

Penentuan Ukuran *Upper Arm* pada *Electric Linear Actuator* untuk Tempat Tidur Rumah Sakit Produksi Dalam Negeri

Setiyo Hermawan¹, Heru Santoso Budi Rochardjo²

¹ Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

² Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Kata kunci:

Linier aktuator, *Stress Analysis*, *Upper Arm*, Tegangan

Email penulis:

setiyohermawan0306@gmail.com

Abstract

Pemodelan linier aktuator untuk aplikasi *bed* rumah sakit, dikembangkan dalam tipe penggerak elektrik. Pemodelan pembebanan pipa *upper arm* poros linier aktuator menggunakan Metode Elemen Hingga dengan pembebanan sebesar 2000 N. Material yang digunakan adalah Baja Paduan dengan dimensi panjang 400 mm. *Stress analysis* menggunakan *software* berbasis elemen hingga, Autodesk Inventor 2013. Dari hasil simulasi, diameter standar yang dipilih adalah 60,3 mm untuk diameter luar dan 50 mm untuk diameter dalam.

1. Pendahuluan

Industri produk dalam negeri dewasa ini mendapat perhatian yang cukup serius dari pemerintah. Salah satu kebijakan yang dituangkan dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) tahun 2015 – 2035 adalah Peningkatan Penggunaan Produk Dalam Negeri (P3DN) (kemenperin.go.id). Menyambut kebijakan pemerintah yang menekankan penggunaan produk dalam negeri, dilakukan produksi barang – barang lokal. Salah satu produk dalam negeri yang sudah diproduksi adalah *bed* atau tempat tidur untuk rumah sakit. Tempat tidur rumah sakit merupakan salah satu bagian dari produk alat – alat kesehatan. Alat kesehatan didefinisikan sebagai instrumen, aparatus, mesin dan/atau implan yang tidak mengandung obat yang digunakan untuk mencegah, mendiagnosis, menyembuhkan dan meringankan penyakit, merawat orang sakit, memulihkan kesehatan pada manusia, dan/atau membentuk struktur dan memperbaiki fungsi tubuh (Kemenkes, 2010).

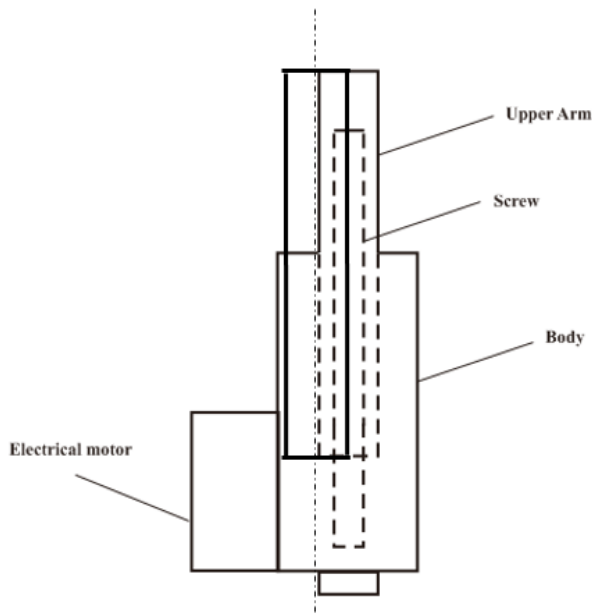
Dari sekian banyak kebutuhan akan tempat tidur rumah sakit, terutama produksi dalam negeri, komponen pendukung yang penting kebanyakan masih buatan produk luar atau impor. Komponen pendukung untuk kenyamanan sebuah tempat tidur rumah sakit yang dimaksud adalah sebuah aktuator. Aktuator merupakan sebuah peralatan mekanis yang mempunyai fungsi untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Sedangkan aktuator linier elektrik merupakan aktuator tipe linier (gerak kerjanya adalah gerak lurus) yang cara kerjanya memanfaatkan sinyal elektrik/listrik menjadi gerakan mekanik. Aktuator ini di pasang pada *bed* rumah sakit, sebagaimana ditampakan pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi *Electric Linear Actuator* pada *Bed* Rumah Sakit

Telah banyak peneliti mendesain dan membuat aktuator. Bilyaletdinova dan Steblinkin (2017) melakukan penelitian tentang aktuator elektrik. Model ini memiliki berbagai detail komponen, yang memberikan keseimbangan antara akurasi dan nilai langkah integrasi dalam menangani beragam tugas pemodelan. Model ini menggunakan komponen *ball screw* pada bagian *nut* nya, karena dia memiliki *friction* yang kecil. Bellmunt dkk. (2009) membuat pemodelan dan pengendalian *piezoelectric – actuator*. Penelitian ini menggunakan model *Bouc – Wen* dan PID (*Proportional Integral Derivative*) *controller* – mekanisme kontrol umpan balik. Kinerja pengendalian di uji dengan menggunakan simulasi numerik dan eksperimen. Khidr dkk. (2004) telah mengembangkan linier aktuator yang terbuat dari bahan *Shape Memory Alloy* (SMA) untuk pergerakan secara linier dengan beban yang kecil, akan tetapi penelitian tersebut tidak dapat digunakan untuk beban yang besar. Enrici dkk. (2016) membuat desain *linear actuator* untuk aplikasi aeronautika. Lu dkk. (2009) merancang sebuah *electromagnetic linear actuator* yang digunakan pada *mobile robot*.

Akan tetapi, di dalam *paper* ini hanya akan dibahas tentang pembebanan *upper arm* poros linier aktuator. Kekuatan bahan poros linier aktuator dapat diukur dengan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh bahan tersebut. Kekuatan dari suatu elemen struktur diukur dari gaya dalam maksimum yang dapat ditahan oleh bahan. Hal ini tergantung pada kekuatan bahan penyusunnya dan ukuran serta bentuk penampangannya. *Software* Autodesk Inventor merupakan alat simulasi yang cukup baik dalam hal perhitungan elemen hingga, yang mana bisa digunakan untuk perhitungan *stress*, defleksi, maupun simulasi gerak. Susunan posisi *upper arm* seperti terlihat pada Gambar 2. *Upper arm* merupakan bagian yang mendorong *bed*, yang terbuat dari material baja paduan berbentuk pipa. Gambar potongan poros pipa seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Electric Linear Actuator



Gambar 3. Potongan Penampang *Upper Arm*

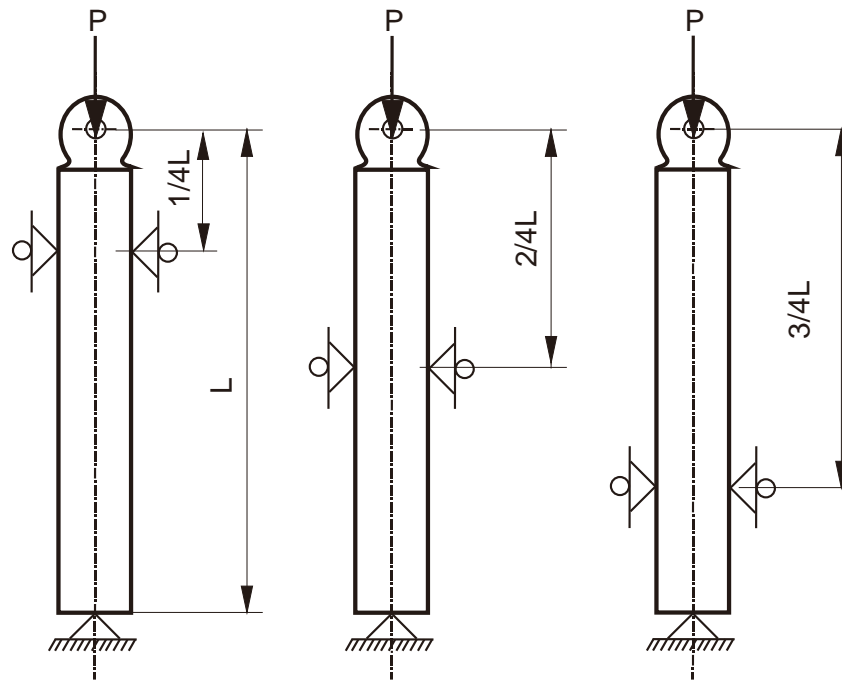
2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan eksperimen, simulasi dengan menggunakan komputer. Material yang dipakai adalah Baja Paduan, dengan *material properties* yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Material Properties.

Name	Steel, Alloy	
General	Mass Density	7.85 g/cm ³
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	400 MPa
Stress	Young's Modulus	205 GPa
	Poisson's Ratio	0.3 ul
	Shear Modulus	78.8462 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0.000012 ul/c
	Thermal Conductivity	44.5 W/(m K)
	Specific Heat	475 J/(kg c)
Part Name(s)	D60(40)	

Pemodelan Elemen Hingga. Pemodelan poros pipa *upper arm* linier aktuator, diberikan input gaya sebesar 2000 N, berdasar asumsi dari peralatan yang telah beredar. Area *fixed constrain* (titik pegangan) adalah tempat barang/benda dikunci dudukannya sehingga benda tersebut tidak bisa bergerak ke mana-mana. *Fixed constrain* pada benda uji, terletak pada bagian pangkal dari pros pembebanan, yang ditumpu dengan tumpuan jepit. Pembebanan pipa *upper arm*, seperti diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Pembebanan

3. Hasil dan Pembahasan

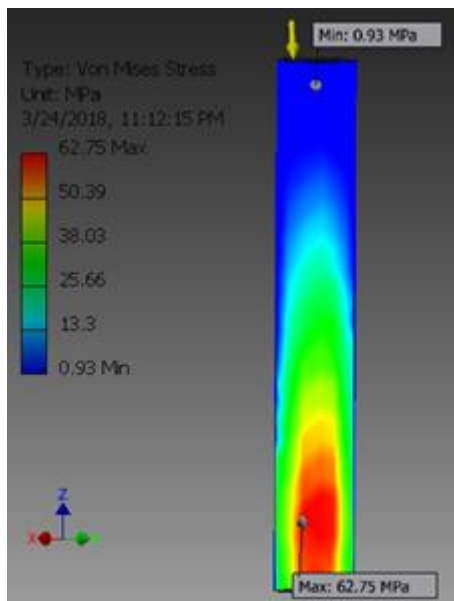
Dengan *report* yang telah disediakan, maka didapat rangkuman nilai hasil simulasi berupa tabel dan gambar. Hasil simulasi pemodelan, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Summary Report

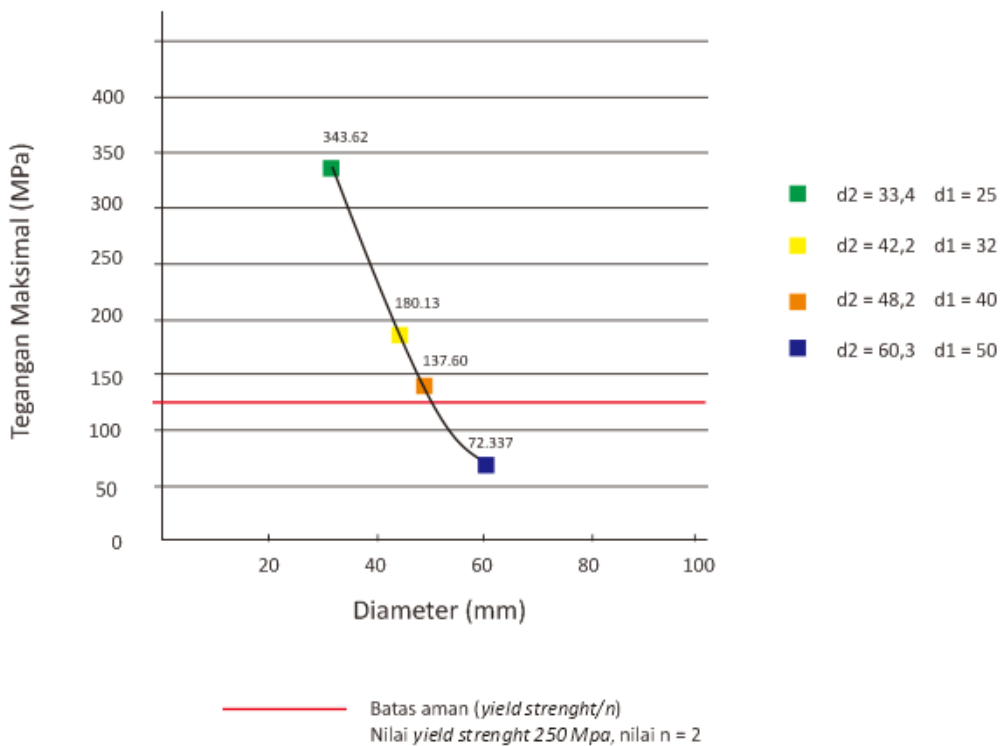
Name	Minimum	Maximum
Volume	356913 mm ³	
Mass	2.80177 kg	
Von Mises Stress	0.930209 MPa	62.755 MPa
1st Principal Stress	-27.7622 MPa	72.9607 MPa
3rd Principal Stress	-77.6891 MPa	27.8964 MPa
Displacement	0 mm	0.611866 mm
Safety Factor	3.98375 ul	15 ul
Stress XX	-30.8005 MPa	29.5958 MPa
Stress XY	-6.7485 MPa	6.83693 MPa
Stress XZ	-3.09939 MPa	8.12562 MPa
Stress YY	-30.8005 MPa	32.1406 MPa
Stress YZ	-9.36779 MPa	9.7498 MPa
Stress ZZ	-76.5639 MPa	72.337 MPa
X Displacement	0 mm	0.430617 mm
Y Displacement	0 mm	0.429126 mm
Z Displacement	-0.071378 mm	0.0630225 mm
Equivalent Strain	0.0000041355 ul	0.000271322 ul
1st Principal Strain	0.00000168388 ul	0.000295335 ul
3rd Principal Strain	-0.000307908 ul	-0.00000207943 ul
Strain XX	-0.0000864886 ul	0.0000952375 ul
Strain XY	-0.0000427954 ul	0.0000433561 ul
Strain XZ	-0.0000196546 ul	0.0000515283 ul
Strain YY	-0.0000989364 ul	0.0000928524 ul
Strain YZ	-0.0000594055 ul	0.000061828 ul
Strain ZZ	-0.000305443 ul	0.000295307 ul

Sebuah material dikatakan mulai luluh ketika tegangan pada *Von Mises* mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *Yield Strength*. Tegangan *Von Mises* digunakan untuk memprediksi tingkat keluluhan material

terhadap kondisi pembebanan. Desain dikatakan gagal apabila nilai *Von Mises Stress* melebihi kekuatan dari material tersebut. *Maximum Principal Stress* secara spesifik menunjukkan bagian benda yang paling tegang. *Minimum Principal Stress* adalah bagian yang paling rileks.



Gambar 5. Von Mises Stress



Gambar 6. Grafik Tegangan Maksimal

Perhitungan Beban Kritis

Beban kritis

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad , \quad I = \frac{\pi(d_2^2 - d_1^2)}{64}$$

L (mm)	Total	$\frac{1}{4} L$	$\frac{1}{2} L$	$\frac{3}{4} L$
P_{cr} (kN)	3.204	5.126	2.563	116

Semua nilai $P < P_{cr}$ sehingga aman.

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, diameter benda uji yang dipilih adalah poros pipa dengan diameter dalam 50 mm dan diameter luar 60,3 mm, karena merupakan diameter minimal yang paling aman. *Stress* yang terbesar terjadi ke arah vektor ZZ sebesar 72,377 MPa., sedangkan *stress* yang terkecil terjadi ke arah vektor ZZ dengan nilai -76,5639 MPa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian ini, terutama dosen dan staff Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Bellmunt, OG., Ikhouane, F., and Miracle, DM., (2009). Control of a Piezoelectric Actuator Considering Hysteresis. *Sound and Vibration*, 326, 383 – 399. Elsevier.
- Bilyaletdinova, L., and Steblinkin, A., (2017). Simulation of Direct Drive Electromechanical Actuator with Ballscrew. *Procedia Engineering* 176, 85 – 95. Elsevier.
- Enrici, P., Dumas, F., Ziegler, N., and Matt, D., (2016). Design of a High – Performance Multi – Air Gap Linear Actuator for Aeronautical Applications. Volume 31 No. 3. *IEEE Transactions on Energy Conversion*.
- Huda, YF. (2014). *Mahir Menggunakan Autodesk Inventor Pro 2013 untuk Menggambar Mesin 3D*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Mueller, J., Pocock, T., and Rosenfeld, S. (2017). *The Basic of the Electric Linear Actuator*. Timotion, America.
- Kemenkes, (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1190/MENKES/PER/VIII/2010, tentang Izin Edar Alat Kesehatan dan Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga, Jakarta.
- Kemenperin, (2009) Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 49/M-IND/PER/5/2009, tentang Pedoman Penggunaan Produk Dalam Negeri dalam Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah, Jakarta.
- Khidr, EA., Mohamed, NA., Nor, MJM., and Mustafa, MM., (2007). A New Concept of a Linear Smart Actuator. *Sensor and Actuators, A* 135, 244 – 249. Elsevier.
- Lu, H., Zhu, J., Lin, Z., and Guo, Y., (2009). An Inchworm Mobile Robot using Electromagnetic Linear Actuator. *Mechatronics* 19, 1116 – 1125. Elsevier.
- Rosengren, G., Glikin, I., Hobart, P., Klar, S., Dietrich, A., Klemetson, R., and Cass, D., (2014). A Resource on Electric Linear Actuator, *Tolomatic Excellence in Motion*, China.
- Zainuri, AM., Ansori, and Sujatmiko, A. (2006). *Perencanaan Rekayasa Permesinan, Teori dan Aplikasi Berbasis Komputer dengan Pendekatan Struktur*. Penerbit Andi, Yogyakarta.