

Rancang Bangun Dual Axis Sun Tracker Menggunakan Motor DC Power Window CSD60-B

Bagus Eko Nugroho^{1*}, Erwan Eko Prasetyo², Gaguk Marausna³

^{1*,2,3}Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

*E-mail: bagus290800eko@gmail.com

Abstract

Sun tracker technology is one of the mechatronic devices to optimize the electrical energy rays from the sun's rays by directing the solar panel plane to follow the sun's direction. This research aims to design and manufacture an effective dual axis sun tracker so as to maximize the absorption of solar energy. The benefits of the research provide a design concept and a mechanical prototype of a dual axis sun tracker with a capacity of 200 Wp which is able to detect light sources using a CSD60-B DC motor in the driving system. The research method using the Conceptual Design method is a research method used in product manufacture with product development and analysis produced systematically and regularly. The results of the research on the design of a dual axis sun tracker using a DC motor CSD60-B resulted in a mechanical structural design with 3 main components, namely horizontal plane components, vertical plane components, and legs components as well as the effectiveness of the motor work applied in the product prototype. specification of horizontal plane dimensions with a length of 1494 mm, a width of 1024 mm, with the use of a shaft diameter of 57 mm and a pillow block UCP212-26 as a support for the work of the axis, a vertical plane component with a length of 1200 mm with the use of a transmission shaft of 60 mm and 2 units of pillow block UCF212 as a support for the work of the shaft, and components of the legs which have a length of 1508 mm, a width of 1008 mm, and a height of 548 mm. The effectiveness of the motor work obtained in the application in the drive system for the horizontal plane component is 123.16% and 89.38% in the vertical plane component.

Keywords: Sun tracker, power window, structural design, motor effectiveness.

Abstrak

Teknologi *sun tracker* merupakan salah satu perangkat mekatronika untuk mengoptimalkan perolehan energi listrik dari pancaran sinar matahari dengan mengarahkan orientasi bidang *solar panel* mengikuti arah matahari. Riset ini bertujuan untuk merancang dan membuat *dual axis sun tracker* yang efektif sehingga mampu memaksimalkan penyerapan energi matahari. Manfaat riset memberikan konsep rancangan dan prototipe struktur mekanikal *dual axis sun tracker* berkapasitas 200 Wp yang mampu mendeteksi sumber cahaya dengan menggunakan motor DC CSD60-B pada sistem penggerakannya. Metode riset menggunakan metode *Conceptual Design* merupakan metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan produk dengan pengembangan dan analisa produk yang dihasilkan secara sistematis dan teratur. Hasil riset rancang bangun *dual axis sun tracker* menggunakan motor DC CSD60-B menghasilkan desain struktur mekanik dengan 3 komponen utama yaitu komponen bidang horizontal, komponen bidang vertikal, dan komponen kaki-kaki serta efektifitas kerja motor yang diterapkan dalam prototipe produk. Menghasilkan spesifikasi dimensi struktur komponen bidang horizontal dengan panjang 1494 mm, lebar 1024 mm, dengan penggunaan poros transmisi berdiameter 57 mm dan *pillow block* UCP212-26 sebagai pendukung kerja porosnya, komponen bidang vertikal dengan panjang 1200 mm dengan penggunaan poros transmisi berdiameter 60 mm dan 2 unit *pillow block* UCF212 sebagai pendukung kerja poros, dan komponen kaki-kaki yang memiliki panjang 1508 mm, lebar 1008 mm, dengan tinggi 548 mm. Efektifitas kerja motor yang diperoleh dalam penerapan di sistem penggerak komponen bidang horizontal sebesar 123,16% dan 89,38% pada komponen bidang vertikal.

Kata kunci : Sun tracker, power window, desain struktur, efektifitas motor.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat pesat diikuti dengan konsumsi energi yang semakin meningkat, maka penggunaan energi terbarukan menjadi solusi sebagai pasokan energi dunia. Mulai dari pembangkit listrik tenaga angin hingga sumber energi terbarukan lainnya yang tidak akan habis.

Energi surya adalah energi terbarukan dan dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik dengan pemanfaatan sel surya sebagai salah satu alat yang dapat digunakan untuk memanfaatkan energi matahari[1]. Energi surya saat ini merupakan sarana yang sangat penting dari sumber energi terbarukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi sel surya tersebut adalah dengan menggunakan perangkat penjejak matahari sehingga perolehan daya oleh sel surya maksimal. Dengan adanya sistem penjejak matahari maka panel surya dapat menerima cahaya yang maksimal dan lebih efektif untuk menghasilkan energi yang lebih banyak karena panel surya dapat mempertahankan profil tegak lurus terhadap sinar matahari[2].

Pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan ke berbagai aplikasi, termasuk pemanfaatan dalam kehidupan sehari-hari sebagai pengisi lampu jalan, pemanas air, dan pembangkit listrik yang terhubung langsung ke jaringan PLN[3]. Pengembangan penggunaan energi surya di Indonesia perlu dilakukan, termasuk kemungkinan untuk terintegrasi dengan jaringan PLN atau *on-grid*. Kapasitas terpasang PLTS di seluruh pulau di Indonesia terus meningkat dari tahun 2005 sebesar 1,23 MWp, sampai dengan tahun 2009 sebesar 13,50 MWp. Produksi panel surya yang masih impor dengan efisiensi sel surya hanya 16% per KW menjadi kendala penerapan PLTS[4].

Prinsip kerja *sun tracker* adalah pergerakan panel surya dengan menggerakkan dua buah motor agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari dimana intensitas cahaya matahari dibaca oleh sensor cahaya (LDR), karena pada prinsipnya panel surya menghasilkan daya maksimum saat menerima cahaya matahari terbesar[5]. Akan tetapi biaya pembuatan *sun tracker* sangat

tinggi, sehingga diperlukan solusi untuk meminimalisir biaya tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan motor penggerak dengan harga yang terjangkau.

Pembuatan sistem penjejak matahari pada penelitian yang telah dilakukan umumnya menggunakan *servo motor* sebagai penggerak utama, sedangkan dalam sebuah penelitian rancang bangun rangka *sun tracking* pada panel surya dinamik[6], pada penelitian sebelumnya menggunakan motor *power window* dengan material rangka dari baja dan hanya menggunakan 1 unit panel surya berkapasitas 100 WP, maka perlu dikembangkan struktur rangka dengan menggunakan material yang lebih ringan sehingga dapat menggunakan panel surya dengan kapasitas lebih besar.

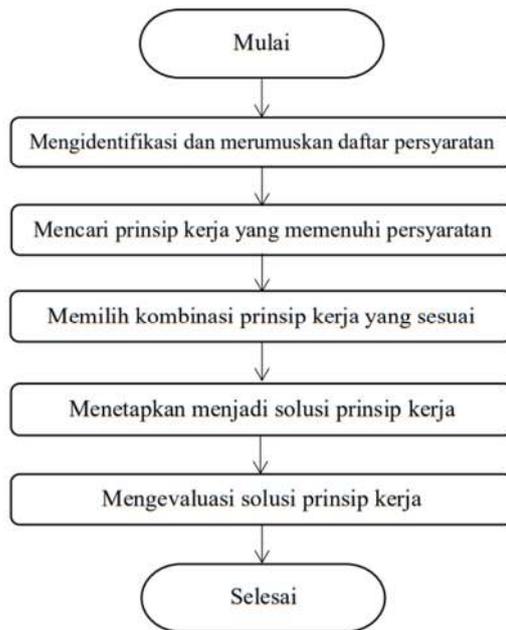
Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem mekanik *dual axis sun tracker* berkapasitas 200 WP dengan menggunakan motor DC CSD60-B *power window* pada sistem transmisinya karena daya torsi yang dimiliki cukup tinggi dengan harga yang murah.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak lain tentang pemanfaatan motor *power window* dalam pembuatan *sun tracker* dengan biaya yang lebih murah.

2. Metode Penelitian

2.1. Pendekatan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Conceptual Design* yang merupakan metode pembuatan produk dengan pengembangan dan analisa varian produk yang dihasilkan secara sistematis dan teratur. Setiap proses manufaktur memerlukan proses desain dengan tujuan menghasilkan produk akhir dengan biaya produksi terbaik karena beberapa biaya produksi ditentukan dalam setiap desain[7]. Perancangan konstruksi ini dilakukan untuk menemukan solusi kebutuhan dan konsep desain sebagai gambaran untuk desain peralatan yang akan dibuat[8]. Berikut adalah langkah-langkahnya:

Gambar 1. Diagram alir *conceptual design*.

Dalam pelaksanaannya, pembuatan desain dilakukan dengan mengidentifikasi parameter kinerja utama yang diperlukan beserta variable solusi yang tersedia. Dimana sub-variabel terpilih dikombinasikan menjadi desain konsep, melakukan identifikasi kelebihan serta kekurangan pada sub-variabel desain konsep yang ada, dilanjutkan dengan pengembangan menjadi desain awal. Pemilihan desain awal setelah diidentifikasi secara teliti dan sistematis dikembangkan sebagai desain detail berupa desain 3D yang digunakan dalam proses fabrikasi alat.

2.2. Requirement List

Pembuatan daftar persyaratan bertujuan untuk membantu mengidentifikasi tugas dan kebutuhan yang dibutuhkan, sehingga akan meningkatkan informasi tertentu. Menguraikan daftar persyaratan merupakan persiapan untuk menentukan langkah-langkah berikutnya.

Sebelum melakukan perancangan *sun tracker*, penting untuk mengetahui persyaratan pokok yang harus dipenuhi yaitu *sun tracker* mampu mengikuti arah matahari dengan dua sumbu kebebasan, dan komponen mekanikal mampu menopang beban setiap komponen elektrikal yang terpasang pada *sun tracker*. Oleh karena itu, komponen elektrikal yang digunakan dalam perancangan *sun tracker* dipaparkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komponen Elektrikal.

No.	Alat	Keterangan
1	4 Unit LDR Module	33x15 mm
2	Arduino Uno	68.6x53.4 mm 25 g/pcs
3	Motor Driver L298	60x55 mm
4	2 Unit Motor DC CSD60-B	149.5x44.5x29 mm 0.55 kg/pcs
5	2 Unit Panel Sunlite 100WP	1005x688x30 mm 8.0 kg/pcs
6	POWMR MPPT-60A	214x115x50 mm 1.1 kg/pcs
7	Accu GS MFN- NS60LS	238x129x203 mm 18.2 kg/pcs
8	Inverter NBQ 1000W	260x160x90 mm 1.3 kg/pcs
9	Control Box	250x140x300 mm 0.5 kg/pcs
10	Panel Box	600x450x200mm 1.5 kg/pcs

Berdasarkan tabel diatas maka diperoleh data beban yang diterima struktur mekanikal sehingga dapat dirumuskan *requirement list* sistem mekanik alat yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Requirement List.

No.	Uraian	Keterangan
1	Dimensi	100-120x150-170 cm
2	Tinggi	130-180 cm
3	Berat	70-100 kg
4	Kinematik	Two-axis rotation
5	Kekuatan	35-45 kg horizontal axis
	Beban	45-55 kg vertical axis
6	Energi	Listrik
7	Lainnya	Dudukan motor DC Panel box Control box

2.3. Metode Pengujian

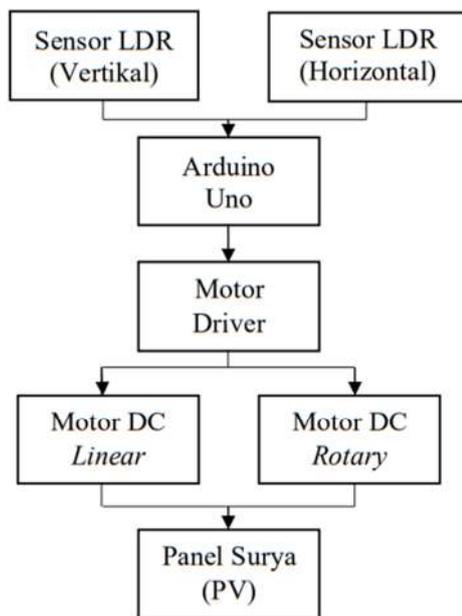
Penggabungan pengujian pada motor dan mikrokontroler dapat dilakukan karena motor berfungsi sebagai indikator kerja mikrokontroler, sebaliknya program untuk menjalankan motor diberikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler dikatakan berfungsi dengan baik jika dapat menerima dan membaca program yang diaplikasikan ke motor, dan motor berfungsi dengan baik jika motor berjalan dengan benar sesuai program yang diterima dari mikrokontroler[9].

Dalam pelaksanaan pengujian sistem mekanik menggunakan arus searah DC

dengan metode pengujian fungsional komponen sistem gerak pada perputaran poros di kedua sumbu putarnya.

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana metode tersebut dilakukan untuk membuat rancang bangun komponen sistem mekanik bila menggunakan motor DC *power window* yang diimplementasikan dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai sistem kontrolnya.

Pengujian dilakukan melalui beberapa proses. Proses pertama adalah pengecekan terhadap alat dan bahan yang akan digunakan, seperti pengecekan motor DC, sensor LDR, *motor driver*, Arduino Uno dan alat-alat pengujian lainnya. Pengecekan ini bertujuan untuk mengetahui apakah adanya kerusakan pada alat dan bahan yang akan digunakan nantinya.



Gambar 2. Diagram blok pengujian.

Setelah dilakukan pengecekan alat, dilanjutkan dengan perangkaian alat pada sensor LDR, motor DC, Arduino dan *motor driver*.

Sebuah penelitian menyebutkan bahwa parameter untuk menggerakkan motor adalah selisih data yang diperoleh 2 buah sensor LDR yang dipasang berlawanan arah yaitu utara-selatan dan timur-barat[10]. Pada pengujian ini dilakukan dengan memberikan intensitas cahaya pada setiap sensor LDR sehingga selisih data yang diterima pasangan

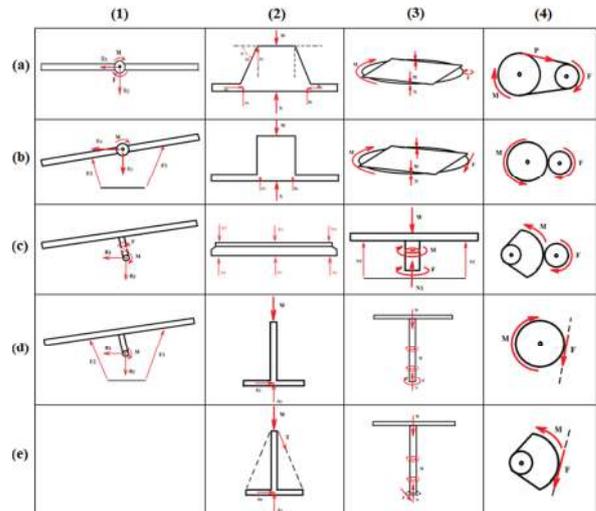
sensor diteruskan ke mikrokontroler untuk pengujian fungsi mekanik alat.

Sensor LDR sebagai input data yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengolah data yang diteruskan ke motor DC, sehingga hasil pengujian dapat terbaca. Setelah dilakukan pengujian, data yang diambil diolah untuk dijadikan tabel kemudian dianalisis dan diambil kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Desain Sistem Mekanik

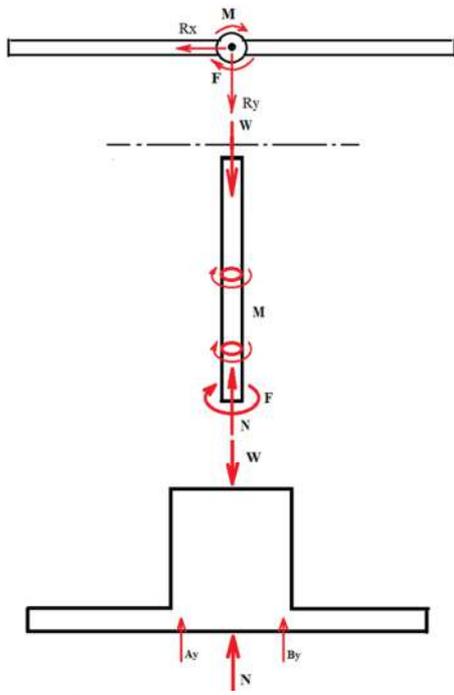
Berdasarkan daftar persyaratan dan langkah pembuatan desain alat pada Tabel 2 dan Gambar 1 secara berturut-turut. Maka diperoleh konsep alternatif sebagai berikut :



Gambar 3. Skema klasifikasi alternatif desain komponen *sun tracker*.

Konsep awal desain yang dipilih pada *dual axis sun tracker* adalah 1a, 2b, dan 3d dengan pemilihan konsep sistem transmisinya adalah 4b dan 4a dengan pemilihan menggunakan metode matrik morfologi[11]. Dimana variable penilaian dilakukan pada tiap komponen dengan mempertimbangkan fungsi, kekuatan struktur, kemudahan pembuatan dan perakitan, serta perkiraan biaya pembuatan.

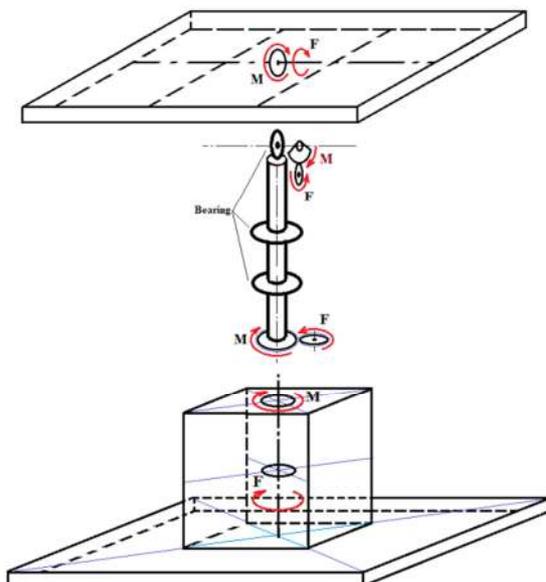
Konsep desain yang dipilih sebagai acuan dalam pembuatan desain awal sistem mekanik *sun tracker* dipaparkan pada Gambar 5.



Gambar 4. *Free-body diagram* desain konsep terpilih.

Dari gambar di atas menunjukkan konsep prinsip kerja yang digunakan pada sistem mekanik, dengan pemaparan dalam bentuk *free-body diagram*[12]. Dengan cakupan konsep struktur, bentuk, dan gaya yang terdapat maupun digunakan dalam sistem mekanik.

Setelah mendapatkan desain konsep yang akan digunakan, dilanjutkan dengan mengembangkannya menjadi desain awal yang ditunjukkan pada Gambar 5 untuk dilakukan analisa berat rangkaian sistem mekanik dan penggunaan komponen sistem transmisinya.



Gambar 5. Desain awal *solar tracker dual axis*.

Pada desain awal yang dipilih dilakukan analisa dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Sistem Mekanik *Horizontal Axis*.

No.	Uraian	Keterangan
1	Perputaran Poros	<i>Pillow block</i> UCP212-36
2	Sistem Transmisi	<i>Spur gear</i>
3	Ukuran	150x100 cm
4	Berat	35.48 kg

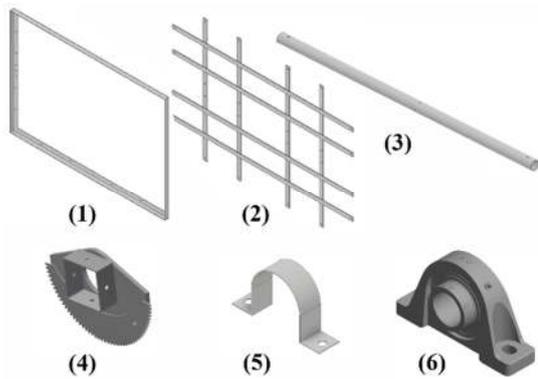
Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan penggunaan komponen transmisi pada sistem mekanik *horizontal axis* berupa penggunaan *spur gear* sehingga dapat mentransmisikan gaya secara maksimal, dengan kemampuan transfer gaya torsi yang besar dan mencegah selip antara kedua roda gigi. Selain itu, dimensi frame panel yang dibuat tidak terlalu kecil maupun besar sesuai ukuran panel surya yang digunakan dengan berat komponen yang cukup ringan.

Tabel 4. Hasil Analisa Sistem Mekanik *Vertical Axis*.

No.	Uraian	Keterangan
1	Perputaran Poros	<i>Pillow block</i> UCF212
2	Sistem Transmisi	<i>Spur gear</i>
3	Ukuran	Ø6x120 cm
4	Berat	48.89 kg

Pada sistem mekanik *vertical axis* mirip dengan *horizontal axis*, perbedaannya berupa penggunaan dua buah *pillow block* untuk optimalisasi kemampuan perputaran poros dan penggunaan poros putar dengan ukuran yang dinilai mampu menopang berat komponen sistem mekanik bidang vertikal dan horizontal secara keseluruhan.

Setelah perencanaan dan pembuatan desain konsep, dilanjutkan dengan aplikasinya terhadap material yang digunakan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2019 dalam pembuatan desain alat yang akan dikerjakan.



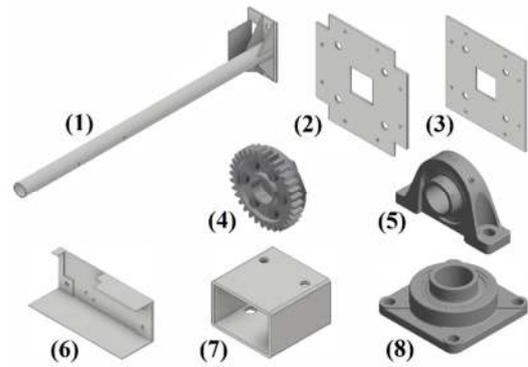
Gambar 6. Desain 3D komponen sistem mekanik bidang horizontal.

Desain 3D bidang horizontal mencakup komponen frame panel, dan sistem transmisinya, pada tahap ini pengaplikasian perencanaan dimensi komponen dilakukan yang dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Dimensi Komponen Bidang Horizontal.

No.	Uraian	Keterangan
1	Frame Tepi Panel	1494x1024x38 mm
2	Frame Bawah Panel	1024x5 mm 1494x4 mm
3	Poros Horizontal	D : Ø57 mm t : 1 mm P : 1550 mm
4	Roda Gigi Custom	Ø200 mm, ∠160°
5	Klem Poros	Ø60-1x25 mm
6	Pillow Block UCP212-36	239.5x62x141.5 mm I.D Ø57.15 mm

Pembuatan komponen transmisi gaya torsi pada sistem mekanik bidang *horizontal axis* menggunakan sistem kerja *spur gear* dengan pengaplikasiannya menggunakan komponen *regulator window* kaca mobil yang dibuat secara *custom*, sehingga memudahkan perakitan dan mampu mengurangi beban komponen sistem transmisi secara signifikan.



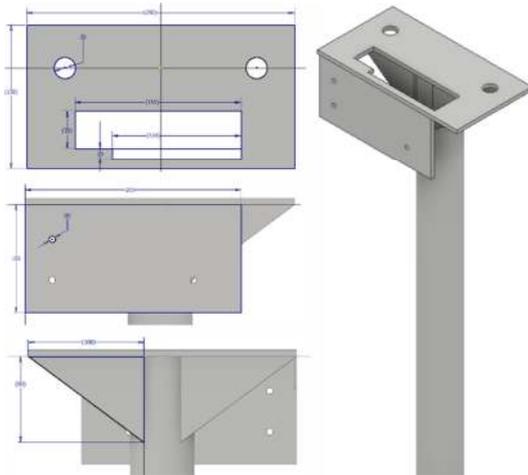
Gambar 7. Desain 3D komponen sistem mekanik bidang vertikal.

Desain 3D bidang vertikal mencakup komponenudukan *pillow block*, poros, dan sistem transmisinya, Dimensi komponen ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Dimensi Komponen Bidang Vertikal.

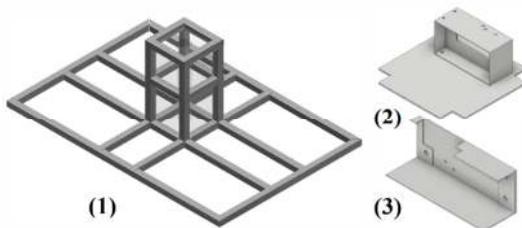
No.	Uraian	Keterangan
1	Poros Vertikal	D : Ø60 mm t : 4 mm P : 1200 mm
2	Dudukan <i>Pillow Block</i>	280x280x5 mm
3	Dudukan <i>Pillow Block</i>	280x280x5 mm Cut 4, 40x40 mm
4	Roda Gigi Custom	Ø68 mm, ∠360° Hole 6, 8 mm
5	<i>Pillow Block</i> UCP212-36	239.5x62x141.5 mm I.D Ø57.15 mm
6	Frame Motor	161x55x61 mm
7	Klem Motor	55x55x36.5 mm
8	<i>Pillow Block</i> UCF212	175x175x68.5 mm I.D Ø60 mm

Dalam sistem mekanik bidang vertikal dibutuhkan komponen yang berfungsi sebagai media instalasi *pillow block* dan motor untuk sistem transmisi gaya torsi pada bidang horizontal.



Gambar 8. Desain 3Dudukan komponen sistem transmisi bidang horizontal.

Pembuatan komponen kaki-kaki dibutuhkan guna mendukung kinerja sistem mekanik secara keseluruhan agar komponen dinamis pada alat dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 9. Desain 3D komponen kaki-kaki.

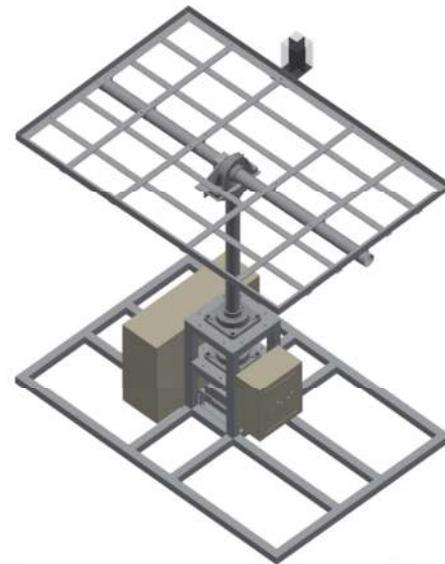
Desain 3D komponen kaki-kaki mencakup desain rangka, dudukan dan frame motor, Dimensi komponen ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Dimensi Komponen Kaki-kaki.

No.	Uraian	Keterangan
1	Komponen Kaki-kaki	1508x1008x548 mm
2	Dudukan Motor	280x280x500 mm Plat 280x280x5 mm Cut 4, 40x40 mm 180x74x94 mm
3	Frame Motor	161x55x61 mm

Setelah pembuatan desain seluruh komponen dalam bentuk 3D, dilanjutkan dengan perakitan seluruh komponen sistem mekanik bidang vertikal dan horizontal menjadi satu kesatuan. Tujuan perakitan ini adalah untuk mengetahui hasil dari perencanaan hingga pembuatan desain alat,

sehingga dapat menjadi acuan desain untuk kemudian digunakan sebagai pembuatan lembar kerja yang akan digunakan dalam proses manufaktur *solar tracker dual axis*.



Gambar 10. Desain *solar tracker dual axis*.

3.2. Implementasi Torsi Motor Terhadap Rancang Bangun

Motor DC merupakan motor yang ditenagai oleh arus listrik searah (DC). Motor DC terdiri oleh 2 bagian penting berupa kumparan medan (*stator*) dan kumparan jangkar (*rotor*)[13]. Prinsip kerja motor DC *power window* yaitu ujung pada koil yang terhubung dengan kutub positif (+) dan negatif (-) dari catu daya sehingga menggerakkan komponen rotor[14]. Motor *power window* memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 8. Spesifikasi Motor DC *Power Window*.

No.	Uraian	Keterangan
1	Model	CSD60-B
2	Voltage	12 V
3	No. Loading current	3,5 A
4	No. Loading speed	90 – 110 rpm
5	Rated load	3,5 N.m
6	Current	11 A
7	Speed	55 rpm
8	Max. Torque	8 N.m
9	Block current	30 A

Sumber : Leader-dcgearmotor.com

Motor DC ini telah lulus dalam total 20.000 siklus pengujian ketahanan, dengan pengujian 9.000 kali suhu ruangan, 7.000

kali kondisi lembab, dan 4.000 kali pada temperature -20°C.



Gambar 11. Motor DC CSD60-B power window.

Untuk mengetahui efisiensi torsi motor terhadap desain struktur *sun tracker* dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [15] :

$$T = F \cdot r$$

$$F = \frac{T}{r}$$

Dimana besaran torsi motor dalam N.m diubah ke N sehingga didapatkan gaya torsi pada motor yang ditunjukkan oleh tabel dibawah ini :

Tabel 9. Gaya Torsi Motor DC Power Window.

No.	Uraian	Keterangan
1	Rated load (T)	3 N.m
2	Jari-jari lingkaran pitch gigi motor (r)	7 mm atau 0,007 m
3	Gaya torsi (F)	428,57 N

Diketahui bahwa 1 kilogram-force (kgf) setara dengan 9,807 N. Berdasarkan tabel diatas maka disimpulkan kemampuan motor sebesar 43,7 kg. Oleh karena itu, diketahui efisiensi penggunaan motor pada sistem transmisi *horizontal axis* yang ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Efisiensi Penggunaan Motor DC CSD60-B Terhadap Beban Tracker.

No.	Uraian	Keterangan
1	Efisiensi torsi motor pada <i>horizontal axis</i>	123,16%
2	Efisiensi torsi motor pada <i>vertical axis</i>	89,38%

Dari pembahasan diatas diketahui bahwa kemampuan daya torsi motor sebesar 43,7 kg dengan beban yang diterima sebesar 35,48 kg pada sumbu horizontal dan 48,89 kg di sumbu vertikal. Oleh karena itu, perolehan performa motor mencapai 123,16% serta 89,38% pada sumbu horizontal dan vertikal secara berturut-turut.

3.3. Pengujian Fungsional Sistem Mekanik

Pengujian fungsional sistem mekanik mencakup implementasi rancang bangun mekanikal *sun tracker* terhadap mikrokontroler Arduino Uno sebagai pembaca program dari sensor LDR untuk menggerakkan motor DC dalam pergerakan bidang orientasi panel surya menghadap ke arah datang sinar matahari.

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler yang terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328P di dalamnya yang merupakan produk dari atmel. Pada IC ini semua program *sun tracker* terisi, bahasa pemrograman pada arduino adalah C, dimana *syntax* bahasa pemrogramannya telah disederhanakan menjadi lebih mudah sehingga perancangan ini dapat berjalan sesuai keinginan[16].



Gambar 12. Arduino uno ATmega328P. Sumber : Labelektronika.com

Berdasarkan data spesifikasi dan kemampuan torsi motor DC *power window* yang digunakan pada penelitian ini yang telah dipaparkan dalam Tabel 8, 9 dan 10. Setelah itu dilakukan pengujian fungsional dengan menggunakan sumber tegangan dari baterai yang memiliki kapasitas daya sebesar 45A.



Gambar 13. Solar tracker dual axis.

Pelaksanaan pengujian menggunakan 2 metode, yaitu pengujian sistem mekanik menggunakan mikrokontroler tanpa sensor LDR, dan menggunakan sensor LDR. Dimana intensitas cahaya yang diberikan ke sensor LDR berasal dari lampu flash *handphone* yang dipancarkan secara langsung ke arah sensor LDR secara bergantian.

Tabel 11. Hasil Pengujian Fungsional.

No.	Uraian	Berfungsi	Keterangan
1	Push Button 1	Ya	Motor DC 2 horizontal axis bergerak ke bawah
2	Push Button 2	Ya	Motor DC 2 horizontal axis bergerak ke atas
3	Push Button 3	Ya	Motor DC 1 vertical axis bergerak ke barat
4	Push Button 4	Ya	Motor DC 1 vertical axis bergerak ke timur
5	LDR 1 (West)	Ya	Motor DC 1 vertical axis bergerak ke barat
6	LDR 2 (East)	Ya	Motor DC 1 vertical axis bergerak ke timur
7	LDR 3 (Bottom)	Ya	Motor DC 2 horizontal axis bergerak ke bawah

8	LDR 4 (Top)	Ya	Motor DC 2 horizontal axis bergerak ke atas
---	-------------	----	---

Dari tabel 11 menunjukkan bahwa pengujian sistem mekanik tanpa dan menggunakan sensor LDR menunjukkan motor dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian tanpa sensor (manual) memperlihatkan kinerja motor dalam sistem mekanik, dan dalam pengujian menggunakan sensor LDR (auto) menunjukan motor bergerak ke arah dengan intensitas cahaya tertinggi. Tetapi dalam prakteknya motor DC pada bidang putar vertikal terdapat *overload* sehingga pergerakan poros putar relatif lambat.

4. Kesimpulan

Riset ini telah berhasil merancang dan membuat *dual axis sun tracker* berkapasitas 200 WP menggunakan motor DC CSD60-B *power window*, hasil dari analisa menunjukan bahwa kemampuan daya torsi motor sebesar 43,7 kg dengan efisiensi penggunaan motor pada struktur komponen sistem transmisi di sumbu horizontal sebesar 123,16% dan 89,38% pada sumbu vertikalnya.

Berdasarkan data pengujian fungsional sistem mekanik terlihat arah transmisi gaya torsi motor dapat berfungsi dengan baik pada sumbu orizontal, sedangkan pada sumbu vertikal motor bergerak relatif lambat karena mengalami *overload*. Secara keseluruhan fungsi *sun tracker* berfungsi dengan baik, dimana terlihat orientasi bidang PV bergerak ke arah dengan intensitas cahaya tertinggi.

Data perhitungan serta pengujian fungsional sistem transmisi *sun tracker*, penggunaan motor tipe CSD60-B dengan sistem transmisi langsung kurang optimal apabila beban melebihi 43,7 kg.

5. Saran

Sistem transmisi gaya torsi motor ke komponen mekanik dapat dilakukan penggantian atau pengembangan pada *gear* untuk mengurangi beban torsi motor. Karena pada penelitian ini sistem transmisi gaya torsi menggunakan komponen *spur gear* dengan penggunaan 2 buah gigi, sehingga

dapat menyebabkan kerusakan pada motor karena berat komponen ditransfer langsung ke gigi motor meskipun sudah menggunakan *pillow block* sebagai pendukung perputaran porosnya,

6. Daftar Pustaka

- [1] Ambarita, H., and A. Wu. "Rancang Bangun Alat Penggerak Panel Surya Satu Axis pada Koordinat 3,43o LU dan 98,44o BT Di Kota Medan," *Prosiding SENIATI (2019)*, pp. 311–315.
- [2] Nugraha M. P. Y., R. Abdul, and S. Irma, "Rancang Bangun Tracker Surya Sumbu Ganda Berbasis Raspberry Pi," *JURASIK.*, vol. 4, no. 1, pp. 82-88, 2019.
- [3] A. Muhammad, Noriyati. R. D., "Rancang Bangun Sistem Switching Otomatis Dan Akuisisi Data Pada Mobile Hybrid Solar Tracking System Untuk Stand Alone Small Pv Bereflektor," *J.Tek ITS*, 2018.
- [4] N. Indrawan, Sungkono, and K. Muhammad, "Solar Cell Otomatis Dengan Pengaturan Dual Axis Tracking System Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [5] Nopriansyah. M. H., N. Didik, and Fiddiansyah. B. D., "Perancangan Miniatur Tracker PLTS Dan Kontrol MPPT Berbasis IOT Menggunakan Atmega 328P-PU," *J.online Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2018.
- [6] N. Arif, R. Yogie, and P. Adhy., "Rancang Bangun Rangka Sun Tracking Pada Panel Surya Dinamik," *Jom FTEKNIK*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [7] Putra. F. P., "Desain Dan Analisa Struktur Platform Micro Lathe CNC Machine," *J.Tek ITS*, 2015.
- [8] I. Muhammad, A. Sopian, and Ocsirendi, "Rancang Bangun Solar Tracker Dua Axis Menggunakan Penggerak Air," *Prosiding SNITT (2021)*, pp. 281-286.
- [9] S. Sandos, S. Bambang, and Hermanto M. B., "Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 1, no. 1, pp. 55–59, 2013.
- [10] S. Roni, and Wildian, "Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor LDR dan Penampil LCD," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 2, pp. 113–122, 2015.
- [11] P. Gerhard, et al., *Engineering Design A Systematic Approach*. New York: Springer, 2007.
- [12] Barreto. J. P., et al., "FBD - the Free Body Diagram method. Kinematic and dynamic modeling of a six leg robot," *Int. Work. Adv. Motion Control. AMC*, pp. 423–428, 1998.
- [13] Ardiatama. M. W., "Perancangan Sistem Penjejak Matahari Dua Sumbu Dengan Metode Active Tracking Menggunakan Kontrol Fuzzy Tipe-2 Interval," *J. Tek. ITS*, 2018..
- [14] F. Vicky, "Rancang Bangun Alat Pembelah Durian Menggunakan Motor Power Window," *J.Tek PNP*, 2017.
- [15] Pambudi. T. A., Pramono. G. E., Y. Dwi, "Analisa Sistem Roda Gigi Diferensial Penggerak Roda Belakang Kendaraan Mobil Listrik (IKSA)," *Alimkanika*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2019.
- [16] Fauzi. K. W., A. Teguh, T. Nandang, "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno," *TELKA*, vol. 4, no. 1, pp. 64-75, 2018.