tiga membutuhkan daya 1,250 watt dengan frekuensi 0,5 Hz. Berdasarkan hasil perancangan awal prototipe lift gerak vertikal horizontal sudah sesuai dan dapat dilanjutkan untuk proses manufaktur.

Kata kunci: perancangan, prototipe, lift, vertikal horizontal.

Abstract

Lift is a vertical transportation transport used to transport people or goods using a load balance system with a large torque motor. The design was based on observations from the team about the existing lift system and cured the use of a new drive system in the prototype horizontal vertical motion lift. The drive system is designed using straight gears. The components contained in the straight gear system, namely the main frame, lift box frame, drive motor, roller bearing, straight gears, chain, shaft and PLC. The design of the prototype of the horizontal vertical motion lift resulted in the design value of the engine element, namely, the capacity of the plan to be analyzed by 3.6 kg, the shaft used on the stepper motor has a size of $\phi 7$ mm x $\phi 8$ mm, the bearing size on the roller is 2.6 mm, the module on the straight gear used is 2mm and the number of gears used is 16 pieces, the ANSI chain number used is 25, chain top distance 6.35 mm, chain width 3.18 mm and roller chain diameter 3.3 mm. Stepper motors are used to move elevators from each floor. Stepper motor used with type TEC stepping motor with sp-60A-30 type with voltage 30 volts, angle every step 7.5° and resistance 25Ω . Maximum load, from the first floor to the second floor requires 1,458 watts of power with a frequency of 0.6 hz, from the first floor to the third floor requires 1,250 watts of power with a frequency of 0.5 hz. Based on the initial design results of the vertical horizontal motion elevator prototype is appropriate and can be continued for the manufacturing process.

Keywords: design, prototype, lift, horizontal vertical.

1. Pendahuluan

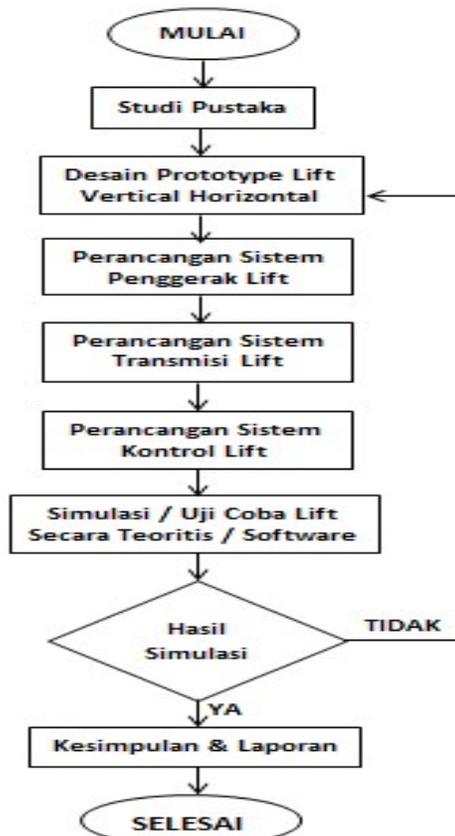
Perkembangan lift pada zaman era globalisasi ini sedianya sangat membantu bagi peradaban manusia. Lift itu sendiri sudah ada sejak tahun 1853 [1]. Pada tahun itu masih menggunakan tenaga uap dan hidrolik. Negara yang pertama kali menggunakannya adalah New York oleh Elisha Graves Otis pada tahun 1857 [1]. Pada tahun tersebut, penggunaan lift masih sangat jarang dan peralatannya sangat sederhana.

Setelah satu abad berlalu kemajuan teknologi di dunia lift sangat maju sedikit demi sedikit. Penggunaan lift sendiri dari segi desain dan penggerakannya sudah lebih canggih dan sangat efisien. Seperti penambahan pengunci seperti bearing, penambahan torsi penggerak motor, sensor otomatisasi untuk beban, sensor pengaman, PLC dan komponen elektronik lainnya.

Keunikan dari prototipe *lift* yang dibuat adalah *lift* bisa bergerak dua arah yaitu gerak vertikal dan gerak horizontal. Mesin atau motor penggerak prototipe *lift* berbeda dengan *lift* konvensional yang berada di luar *lift* yang dikaitkan dengan tali baja, pada prototipe *lift* ini menggunakan motor yang menempel pada rangka *body lift* dan bergerak di dalam lintasannya. Motor penggeraknya tidak berada diluar kotak *lift* namun berada di dalam *lift*, sehingga memungkinkan dalam satu lintasan dapat dipasang banyak kotak *lift*. Model prototipe *lift* gerak vertikal horizontal dibuat untuk membantu proses sortir atau pemindahan barang agar lebih mudah dan cepat.

2. Metode

Kajian mengenai perkembangan sistem kerja *lift* yang akan dibahas adalah dengan membuat prototipe *lift* gerak vertikal horizontal. *Lift* itu sendiri memiliki sistem kerja yang berbeda. Pada model prototipe sistem *lift* menggunakan sistem penggerak *rack and gear*. Di bawah ini merupakan alur *flowchart* perancangan desain pada kajian ini.



Gambar 1. Alur flowchart perancangan prototipe lift gerak vertikal horizontal.

Sistem kerja *lift* yang sudah ada adalah mengantar kelompok konsumen pertama ke lantai tujuannya masing-masing, sedangkan kelompok konsumen kedua harus menunggu sampai semua kelompok konsumen pertama diantarkan sesuai tujuannya

masing-masing. Sistem kerja *lift* yang dikonseptkan adalah dengan membuat sirkulasi perputaran. Dengan cara memasang *lift* dua kali lipat jumlah lantai kemudian kita pasang *lift* tersebut ke dalam lintasan.

Lintasan dari *lift* itu berputar mengelilingi lantai tersebut. Jika pada konsep *lift*, sistem mekanik yang telah ada adalah dengan menggunakan sistem katrol, yaitu dengan cara mengangkat *lift* dengan menggunakan tali baja yang disambungkan oleh beban yang diseimbangkan oleh tenaga motor. Sistem mekanik yang direncanakan adalah dengan membuat dua model *lift*. Dengan sistem penggerak *rack and gear*.



Gambar 2. Desain prototipe lift gerak vertikal horizontal.

3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan Model Sistem Penggerak

Untuk sistem penggerak dari prototipe *lift* gerak vertikal horizontal menggunakan *rack and gear*. Data sistem penggerak prototipe *lift* gerak vertikal horizontal sebagai berikut.

Jenis Penyalur Daya

Menggunakan sistem *rack and gear*. Namun yang diam bukan roda giginya melainkan rantainya yang diam, sehingga roda giginya yang berputar.

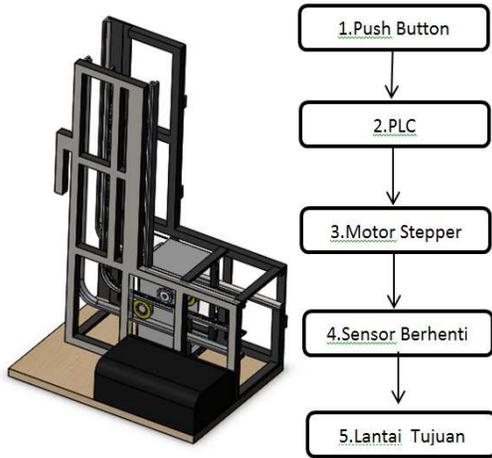
Letak Motor

Letak motor pada prototipe *lift* satu berada di dalam kotak *lift*. Motor dan *gear* akan berada di dalam kotak *lift* dan berputar melintasi lintasan rantai yang telah diatur jalurnya. Seperti sistem roda pada mobil.

Sistem Pengunci Kotak Lift

Pada model ini, kita harus membuat lintasan pengunci. Lintasan pengunci terdiri dari *roller bearing* yang mengikuti lintasan. Selain untuk

mengunci kotak lift tegak lurus, fungsi *roller bearing* juga sebagai penyeimbang gear.



Gambar 3. Prinsip kerja prototipe lift gerak vertikal horizontal.

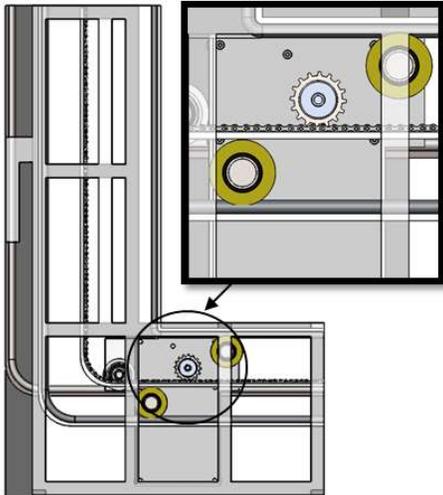
Untuk perencanaan, rantai dipilih sesuai dengan standarisasi Amerika (ANSI). Data yang dibutuhkan untuk pemilihan rantai adalah dengan mengetahui nilai diameter puncak roda gigi lurus, jumlah gigi diameter modul dan jarak sumbu. Berdasarkan perhitungan roda gigi lurus, diameter puncak yang direncanakan adalah 32 mm, jumlah gigi diameter modul 16 dan jarak sumbu 28 inchi. Untuk pemilihan rantai perancang berpatokan pada jumlah energi yang digunakan. Karena pada pembuatan alat ini, energi yang digunakan tidak terlalu besar berjumlah 2 HP, maka perancang mengambil standarisasi yang paling kecil.

Tabel 1. Hasil perhitungan perancangan sistem penggerak prototipe lift gerak vertikal horizontal.

No	Jenis Pehitungan	Nilai	
1	Kapasitas Rencana	Rangka Kotak Lift	0.642 Kg
		Motor Stepper	1 Kg
		Roller Bearing Plastik (2 Unit)	0.4 Kg
		Roller Bearing Karet	0.3 Kg
		Roda Gigi Lurus	0.3 Kg
		Berat Kotak Lift	2.642 Kg
		Berat Beban Maks	1 Kg
Berat Keseluruhan	3.642 Kg		
2	Roda Gigi Lurus	Jumlah Gigi	16
		Diameter Puncak (d)	1.25 Inch
		Diametral Puncak (P)	2 Inch
		Modul	2 mm
		Jarak Lengkung Puncak (p)	0.2 Inch
		Jarak Addendum	0.5 Inch
		Jarak Deddendum	0.6 Inch
Tebal Gigi	0.1 Inch		
3	Pemilihan Rantai	Nomor Rantai ANSI	25
		Jarak Puncak	6.35 mm
		Lebar	3.18 mm
		Kekuatan Tarik	3470 N
		Berat Rata-Rata	1.31 N/m
		Diameter Rol	3.30 mm
		Jarak Untai Banyak	6.40 mm
Perencanaan Daya	2.6 Hp		
Koreksi Daya	1.06 Hp		

Perancangan Sistem Motor Penggerak

Sistem lift yang digunakan pada prototipe alat ini adalah dengan menggunakan sistem gear yang diputar oleh motor melintasi lintasan rel yang terbuat dari rantai motor yang dilas. Prototipe lift yang dibuat dapat mengangkat beban maksimal sebesar 3 kg dengan jenis beban awal yaitu barang dan prototipe lift dibuat dengan skala 1:10 yang dapat bergerak secara vertikal maupun horizontal.



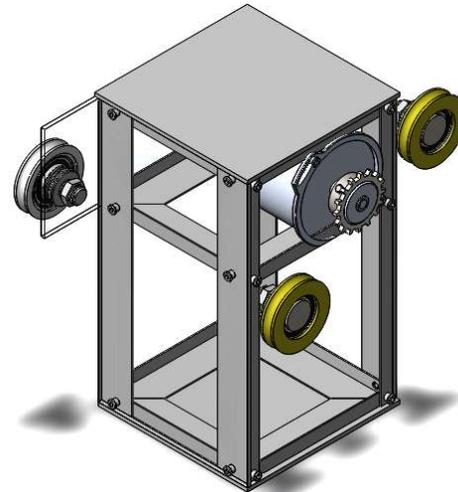
Gambar 4. Desain sistem penggerak prototipe lift gerak vertikal horizontal.

Jenis motor penggerak yang digunakan pada prototipe alat ini adalah jenis motor DC disebut dengan motor *stepper*. Penggunaan pada kedua model prototipe pada alat ini menggunakan tipe dan jenis yang sama. Motor *stepper* sesuai dengan kebutuhan perancangan, karena pada motor *stepper* ini telah ada sistem pengunci ketika tidak ada perintah pada motor *stepper* ini, poros motor akan terkunci sehingga tidak perlu menggunakan *gear box*.

Tabel 2. Spesifikasi tec stepping motor [16].

No	Nama	Nilai
1	Jenis	Motor Stepper
2	Merek	TEC
3	Tipe	SP-60A-30
4	Tegangan	30 V
5	Kuat Arus	60 A
6	Sudut Setiap Step	7.5°
7	Hambatan Kawat	25 Ω
8	Frekuensi	1000 Hz
9	Faktor Daya (Cos φ)	0.88

Menghitung nilai torsi maksimal motor penggerak adalah dengan mencari nilai kecepatan motor tersebut yang didapatkan dari sudut pergerakan motor *stepper* didapatkan sebesar 1249 rpm. Setelah mendapatkan nilai kecepatan putar motor, maka selanjutnya adalah mencari daya motor berdasarkan nilai tegangan dan arus pada motor *stepper* didapatkan sebesar 2,12 HP. Setelah mendapatkan nilai kecepatan putar motor dan daya motor maka dapat menemukan nilai torsi motor sebesar 8,9 Nm. Dari proses perhitungan motor penggerak yang digunakan untuk alat ini adalah motor *stepper* dengan tipe SP-60A-30. Karena motor ini dapat menghasilkan torsi diatas 0,893 Nm yaitu 8,9 Nm.



Gambar 5. Pemasangan motor penggerak.

Pengujian Alat Prototype Lift

Prototipe *lift* gerak vertikal dan horizontal dibuat sistem kerja yaitu menggunakan sistem kerja *gear* dan dibutuhkan pengujian untuk memperoleh data kemampuan kerja yang dapat dicapai. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh data pada kinerja *lift* pada saat bergerak ke setiap ruangan dan setiap lantai, apakah daya yang dikeluarkan di setiap pergerakan sangkar membutuhkan daya yang sama atau berbeda. Sehingga dapat diketahui daya yang dikeluarkan untuk bergerak ke setiap ruangan dan lantai dalam kondisi beban maksimal.

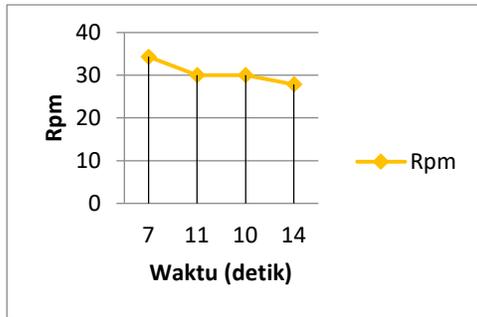
Alat yang telah dibuat dan diuji selanjutnya dapat dilakukan pengambilan data yang bertujuan untuk mengetahui daya *output* dari prototipe *lift* gerak vertikal dan horizontal yang telah dibuat. Dan mengamati putaran *gear* saat berputar, sehingga dapat diketahui berapa kali *gear* berputar sampai ke setiap ruangan dan lantai. Dan data yang didapat kemudian dicatat dengan nilai tegangan 30 volt dan hambatan 25 ohm.

Tabel 3. Data prototipe lift gerak vertikal dan horizontal dalam keadaan beban penuh.

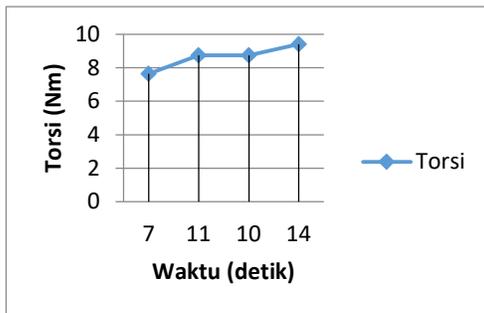
No.	Ruangan/ Lantai	Put. Gear (n)	Waktu (t)
1.	1 ke 2	4	7
2.	1 ke 3	5,5	11
3.	3 ke lantai 1	5	10
4.	3 ke lantai 2	6,5	14

Tabel 4. Hasil perhitungan daya output beban penuh pada prototipe lift gerak vertikal dan horizontal.

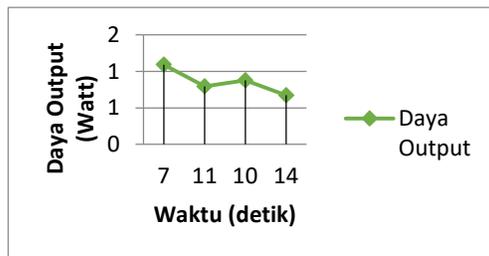
No.	Ruangan/ lantai	Frekuensi	Kec. Sudut (rad/s)	Torsi (Nm)	Daya out (watt)
1	1 ke 2	0.571	1.142	7.659	1.094
2	1 ke 3	0.5	1	8.753	0.7957
3	3 ke lantai 1	0.5	1	8.753	0.8753
4	3 ke lantai 2	0.464	0.928	9.426	0.6733



Gambar 6. Grafik perbandingan rpm yang dipengaruhi waktu pada saat beban penuh.



Gambar 7. Grafik perbandingan torsi yang dipengaruhi waktu pada saat beban penuh.



Gambar 8. Grafik perbandingan daya output yang dipengaruhi waktu saat beban penuh.

Sedangkan pada saat sangkar *lift* bergerak melengkung ke atas dari ruangan tiga ke lantai satu, motor *stepper* mengeluarkan daya output sebesar 0,8753 Watt lebih besar dari daya output yang dikeluarkan saat sangkar *lift* bergerak dari ruangan tiga ke lantai dua yang mengeluarkan daya output sebesar 0,6733 Watt.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data dan perhitungan serta analisis data dari prototipe *lift* gerak vertikal dan horizontal maka dapat disimpulkan saat *lift* diberi beban penuh 3 kg, dapat bergerak horizontal dari ruangan satu ke ruangan dua, memiliki nilai frekuensi 0,6 Hz, mendapatkan nilai kecepatan 36 rpm, menghasilkan torsi sebesar 7,294 Nm yang mengeluarkan daya output sebesar 1,458 Watt. Dan pada saat *lift* bergerak vertikal dari ruangan tiga ke lantai satu mendapatkan torsi sebesar 10,003 Nm yang mengeluarkan daya output sebesar 1,250 Watt.

Pada sistem penggerak roda gigi lurus yang digunakan dengan jumlah gigi 16, modul 2 mm, diameter puncak 1,25 inch, jarak lengkung puncak 0,2 inch, jarak *addendum* 0,5 inch, jarak *dedendum* 0,6 inch dan tebal gigi 0,1 inch. Untuk pemilihan rantai yang dibutuhkan pada prototipe *lift* gerak vertikal horizontal model satu dengan nomer ANSI 25, jarak puncak 6,35 mm, lebar 3,18 mm, diameter rol 3,3 mm, jarak modul sebesar 6,4 mm. Berdasarkan hasil perancangan awal prototipe *lift* gerak vertikal horizontal sudah sesuai dan dapat dilanjutkan untuk proses manufaktur. Untuk kajian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan nilai beban yang lebih besar dan skala penuh agar sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Daftar Pustaka

- [1] N. Rudenko., 1992, Mesin Pengangkat. Jakarta: Erlangga.
- [2] Dewi Kusumawati, 2015. Sistem Perancangan Lift Tiga Lantai Berdasarkan Seleksi Barang Secara Otomatis Menggunakan Programmable Logic Controller. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Luthfi Fakhruddin Nizar, 2015. Sistem Pengendali Kecepatan Motor Dc Pada Lift Barang Menggunakan Kontroler Pid Berbasis Atmega 2560, Universitas Brawijaya, Malang.
- [4] I. Deradjad Pranowo dan David Lion H, 2008. Prototipe Lift Barang 4 Lantai menggunakan Kendali PLC. Media Teknika Vol. 8 No. 1, Juni 2008: 27 – 36.
- [5] Pahl, G. and W Beitz., 1996. *Engineering Design, Second Edition*, Springer. Verlag-London.
- [6] Sumardi., 2013, *Mikrokontroler Belajar Mulai Dari Nol*. Tangerang: Graha Ilmu.
- [7] Joseph, E. and Larry D, 1994. Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat, Jakarta: Erlangga.
- [8] Ir. Jack, S. and Ir. Kros, 1994. Elemen Kontruksi Bangunan Mesin. Jakarta: Erlangga.
- [9] Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2004, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [10] Mott Robert L. 2009. Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis Jilid 1. Yogyakarta: Andi.
- [11] Mott Robert L. 2009. Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis Jilid 2. Yogyakarta: Andi.
- [12] Alvried Krupp von Bohlen. 2018. *The World First rope – free elevator*. www.multi.thyssenkrupp-elevator.com/en/. Diakses pada 16 April 2018.
- [13] Rijono Yon. 1997. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Andi
- [14] Charles G. Siskind, Electrical Machines, 1959, Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd.
- [15] Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, 1997, ITB.

- [16] Ir. Muslimin Marpaung, Teknik Tenaga Listrik,
1979: Bandung Armico.