

# PERANCANGAN DAN ANALISA INVERS KINEMATIKA SIMULATOR HELIKOPTER ENAM DERAJAT KEBEBASAN DENGAN AKTUATOR HIDROLIK

Reinaldo Dabi-Dabi<sup>1)</sup>, Roche Alimin<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2)</sup>

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2)</sup>

E-mail : [reindabidabi@gmail.com](mailto:reindabidabi@gmail.com)<sup>1)</sup>, [ralimin@petra.ac.id](mailto:ralimin@petra.ac.id)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Simulator helikopter digunakan untuk melatih pilot sebelum menerbangkan helikopter yang sesungguhnya. Dalam penulisan paper ini, bertujuan merancang simulator helikopter berbasis stewart platform dengan aktuator hidrolik. Kemampuan simulator helikopter adalah dengan kemiringan  $\pm 20^\circ$  dan batasan sumbu  $x = \pm 404$  mm,  $y = 900$  mm,  $z = \pm 404$  mm.*

*Paper ini menunjukkan hasil perancangan stewart platform dengan aktuator hidrolik, universal joint, bearing, moving platform, fixed platform. Perhitungan panjang aktuator hidrolik saat bergerak menggunakan invers kinematika.*

*Kata kunci: Simulator helikopter, invers kinematika, stewart platform*

## 1. Pendahuluan

Awal mula penerbangan di Indonesia dimulai tahun 1913 yaitu penerbang asal Belanda bernama J.W.E.R Hilger berhasil menerbangkan sebuah pesawat jenis Fokker dalam kegiatan pameran yang berlangsung di Surabaya. Penerbangan tersebut tercatat sebagai penerbangan pertama di Hindia Belanda (sekarang Indonesia) meskipun berakhir dengan terjadi kecelakaan namun tidak menewaskan penerbangnya atau pilot. Sedangkan helikopter pada September 1939 di dunia sebuah helikopter Amerika bernama Sikorsky's VS-300, yang di desain oleh Igor Sikorsky keturunan Rusia yang lahir di Amerika melalui Vought-Sikorsky Company.

Kegunaan helikopter sebagai keperluan militer, riset, kepolisian dan penyelamatan (SAR), dikarenakan helikopter membutuhkan tempat landing yang tidak terlalu besar dibandingkan pesawat terbang. Dan lebih hemat bahan bakar, dan juga bisa menurunkan atau menaikkan penumpang dengan mudah.

Pilot merupakan orang yang mengendalikan transprotasi penerbangan. Banyak universitas penerbangan yang sekarang ada, tetapi peminat hanya sedikit dikarenakan biaya yang cukup besar, di seleksi ketat dan lain-lain.

Menerbangkan pesawat atau helikopter bukan hal yang mudah, karena membawa banyak nyawa orang, harus bisa mengetahui arah angin, tekanan dan lain-lain.

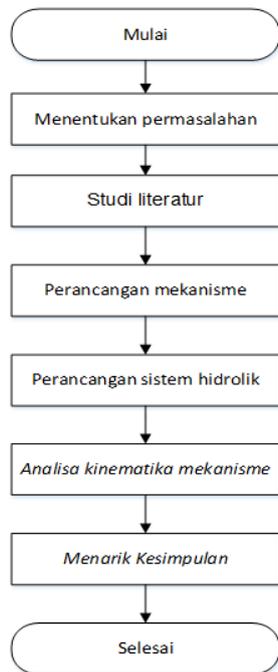
Dengan teknologi sekarang, sudah tercipta simulator helikopter, yang memudahkan pengguna untuk menerbangkan dengan adanya gerakan-gerakan miring ke kiri atau ke kanan, seperti menerbangkan helikopter asli.

Maka masalah yang didapat merancang dimensi simulator helikopter yang bergerak sesuai spesifikasi yang ditentukan serta mencari panjang silinder hidrolik menggunakan *invers* kinematika serta sudut maksimal roll, pitch dan yaw dari desain *platform* simulator.

Manfaatnya, bagi penulis bisa mengetahui cara mendesain simulator penerbangan helikopter. Batasanya dalam penelitian yaitu, gerakan roll, pitch dan yaw ( $\theta, \psi, \phi$ )  $\pm 20^\circ$ , sedangkan batasan gerakan translasi mengikuti. Perancangan simulator ini tidak menggunakan sistem kontrol serta *moving platform* bergerak maksimal  $x = \pm 404$  mm,  $y = 800$  mm,  $z = \pm 404$  mm

## 2. Metode Penelitian

Pada gambar 1. Adalah flowchat metode penelitian. Pertama menentukan permasalahan yaitu merancang simulator helikopter dengan enam derajat kebebasan menggunakan aktuator hidrolik. Setelah menentukan masalah, selanjutnya adalah studi literatur, bertujuan untuk memberi informasi, landasan pengetahuan serta mendukung dalam menganalisa dan kesimpulan dari hasil penelitian. Merancang mekanisme dibutuhkan untuk mencari nilai panjang yang dibutuhkan setiap aktuator. pembuatan model stewart platform menggunakan *software solidworks*. Dengan *software solidworks* yang akan di rancang yaitu silinder hidrolik, *universal joint*, *bearing*, *moving platform* serta *fixed platform*. Perancangan sistem hidrolik, untuk menentukan diameter, kapasitas aliran hidrolik serta kecepatan. Dengan diketahui tekanan 80 bar dan gaya  $10^5$  N dan kecepatan aliran saat mendorong silinder hidrolik adalah 5m/menit. Maka diameter yang di dapat yaitu 126.2 mm. kapasitas maksimal yang dibutuhkan yaitu 750.52 l/menit, serta kecepatan aliran yang dibutuhkan saat membuat silinder hidrolik kembali seperti semula adalah 19.94 m/menit.

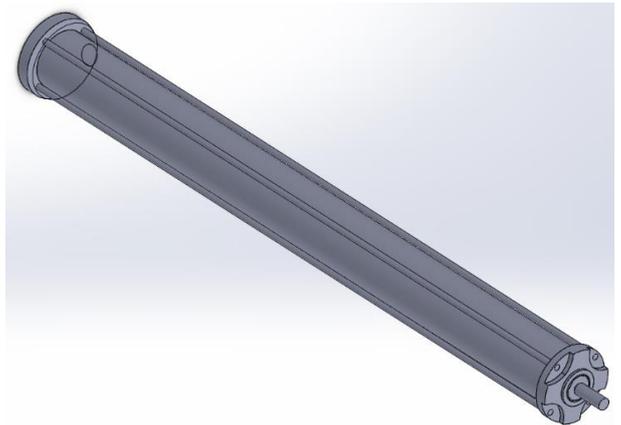


**Gambar 1.** Flowchat Metode Penelitian

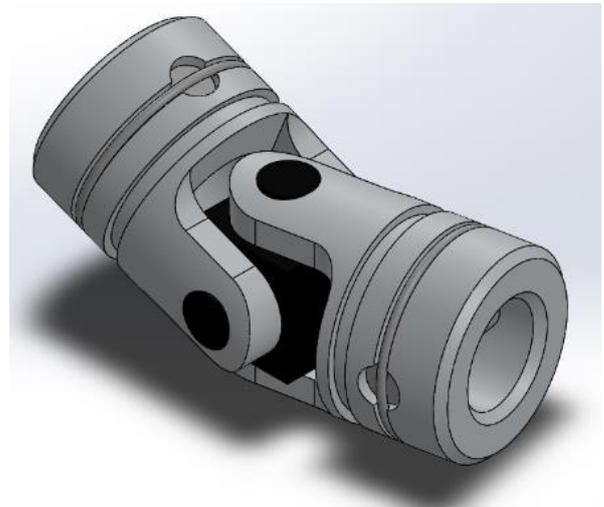
### 3. Hasil dan Pembahasan

Silinder hidrolik yang digunakan yaitu *double acting* silinder (gambar 2). Memilih *double acting silinder* karena membutuhkan pengaturan untuk maju dan maju silinder. *Universal joint*, yang digunakan adalah *tipe hook joint* (gambar 3). *Moving platform* atau bagian atas stewart platform yang selalu bergerak menggunakan berbentuk

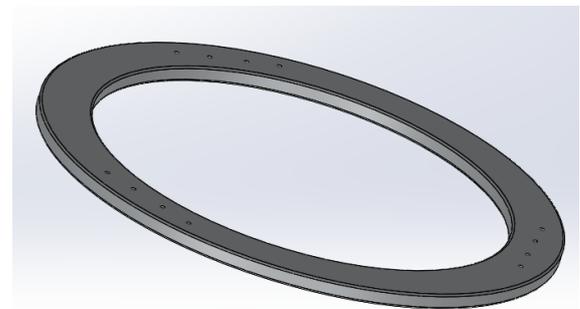
lingkaran (gambar 4). Setelah *moving platform*, *fixed platform* atau bagian bawah menggunakan bentuk segitiga (gambar 5). *Bearing* yang digunakan adalah *single row deep groove ball* (gambar 6). Gambar 7, menunjukkan hasil dari desain stewart platform yang sudah digabungkan dari silinder hidrolik, *universal joint*, *moving platform*, *ixed platform* dan *bearing*.



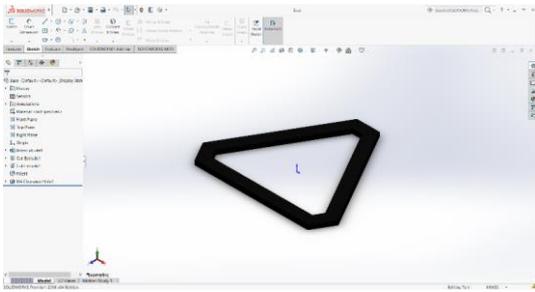
**Gambar 2.** Double acting silinder



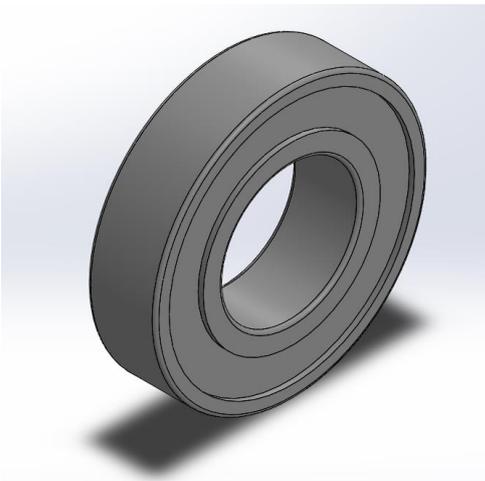
**Gambar 3.** Universal joint



**Gambar 4.** Moving platform



**Gambar 5. Fixed Platform**

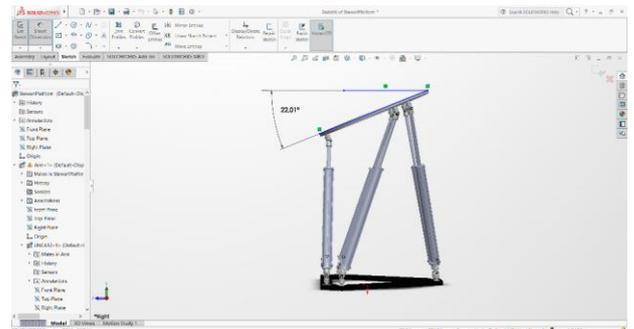


**Gambar 6. Bearing**

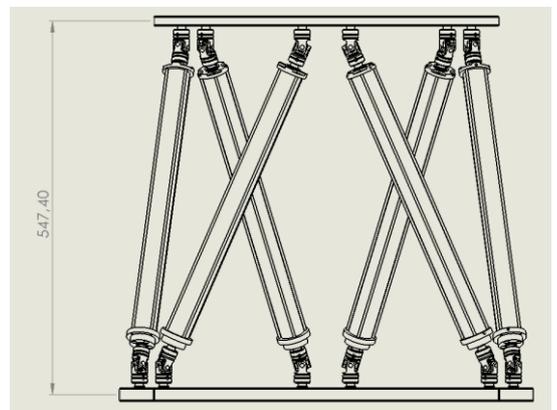


**Gambar 7. Stewart Platform**

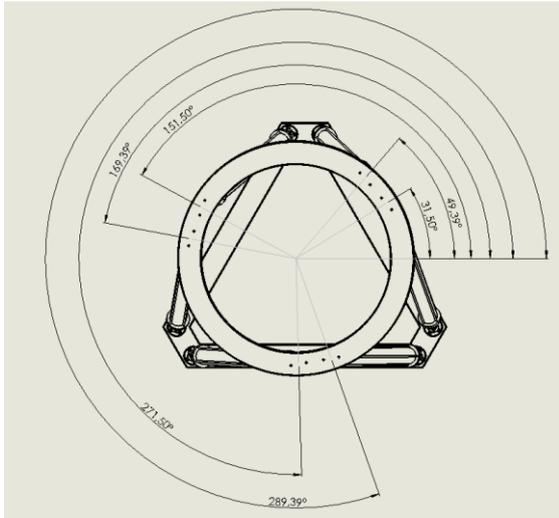
Merancang mekanisme stewart platform simulator helikopter dengan batasan sumbu  $x = \pm 404$  mm,  $y = 800$  mm,  $z = \pm 404$  mm, sudut kemiringan yang di dapat maksimal  $22^\circ$  (Gambar 8.) serta gambar 9. adalah minimal tinggi dari awal stewart platform yaitu 547.40 mm. Silinder hidrolik dengan ukuran 126.2 mm bisa menahan *moving platform* yang berukuran diameter 496 mm. Karena tidak merancang sistem kontrol dari aktuator, maka pada tabel 1 adalah hasil dari perhitungan dari 10 case dengan sudut ( $\theta$ ,  $\psi$ ,  $\phi$ ) yang kurang dari  $22^\circ$ . Maka gerakan translasi adalah hasil panjang silinder yang digunakan.



**Gambar 8. Sudut yang di capai dalam pembuatan stewart platform**



**Gambar 9. Tinggi minimal *moving platform* stewart platform**



Gambar 10. Tampak atas *moving platform stewart platform*

Pada gambar 10. adalah sudut-sudut dalam radian yang dipakai matlab untuk mencari nilai  $b_i$  atau bagian *moving platform*. Panjang titik pusat ke aktuator hidrolik adalah 225 mm. dengan sudut-sudut sebagai berikut

$$b_1 = [191.84 \quad 117.56 \quad 0]$$

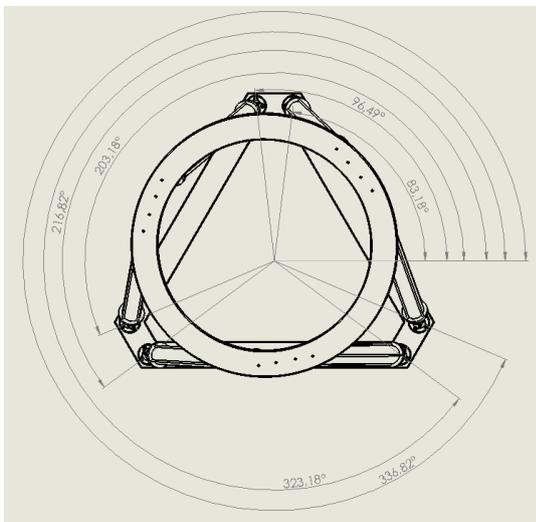
$$b_2 = [146.45 \quad 170.810 \quad 0]$$

$$b_3 = [-197.73 \quad 107.36 \quad 0]$$

$$b_4 = [-221.15 \quad 41.42 \quad 0]$$

$$b_5 = [5.88 \quad -224.92 \quad 0]$$

$$b_6 = [74.69 \quad -212.23 \quad 0]$$



Gambar 11. Tampak atas *fixed platform stewart platform*

Pada gambar 11. adalah sudut-sudut dalam radian yang dipakai matlab untuk mencari nilai  $b_i$  atau bagian *fixed platform*. Panjang titik pusat ke aktuator hidrolik adalah 225 mm. dengan sudut-sudut sebagai berikut :

$$a_1 = [270.84 \quad -115.97 \quad 0]$$

$$a_2 = [34.98 \quad 292.54 \quad 0]$$

$$a_3 = [-33.30 \quad -292.54 \quad 0]$$

$$a_4 = [-270.84 \quad -115.97 \quad 0]$$

$$a_5 = [235.85 \quad -176.57 \quad 0]$$

$$a_6 = [235.85 \quad -176.57 \quad 0]$$

Tabel 1. Analisa Moving Platform dengan 10 case berbeda

Case	Moving platform											
	P (Posisi)			Orientasi (sudut)			Panjang aktuator (mm)					
	Px	Py	Pz	$\theta$	$\psi$	$\phi$	d1	d2	d3	d4	d5	d6
1	-10	150	725	-10	7	5	830,28	742,89	950,49	812,69	736,07	708,51
2	-20	180	680	20	13	5	804,42	711,85	959,45	808,81	659,63	640,88
3	272	75	738	20	5	13	850,83	853,22	900,41	855,52	868,82	679,91
4	-200	10	680	16	18	17	775,98	679,62	982,08	818,81	622,98	716,51
5	-209	-60	780	19	0	16	906,87	862,95	946,18	810,42	717,82	780,67
6	-65	-200	639	5,5	19,5	15	619,74	671,93	767,21	723,22	699,72	657,68
7	27	30	703	9	5,3	11	767,45	727,04	848,16	747,71	735,06	670,52
8	6	-20	730	0	15	10	730,02	706,99	870,34	795,73	785,4	722,15
9	-90	150	760	10	5	15	898,82	779,37	975,72	825,83	757,83	758,58
10	150	120	730	15	14	0	797,48	784,62	956,25	866,06	774,91	665,49

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil seluruh analisa, dapat disimpulkan bahwa:

- Dengan menggunakan *software CAD (solid model)* dapat didesain platform simulator helikopter dengan kemampuan sudut roll, pitch, yaw =  $22.01^\circ$  dan batas maksimal yaitu  $x = \pm 404$  mm,  $y = 800$  mm,  $z = \pm 404$  mm
- Perhitungan *inverse kinematika* dari platform tersebut dapat diselesaikan dengan bantuan *software matlab*

-Dengan *software* CAD (*solid* model) dapat dengan mudah mengetahui bila desain ada *interference* pada desain platform

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

Sullivan J.A(1989). Fluid Power: Theory and application  
Third Edition, London;

Tsai L.W(1999). Robot Analysis: The Mechanics of  
Serial and Parallel Manipulators,New York;