

PEMILIHAN AKUATOR DAN MOTOR PADA ARM ROBOT 6 AXIS PLC TRAINING UNIT**Cornelius Hendriarto^{1*}, Galih Prasetyo^{2*}, Albertus Novi Widiyanto³, Andriyan Ariyanto⁴, Thomas Setyo Yulianto⁵**^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: cornelius.hendriarto@atmi.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan arm robot pemindah sebuah benda dengan berbasis PLC (Programable Logic Controller). Pemilihan akuator dan motor listrik adalah komponen penting sebagai penggerak arm robot 6 axis. Arm Robot ini menggunakan motor servo yang dinilai efisien dan efektif untuk menggerakkan axis-axis arm robot. Pemilihan tersebut dilakukan atas pertimbangan harga dan tentunya sistem yang dapat memperbaiki arm robot yang sudah ada. Dalam perancangan konsep dibedakan menjadi 3 konsep yang terdiri dari beberapa sub fungsi yaitu motor, transmisi, material, dan gripper. Dari beberapa sub fungsi tersebut dipilih menjadi 3 konsep dan setelah itu melakukan pembobotan penilaian sesuai dengan tingkat kepentingan. Setelah itu melakukan penilaian konsep sesuai dengan kriteria penilaian yang telah dibuat. Hasil akhir dari penilaian yaitu konsep pemenang yang menentukan konsep yang akan digunakan sebagai konsep Arm Robot 6 Axis PLC Training Unit. Hasil dari konsep pemenang yaitu menggunakan motor servo sebagai penggerak tiap axis. Alasan pemilihan motor servo ini yaitu karena kecepatan putar pada motor servo dapat diatur melalui PLC. Selain itu dengan menggunakan motor servo maka kepresisian gerakan arm robot dapat mencapai 0,02 mm. Setelah itu penggunaan transmisi gear box planetary reducer ini untuk mengubah rasio pada motor sebesar 50:1. Lalu untuk material menggunakan sheet metal yang dinilai cukup kuat dan mudah dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sheet metal juga dinilai lebih murah sehingga dipilihlah material sheet metal pada arm robot. Sedangkan material 3d print digunakan sebagai cover arm robot. Karena material 3d print murah dan memiliki berbagai macam warna dan juga ringan. Yang terakhir yaitu penggunaan pneumatic gripper sesuai dengan fungsi dari arm robot yaitu menjepit barang kemudian memindahkannya dari satu tempat ke tempat yang lain sesuai dengan koordinat pada program PLC.

Kata kunci: Arm Robot, PLC, Motor Mervo, Actuator, 6 Axis.**1. PENDAHULUAN**

Robotika adalah perpaduan berbagai disiplin ilmu, khususnya mekanik, elektronik, dan computer. Perpaduan mekanik dan elektronik, bisa tercipta robot robot sederhana yang memiliki banyak manfaat. Robot merupakan suatu perangkat yang sangat penting di dunia saat ini karena robot mempunyai tugas dan fungsi yang fleksibel dan dapat membantu pekerjaan manusia. Salah satu robot yang penting penggunaannya dalam industri ialah *Arm robot*/lengan robot.

Arm Robot adalah jenis lengan mekanik, yang dapat diprogram, dengan fungsi mirip dengan lengan manusia. Pembuatan *arm robot 6 Axis PLC Training Unit* dibuat untuk pembelajaran praktik pada lab PLC dan *upgrade arm robot 5 axis* yang sudah ada. *Arm Robot* yang sudah ada saat ini sudah ada *Arm robot 5 Axis SCORBOT ER-4U ROBOTIC ARM ER III*

dengan pay load 2 kg dan jangkauan maksimum 500 mm tapi tidak dapat untuk pengaturan pergerakan sudut. Namun untuk menunjang pembelajaran maka akan dibuat mesin yang lebih *upgrade* yang bisa membantu memindahkan sesuatu secara presisi/terukur. Namun ada kekurangan yang terdapat pada mesin ini yaitu untuk memindahkan suatu barang dengan pengaturan sudut belum ada sehingga untuk pergerakan sumbu tidak presisi dan sesuai dengan sudut yang diinginkan. *Pay Load* pada mesin yang ada yaitu 2 kg dan akan ditingkatkan menjadi 3kg. Desain yang lebih menarik akan sangat dibutuhkan untuk

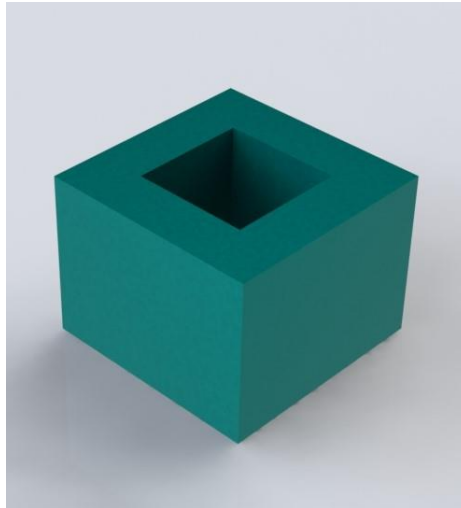
pembaharuan. *Arm robot* 5 axis ini nantinya akan berguna untuk pembelajaran dan jawaban atas permasalahan perkembangan teknologi robotika sangat cepat.

1.1 Spesifikasi Input

Di bawah ini akan menjelaskan apa saja yang menjadi *input* dari mesin *Arm Robot 6 Axis* untuk *training unit* sebagai berikut:

Contoh barang

Contoh barang ini di buat dari *3D print* yang digunakan sebagai benda peraga untuk mesin *arm robot 6 axis* ini.

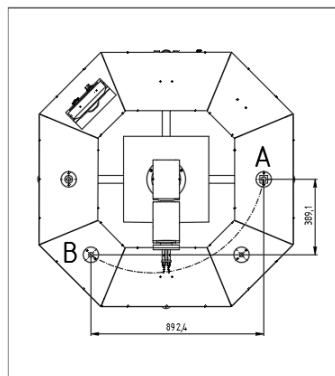


Gambar 1. Contoh Barang

Selain contoh barang ada juga program yang harus di input agar pergerakan *arm robot* dapat di atur.

1.1. Spesifikasi output

Output dari *arm robot* ini yaitu berupa pergerakan memindahkan benda atau barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Berikut contoh pergerakan pemindahan dari posisi A ke B.



Gambar 2. Arah Pergerakan *Arm Robot*

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

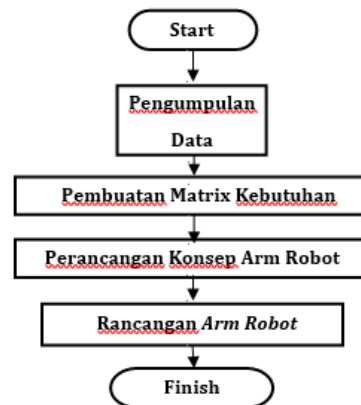
2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan mesin ini jika dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode

penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan scoring pada morfologi desain.

2.2. Proses Penelitian

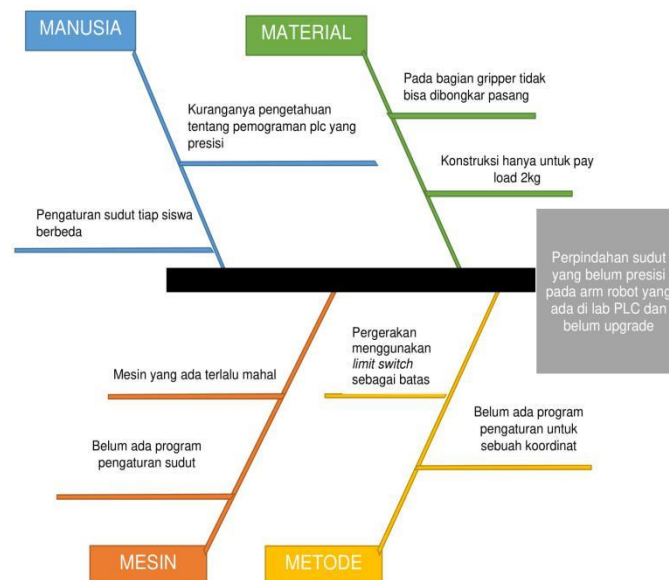
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Proses Penelitian

2.2.1. Pengumpulan Data

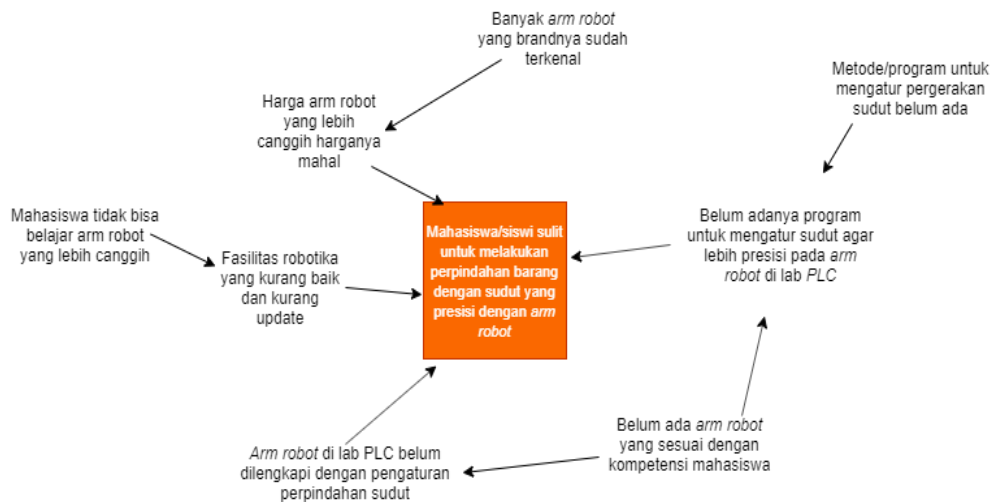
Dari metode pengumpulan data yang kami lakukan maka didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam penyusunan batasan masalah dan identifikasi masalah, yang ditetapkan sehingga fungsi dari mesin *Arm Robot 6 Axis* menjadi jelas. Kami juga mencari jurnal pendukung yang didapatkan dari Internet untuk pencarian referensi dan spesifikasi mesin yang sudah ada sebagai pembandingan, dan kami juga menganalisis sebab akibat dengan menggunakan metode *fishbone* dan diagram keterkaitan.



Gambar 3. *Fishbone* Diagram

Melihat dari *fishbone* diagram, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama yang ada yaitu *arm robot* yang ada masih belum *upgrade* dan belum bisa bersaing dengan *arm robot* yang sudah semakin maju. Seperti permasalahan yang terjadi pada *arm robot* yang sudah ada yaitu belum bisa melakukan perpindahan sudut dan belum presisi. Masalah tersebut yang

mendorong kebutuhan pembuatan *arm robot 6 axis PLC training unit* yang lebih *upgrade* untuk dibuat.



Gambar 4. Diagram Keterkaitan

Dari *diagram* tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam pembelajaran menggunakan lengan robot belum bisa memindahkan suatu barang dengan koordinat dan perpindahan dengan suatu sudut tertentu. Maka dari itu penggunaan *motor servo* yang bisa presisi 0,2 mm dan bisa diatur kecepatan putar dan besar sudut putarnya pada *arm robot 6 axis PLC Training Unit* akan menjawab permasalahan utama pada *arm robot* yang sudah ada.

2.2.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan

Sebelum melakukan proses desain, beberapa data harus ditentukan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Pada proses penentuan matriks kebutuhan, diperlukan beberapa data seperti *requirement list* yang didapatkan berdasarkan permintaan *customer*, *engineer characteristic* yang diperlukan untuk menjawab permintaan dari *customer*, dan merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan *engineering characteristic* pada tabel matriks kebutuhan

Tabel 1. Requirement List

Requirement List	
1	<i>Gripper</i> bisa dibongkar pasang
2	Mesin memiliki 6 <i>Axis</i>
3	<i>Arm robot</i> dapat bergerak tiap <i>axis</i>
4	Bisa kontrol <i>PLC</i> dengan koordinat
5	Memiliki dimensi 500 mm x 300 mm x 1200 mm
6	Memiliki sistem <i>safety</i> dengan tombol <i>emergency</i>
7	Konstruksi yang kuat
8	Mudah dalam maintenance

Tabel diatas merupakan permintaan *customer* tentang poin-poin penting dalam perancangan mesin *arm robot*.

Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya.

Tabel 2. Engineering Characteristic

Engineering Characteristic	
1	Kemampuan <i>frame</i> menahan beban (N)
2	Dimensi maksimal p x l x t (mm)
3	Daya listrik maksimal (watt)
4	Kecepatan pergerakan arm ($^{\circ}/s$)
5	Harga mesin (Rupiah)
6	Kepresisian pergerakan (mm)

7	Sumber energi (Listrik)
8	Berat mesin (Kg)

Setelah ditentukan *engineering characteristic*, langkah selanjutnya yaitu merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan *engineering characteristic* pada tabel matriks kebutuhan.

Customer Needs	Tingkat kepentingan	Nomor	Voice Of Engineer							
			Kemampuan frame menahan beban (N)	Dimensi maksimal p x l x t (mm)	Daya listrik maksimal (watt)	Kecepatan pergerakan arm (°/s)	Harga Measin (Rupiah)	Kepepresian pergerakan (mm)	Sumber energi (Listrik)	Berat mesin (Kg)
			1	2	3	4	5	6	7	8
Gripper bisa dibongkar pasang	4			●						●
Mesin memiliki 6 axis	5			●			●	●		▲
Arm robot dapat bergerak tiap axis	5					●			●	▲
Bisa kontrol PLC dengan koordinat	3				▲	●	●		●	
Memiliki dimensi 500 mm x 300 mm x 1200 mm	2			●						
Memiliki sistem safety dengan tombol emergency	4		●					▲	●	
Konstruksi kuat	3		●							▲
Mudah dalam maintenance	3		●					▲		
Absolute Importance			75	79	3	32	39	108	5	44
Relative Importance (%)			19.481	20.519	0.779	8.312	10.13	28.052	1.299	11.43

Gambar 5. Matriks kebutuhan

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kepresisian pergerakan *arm robot* merupakan hal yang paling penting dalam perancangan mekanisme *Actuator* dan *Motor* ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep mekanisme *Actuator* dan *Motor* dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan diawali dengan data permintaan *customer* yang didapatkan dengan wawancara langsung beserta tingkat kepentingannya.

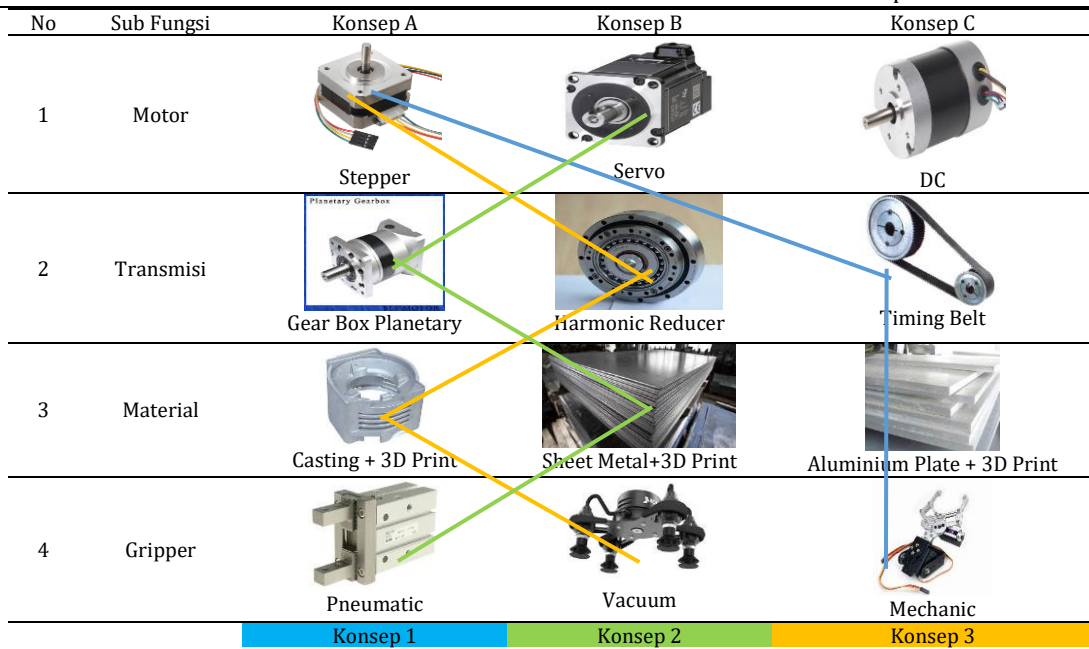
Tabel 3. Requirement List dengan tingkat kepentingan

Requirement List	TK
1 Gripper bisa dibongkar pasang	4
2 Mesin memiliki 6 Axis	5
3 Arm robot dapat bergerak tiap axis	5
4 Bisa kontrol PLC dengan koordinat	3
5 Memiliki dimensi 500 mm x 300 mm x 1200 mm	2
6 Memiliki sistem safety dengan tombol emergency	4
7 Konstruksi yang kuat	3
8 Mudah dalam maintenance	3

3.2. Perancangan Konsep

Desain morfologi unit ini akan berisikan tentang bagaimana proses pembentukan *arm robot 6 axis* dengan metode kualitatif.

Tabel 4. Morfologi Arm Robot 6 Axis



Konsep yang dihasilkan berdasarkan desain morfologi adalah konsep 1 yang ditandai dengan garis berwarna biru, konsep 2 yang ditandai dengan garis berwarna orange, dan konsep 3 yang ditandai dengan garis berwarna kuning.

3.2.1 Penilaian Konsep Arm Robot 6 Axis

Penilaian konsep sistem *arm robot 6 axis* ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu pembobotan faktor penilaian, penentuan kriteria penilaian, dan penilaian ketiga konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

PEMBOBOTAN	Kriteria Penilaian							
	Kemampuan frame menahan beban	Dimensi maksimal p x l x t (mm)	Daya listrik maksimal (watt)	Kecepatan Pergerakan Arm (°/s)	Harga Mesin (Rupiah)	Kepresisian Pergerakan (mm)	Sumber Energi (Listrik)	Berat Mesin (Kg)
Kemampuan frame menahan beban (N)	1	0	0	2	1	2	0	1
Dimensi maksimal p x l x t (mm)	2	1	1	2	2	2	1	1
Daya listrik maksimal (watt)	2	1	1	2	1	2	1	1
Kecepatan Pergerakan Arm (°/s)	0	0	0	1	1	1	0	1
Harga Mesin (Rupiah)	1	0	1	1	1	2	1	0
Kepresisian Pergerakan (mm)	0	0	0	1	0	1	0	0
Sumber Energi (Listrik)	2	1	1	2	1	2	1	2
Berat Mesin (Kg)	1	1	1	1	2	2	0	1
Total	9	4	5	12	9	14	4	7
Bobot	0.64	0.29	0.36	0.86	0.64	1	0.29	0.5

Gambar 6. Tabel Pembobotan faktor penilaian Arm Robot 6 Axis

2. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep *arm robot 6 axis* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Tabel Kriteria penilaian Arm Robot 6 axis

Arm Robot 6 Axis						
NO	Kriteria	Nilai				
		5	4	3	2	1
1	Kekuatan Frame	Mampu menahan beban >6 Kg	Mampu menahan beban 5 -4 Kg	Mampu menahan beban 3 - 2	Mampu menahan beban 2 Kg	Mampu menahan beban <2 Kg
2	Dimensi	< 10 mm dari requirement list	< 5 mm dari requirement list	sama dengan requirement list	> 5 mm dari requirement list	> 10 mm dari requirement list
3	Daya Listrik	900 watt	1300 watt	2200 watt	3600 watt	> 3600 watt
4	Kecepatan Pergerakan	180°/s	90°/s	45°/s	30°/s	
5	Harga Mesin	≤ Rp.50.000.000	Rp.50.000.000 - Rp.75.000.000	Rp.75.000.000 - Rp.100.000.000	Rp.100.000.000 - Rp.130.000.000	≥ Rp.130.000.000
6	Kepresisian	0,02 mm	0,05 mm	0,08 mm	0,1 mm	0,12 mm
7	Sumber Energi	220 volt	380 Volt			
8	Berat Mesin	≤ 15 Kg	15 Kg - 25 Kg	25 Kg - 50 Kg	50 Kg - 75 Kg	75 Kg - 100 Kg

3. Penilaian Konsep

Penilaian ketiga buah konsep sistem *arm robot 6 axis* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

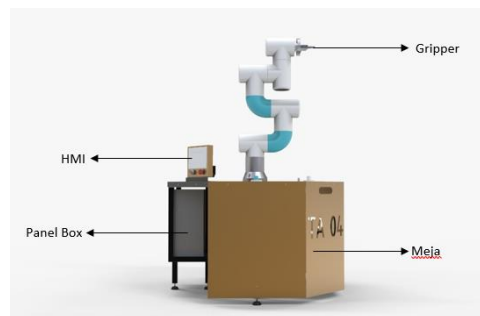
Tabel 6. Tabel Penilaian Konsep

Arm Robot 6 Axis								
NO	Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Kemampuan <i>frame</i> menahan beban	0,64	5	3,2	5	3,2	5	3,2
2	Dimensi maksimal	0,29	3	0,87	4	1,16	4	1,16
3	Daya listrik maksimal	0,36	5	1,8	5	1,8	5	1,8
4	Kecepatan pergerakan <i>arm</i>	0,86	3	2,58	4	3,44	3	2,58
5	Harga Mesin	0,64	5	3,2	2	1,28	4	2,56
6	Kepresisian pergerakan	1	3	3	5	5	4	4
7	Sumber energi	0,29	5	1,45	5	1,45	5	1,45
8	Berat mesin	0,5	5	2,5	4	2	4	2
Total			34	18,6	34	19,33	34	18,75
Peringkat			3		1		2	

Pada tabel dapat disimpulkan bahwa konsep kedua merupakan konsep yang diambil sebagai sistem pemilihan *Actuator* dan *Motor* karena mendapatkan peringkat pertama serta kegunaannya sudah mampu mencukupi kebutuhan mesin yang akan dirancang.

4. KESIMPULAN

Melalui morfologi yang telah dibuat maka hasil penilaian konsep, dipilih konsep 2. Konsep 2 merupakan konsep terbaik dengan total nilai 19,33 dan menempati urutan pertama. Pada konsep 2 memiliki kelebihan pada kecepatan pergerakan *arm* dengan nilai lebih unggul daripada konsep 1 dan 3 dengan nilai 3,44. Selain itu kelebihan lain pada konsep 2 yaitu pada kepresisian gerakan yaitu 0,02 mm dan mendapatkan nilai penuh yaitu 5 diatas konsep 1 dan konsep 3. Namun kekurangan pada konsep 2 ini yaitu pada harga mesin yang memiliki nilai 1,28 dan masih dibawah nilai dari konsep 1 dan konsep 3. Secara umum hasil penilaian dan konsep 2 sebagai konsep pemenang sudah menjawab latar belakang pemilihan konsep untuk *arm robot 6 axis* yaitu *arm robot* memiliki 6 *axis* dan dapat bergerak tiap axis nya, bisa kontrol *PLC* dengan koordinat, *gripper* dapat dibongkar pasang, memiliki safety yaitu *emergency*, dan kontruksi yang kuat juga mudah di maintenance. Maka konsep 2 cocok dijadikan konsep *Arm Robot 6 Axis PLC Training Unit* sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 7. Konsep *Final Arm Robot*

DAFTAR PUSTAKA

- B. Sudibyo. Bantalan Gelinding. Diklat, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta, 2018.
- Hadiyanto Sari. "Teknologi dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya Memperpanjang Shelf Life". Aplikasi Teknologi Pangan, 2:2, 2015
- Muhammad Agus Syahroni. Makalah Poros. Diakses dari [//www.scribd.com/doc/195657494/pengertian-dan-macam-macam-poros](http://www.scribd.com/doc/195657494/pengertian-dan-macam-macam-poros), 15 Juni 2018
- Rahul R. Kumar, Praneel Chand *Computer Science 2015 6th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA) 2015*
- Prasad Patil, International Journal of Materials Science and Engineering 2014
- Prasad Patil, Shantipal S. Ohol. *Performance Analysis of SCORBOT ER 4u Robot Arm* Published 2014
- Hindawi Journal of Robotics Volume 2017, Article ID 7508787, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2017/7508787>
- Jan Semjon, Rudolf Janos, Marek Sukop, Peter Tuleja, Mikulas Hajduk, Ondrej Jurus, Peter Marcinko, Ivan Virgala, Marek Vagas. *Verification of the UR5 robot's properties after a crash caused by a fall of a transferred load from a crane*. February 18, 2020