

SUN TRACKER BERBASIS ARDUINO NANO

Faris Ahmad Holili, Gilang Ramadhan S. Z., P1, Wahyuni Ilahi2
Agustina Diah Ekawati Cahyaningtyas, S. Pd
SMK Negeri 2 Kraksaan.
E-mail : (holilifarisahmad@gmail.com)

ABSTRAK

Pada masa globalisasi ini, listrik merupakan kebutuhan yang tidak tergantikan. Peningkatan kebutuhan listrik menyebabkan menipisnya ketersediaan bahan bakar batu bara. Menurut data pasar *ICE Newcastle* harga batu bara untuk kontrak bulan Juni 2022 naik USD377,75 per ton, dipicu oleh kekurangan pasokan secara global saat ini (Sumber : <https://economy.okezone.com>). Oleh karena itu, perlu adanya penelitian dan pengembangan sumber energi terbarukan. Salah satunya energi matahari yang dapat dikonversi menjadi listrik, umumnya menggunakan *Photovoltaic*. Namun, penggunaan *Photovoltaic* memiliki tingkat efisiensi konversi rendah sehingga diperlukan solusi alternatif untuk mendapatkan efisiensi lebih besar menggunakan susunan panel surya yaitu dengan adanya inovasi *Sun Tracker Berbasis Arduino Nano*. Tujuan penelitian ini untuk *optimasi* penyerapan energi matahari dengan mengarahkan *solar cell* mengikuti pergerakan matahari secara otomatis bergerak pada sudut $0^{\circ} - 180^{\circ}$ dan sebaliknya pada saat matahari tenggelam otomatis bergerak pada sudut $180^{\circ} - 0^{\circ}$. Perangkaian alat dilaksanakan di laboratorium *pneumatic* SMK Negeri 2 Kraksaan. Melalui 7 tahapan yaitu pembuatan skematik, pembuatan sistem mekanik, pengujian hardware, pembuatan sistem elektrik, pengambilan data, perancangan sistem kontrol *PID (Proportional Integral Derivative)*, serta integrasi *hardware* dan *software*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inovasi *Sun Tracker Berbasis Arduino Nano* memiliki kelebihan yaitu adanya peningkatan daya keluaran *PV (Photovoltaic)* dengan *Sun Tracker Berbasis Arduino Nano* sebesar 36.57% dibandingkan dengan *fixed PV*/panel surya bersifat statis (tanpa *Sun tracker*). Tanggapan masyarakat terhadap inovasi ini sangatlah baik, terbukti dengan data yang diperoleh sebesar 80% responden mendukung adanya inovasi ini karena dapat memudahkan pengoptimalan energi matahari secara otomatis. Dapat disimpulkan bahwa inovasi ini mampu menjadi solusi yang dibutuhkan pada masa mendatang.

Kata kunci : *Arduino, solar cell, sun tracker.*



@inergyc_ppns



inergycppns@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi, listrik menjadi salah satu kebutuhan yang tidak tergantikan. Peningkatan kebutuhan listrik menyebabkan menipisnya ketersediaan bahan bakar batu bara. Menurut data pasar *ICE Newcastle* harga batu bara untuk kontrak bulan Juni 2022 naik USD377,75 per ton, dipicu oleh kekurangan pasokan secara global saat ini. Tingginya konsumsi penggunaan bahan bakar berupa batu bara berdampak pada ketersediaan sumber daya tersebut suatu saat nanti. Terlebih lagi, diperlukan waktu sangat lama dalam proses pembentukan batu bara dan membutuhkan biaya sangat besar untuk memproduksinya, sehingga perlu adanya pengembangan energi terbarukan sebagai sumber energi alternative yang salah satunya berupa energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan cara merangkai suatu alat yang dapat mengubahnya menjadi energi listrik dan gerak yaitu "*Panel Surya*".

Umumnya pemasangan *Panel Surya* masih bersifat statis. Hal ini menyebabkan penerimaan energi matahari belum optimal. Oleh karena itu, perlu dibuat system yang menjadikan *Panel Surya* mengikuti gerakan arah matahari. Dengan demikian *Panel Surya* menjadi salah satu bentuk inovasi energi terbarukan yaitu menjadi energi listrik dan energi gerak sebagai pengganti batu bara yang selama ini merupakan bahan bakar kereta api, meskipun saat ini beberapa kereta api sudah menggunakan listrik sebagai tenaga penggerak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, muncul permasalahan dan dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana memanfaatkan energi panas matahari sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar kereta api secara efektif dan efisien?
2. Bagaimana rangkaian *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*?
3. Bagaimana prinsip kerja *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut, maka tujuan penulisan inovasi produk sebagai berikut :

1. Memanfaatkan energi panas matahari sebagai energi alternatif bahan bakar kereta api secara efektif dan efisien.
2. Memahami rancangan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*.
3. Memahami prinsip kerja *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*.

1.4 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan mampu mengeksplorasi kreatifitas guna memanfaatkan ketersediaan energi matahari menjadi energi listrik dan gerak yang diterapkan pada kereta api berupa *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* dimana alat tersebut selama menyerap energi matahari secara otomatis dapat mengikuti arah gerakan matahari, sehingga berkontribusi bagi :

1.4.1 Siswa atau Peneliti

1. Meningkatkan pengetahuan pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik dan gerak pada *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* yang bergerak secara otomatis mengikuti arah matahari.
2. Inovasi *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* diharapkan menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

1.4.2 Pemerintah

Inovasi miniatur *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* diharapkan dapat digunakan dalam kegiatan penelitian skala lebih besar tentang pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik dan gerak, sehingga mempermudah pemerintah menanamkan konsep secara nyata dengan diterapkannya *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* sebagai alternatif untuk mengefisiensi penggunaan batubara.

1.4.3 Masyarakat dan Lingkungan

1. Memberikan informasi bahwa banyak inovasi yang dapat dikembangkan sebagai upaya penghematan bahan bakar batu bara, salah satunya dengan penerapan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*.
2. Meningkatkan daya tarik masyarakat untuk berinovasi penggunaan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* sebagai energi terbarukan pengganti batu bara yaitu bahan bakar kereta api dan peralatan rumah tangga lainnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penentuan Panel Surya

Panel surya pada perancangan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* menggunakan panel dengan *output 3W9V (wattpeak)* berbahan *polycrystalline*.

2.2 Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip *ATmega328P* dengan ukuran sangat mungil. *Arduino Nano* memiliki 14 pin i/o digital, 8 pin *input* analog dengan resolusi 1024 bit. Penggunaan mikrokontroler cukup menghubungkan papan *Arduino Nano* dengan komputer menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

2.3 LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis Resistor bernilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai hambatan LDR (*Light Dependent Resistor*) akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Fungsi LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sebagai penghantar arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (kondisi terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap.

2.4 Motor Servo

Motor Servo adalah perangkat elektronikanis yang dirancang menggunakan sistem kontrol jenis *loop* tertutup (*servo*) sebagai penggerak dalam sebuah rangkaian untuk menghasilkan torsi dan kecepatan berdasarkan arus listrik dan tegangan yang diberikan. Motor Servo yang digunakan pada rancangan miniatur *Sun Tracker* Berbasis *Arduino Nano* yaitu *Motor Servo MG90*.

2.5 Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Reaksi elektrokimia *reversible* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi kimia, dengan cara proses regenerasi dari elektroda yang dipakai.

2.6 Kabel Jumper

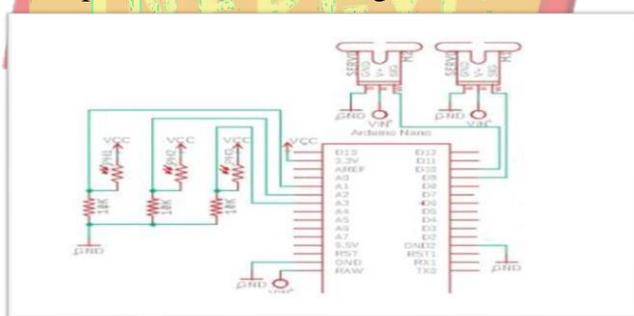
Kabel *jumper* adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder. Kabel *jumper* umumnya memiliki *connector* atau pin pada setiap ujung. *Connector* untuk menusuk disebut *male connector* dan *connector* yang ditusuk disebut *female connector*. Kabel *jumper* terdiri dari 3 (tiga) yaitu : *Male to Male*, *Male to Female* dan *Female to Female*.

2.7 Teknik Pembuatan

Pembuatan produk inovasi *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* ini menggunakan 7 (tujuh) tahapan diantaranya :

2.7.1 Pembuatan Skematik

Berikut merupakan skema dasar rangkain :



Gambar 1. Skema Rangkaian

2.7.2 Pembuatan Sistem Mekanik

Proses ini adalah kegiatan pengimplementasian skema rangkaian yang telah dibuat sebelumnya dengan menggabungkan semua komponen menjadi satu rangkaian. Sebelum membuat rangkaian, kondisi komponen harus diperiksa satu per satu. Hal ini dilakukan agar memperkecil kemungkinan terjadinya rangkaian gagal.

2. 7. 3 Pengujian *Hardware*

Proses pengujian *hardware* adalah pengujian yang dilakukan terhadap program Arduino dengan alat *Sun Tracker* Berbasis *Arduino Nano* yang telah dibuat. Berikut langkah-langkah pengujian *hardware* :

1. Upload program *Arduino* ke alat *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*.
2. Paparkan alat *Sun Tracker* berbasis *Arduino* ke matahari.
3. Pengujian pertama yaitu *Sun Tracker Arduino* posisi diam tanpa mengikuti posisi matahari.
4. Pengujian selanjutnya yaitu *Sun Tracker* posisi mengikuti arah sinar matahari secara otomatis.
5. Ketika *Sun Tracker* mengikuti arah matahari secara manual dengan sensor *LDR*.
6. Amati pergerakan *Sun Tracker*.

2. 7. 4 Pembuatan Sistem Electric

Proses ini adalah kegiatan pengimplementasian rangkaian yang telah dibuat sebelumnya, dengan menggabungkan semua komponen menjadi satu rangkaian. Sebelum membuat rangkaian, kondisi komponen harus diperiksa satu persatu. Hal ini dilakukan agar memperkecil kemungkinan terjadinya rangkaian gagal.

2. 7. 5 Pengambilan Data/Pemrograman *Arduino*

Fungsi program disini antara lain yaitu, menginisialisasi pin-pin mana saja yang akan menjadi perintah logika “*HIGH*” atau “*LOW*” yang akan mengaktifkan atau mematikan output-output pendukung.



Gambar 2. Bentuk Kode *Arduino*

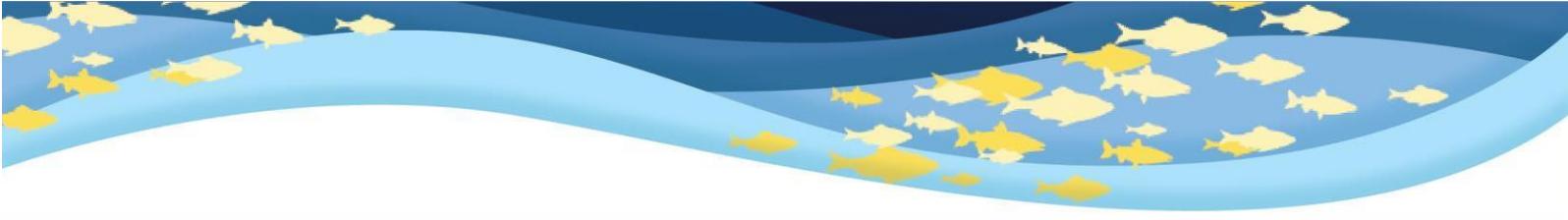
2. 7. 6 Sistem Control PID

Sistem kontrol PID (*Proportional Integral Derivate*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sitem pada produk *Sun Tracker* Berbasis *Arduino Nano* dengan adanya karakteristik umpan balik (*feedback*) pada sistem tersebut.

2. 7. 7 Integrasi Hardware dan Software

Pada proses ini alat-alat dan program *Arduino* yang telah di rencanakan, kemudian dianalisa kembali.





BAB III

METODE PENULISAN

3.1 Metode Penulisan

Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini disusun berdasarkan telaah pustaka dari literatur-literatur yang sesuai dengan topik. Literatur yang digunakan merupakan literatur yang bersifat primer dan sekunder. Kemudian, dijabarkan dalam bentuk Karya Tulis Ilmiah merupakan pemikiran kritis siswa berdasarkan pandangan terhadap situasi dan kondisi yang berkembang sekarang, salah satunya adalah sebagai bahan bakar kereta api. Dengan demikian diperoleh kesimpulan tentang pemecahan masalah yang terjadi secara keseluruhan, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan dan pemanfaatan teknologi bagi masyarakat, bangsa dan negara.

Karya Tulis Ilmiah ini menggunakan metode kualitatif dengan menampilkan data deskriptif berupa kata-kata yang bersifat relasional. Prosedur pemecahan masalah dilakukan berdasarkan pada permasalahan yang terdapat di dalam masyarakat. Permasalahan yang menjadi dasar dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini timbul setelah diketahui bahwa ketersediaan sumber energi listrik tidak terbarukan (batubara) di Indonesia semakin terbatas dan penggunaan energi listrik yang tidak efisien oleh para konsumen, maka diperlukan penelitian dan pengembangan sumber energi terbarukan. Salah satunya energi matahari yang dapat dikonversi menjadi listrik, umumnya menggunakan *Photovoltaic*. Namun, penggunaan *Photovoltaic* memiliki tingkat efisiensi konversi rendah sehingga diperlukan solusi alternatif untuk mendapatkan efisiensi lebih besar menggunakan susunan panel surya yaitu dengan adanya inovasi *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano*, sebagai salah satu upaya penghematan bahan bakar batubara dan pemanfaatan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* pada kereta api.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Selama pembuatan produk *Sun Tracker* Berbasis *Arduino Nano* terdapat jadwal kegiatan, berikut tabel waktu dan lokasi penelitian.

Tabel 1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Jadwal Kegiatan	Tanggal Pelaksanaan	Tempat Pelaksanaan
Tahap Persiapan		
a. Perencanaan rumusan masalah dan objek yang akan diteliti.	5 April 2023	SMK Negeri 2 Kraksaan dan Rumah Peneliti
b. Persiapan alat dan bahan penelitian.	10 April 2023	
Tahap Pelaksanaan Penelitian Ke-1		
a. Pengenalan materi mengenai dasar <i>Arduino</i> .	13 April 2023	SMK Negeri 2 Kraksaan
b. Pendalaman materi mengenai <i>Arduino</i> , dan membuat proyek dasar miniatur <i>Sun Tracker</i> berbasis <i>Arduino</i> dengan project board.	14 April 2023	
Tahap Pelaksanaan Penelitian Ke-2		
a. Pembuatan rangkaian <i>Sun Tracker</i> dan uji coba rangkaian.	17 April 2023	Laboratorium Pneumatic SMK Negeri 2 Kraksaan
b. Pembuatan sketsa awal dan pemrograman rangkaian.	20 April 2023	
c. Pemantapan uji rangkaian	22 April 2023	
Tahap Pelaksanaan Penelitian Ke-3		
a. Pemantapan uji dan peninjauan <i>Sun Tracker</i> berbasis <i>Arduino</i> .	25 April 2023 - 26 April 2023	Laboratorium Pneumatic SMK Negeri 2 Kraksaan
Tahap Wawancara		

a. Persiapan pertanyaan terhadap responden melalui google form membuat terhadap responden melalui google form	5 Mei 2023	Secara <i>Online</i> Melalui Aplikasi <i>Google Form</i>
b. Melakukan tanya jawab terhadap responden melalui google form	6 Mei 2023	Secara <i>Online</i> Melalui Aplikasi <i>Google Form</i>
Tahap penyelesaian Produk		
a. Penyelesaian penelitian dilakukan dengan pengolahan dan analisa data, selanjutnya dilakukan penyusunan dalam bentuk laporan penelitian.	15 Mei 2023 - 22 Mei 2023	SMK Negeri 2 Kraksaan dan Rumah Peneliti

3. 2. 2 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah menyampaikan informasi positif terhadap lingkungan, masyarakat, pemerintah daerah, terutama PJKA (Perusahaan Jawatan Kereta Api) melalui terobosan berupa alternatif penghematan bahan bakar batu bara dengan menggantinya dengan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* yaitu panel surya yang mampu menyerap energi matahari dengan secara otomatis mengikuti arah gerakan atau posisi matahari sehingga prosesnya berlangsung secara optimal.

3. 2. 3 Software dan Hardware Penelitian

a. Software Pembuatan Produk

Software yang digunakan pada pembuatan produk *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* yaitu aplikasi pemrograman *Arduino IDE*.

b. Hardware Pembuatan Produk

Selama pembuatan produk terdapat beberapa *hardware* yang digunakan, berikut tabel *hardware* pembuatan produk.

Tabel 2. Alat dan *Hardware* Pembuatan Produk

No	Nama <i>Hardware</i>	Kuantitas
1.	Servo MG90S	2 buah
2.	<i>LDR</i> Modul	1 buah
3.	Baterai	1 buah

4.	Mini panel 3W9V	1 buah
5.	Adaptor	1 buah
6.	<i>Project Board</i>	1 buah
7.	Digital ampere meter	1 buah
8.	<i>Arduino Nano</i> Atmega 328p 5V	1 buah
9.	Kabel <i>Jumper</i>	7 buah
10.	Modul Fc 75	1 buah
11.	Tang	1 buah
12.	Solder	1 buah
13.	Gunting	1 buah
14.	Gergaji	1 buah
15.	Obeng plus & minus	2 buah
16.	Laptop	1 buah
17.	Timah	1 buah

3.3 Teknik Pengumpulan Data

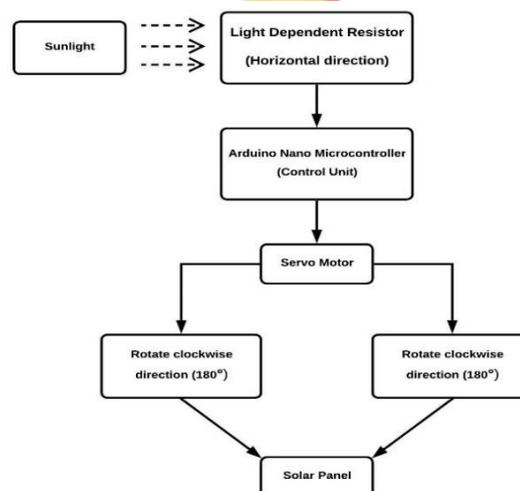
Teknik pengumpulan data menggunakan teknik eksperimen dengan melakukan percobaan terhadap objek penelitian kemudian dilakukan pengujian sehingga diperoleh data-data yang diperlukan. Selain itu data juga diperoleh berdasar literatur berupa buku ataupun internet.

3.4 Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu berdasarkan pengumpulan data atau informasi dari setiap perubahan yang terjadi saat eksperimen secara langsung.

3.5 Cara Kerja Produk

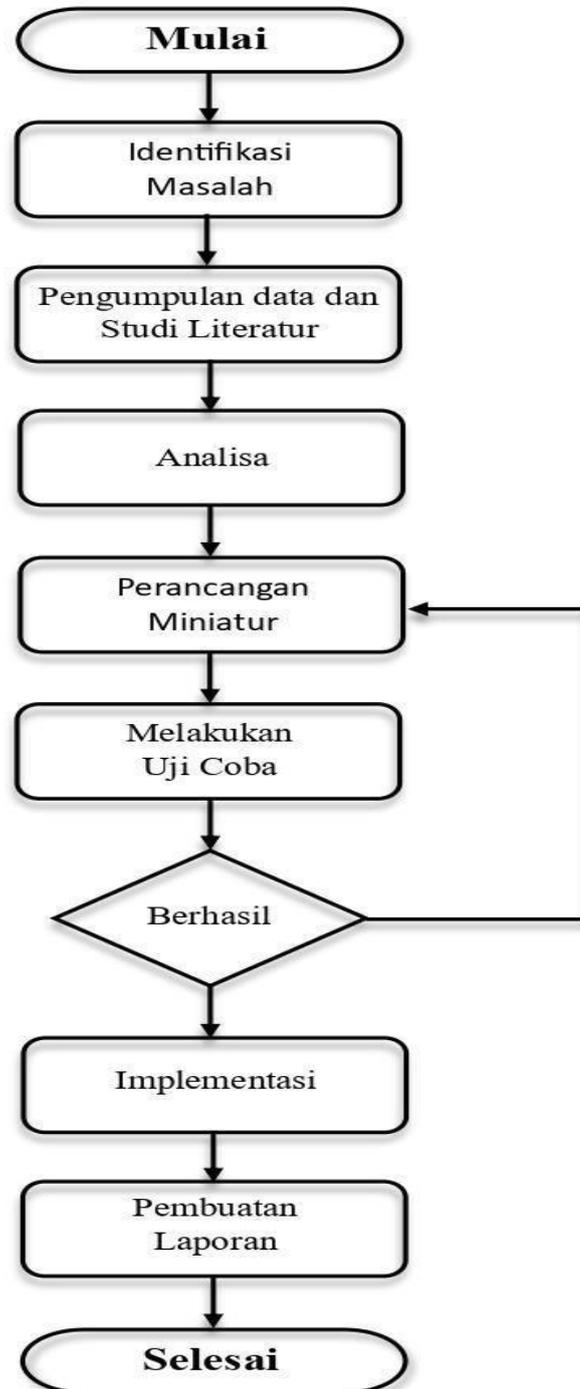
Berikut merupakan *flowchart* cara kerja produk *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* :



Gambar 3. Cara kerja produk

3.6 Rancangan Penelitian

Berikut merupakan *flowchart* rancangan penelitian produk *Sun Tracker* Berbasis *Arduino Nano* :



Gambar 4. Alur rancangan penelitian

BAB IV

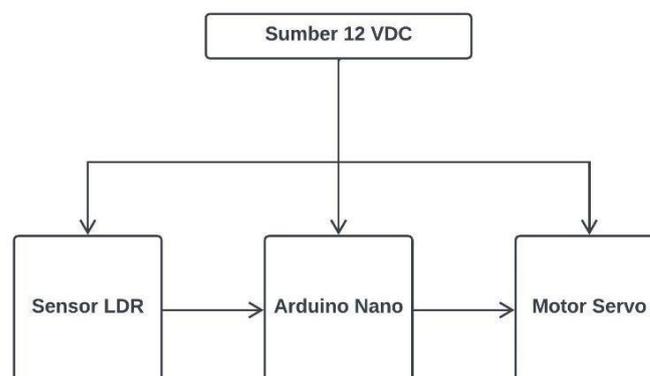
HASIL DAN PEMBAHASAN

Manfaatan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* pada kehidupan sehari-hari, mampu mengurangi konsumsi listrik bahan bakar batubara. Dengan begitu, jumlah konsumsi sumber energi pembangkit listrik (batubara) menjadi berkurang, dan berdampak pada ketersediaan pasokan energi. Hal tersebut dapat terjadi karena prinsip kerja *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* yang dapat bergerak secara otomatis mengikuti arah cahaya matahari.

Pembuatan *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* terdiri dari 7 (tujuh) metode dasar yaitu :

1. Pembuatan skematik
2. Pembuatan sistem mekanik
3. Pengujian hardware
4. Pembuatan sistem elektrik
5. Pengambilan data/pemrograman *Arduino*
6. Perancangan sistem kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*)
7. *Integrasi hardware dan software*

Prinsip kerja utama *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* terletak pada Modul *Arduino Nano* yang menjadi *chipset* rangkaian untuk menggerakkan komponen lainnya, berdasarkan perintah melalui pemrograman di *Arduino Nano*. Hal ini mengindikasikan bahwa LDR (*Light Dependent Resistor*) yang terpasang di halaman tersebut, harus terkoneksi dengan cahaya matahari agar motor *servo* dapat berputar secara otomatis.



Gambar 5. Prinsip kerja *Sun Tracker*

Dari *flowchart* yang ditunjukkan diatas, *Arduino Nano* adalah unit pengontrolan pemrosesan data pada system, sensor *ldr* berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan *input* yang akan diteruskan dan diolah oleh *Arduino Nano*, dan terakhir motor *servo* yang berfungsi sebagai penggerak untuk menggerakkan *solar tracker*.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasar rumusan masalah, hasil analisis rancangan dan implementasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Solar tracker berbasis Arduino Nano* menghasilkan pergerakan panel surya yang optimal dalam mencari jejak *radiasi* matahari.
2. Perbedaan keluaran energi listrik yang sangat *signifikansi*, dari hasil rata-rata perhitungan energy listrik diperoleh selisih perbedaan energi hingga mencapai 43% per hari dengan pengujian selama 11 jam.
3. Penggunaan *system tracker* pada solar sel dapat membantu solar sel melakukan penyerapan energi matahari secara maksimal, efektif dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut peneliti menyarankan kepada siswa, pemerintah dan masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan dan kreatifitas untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik alternatif dalam upaya penghematan sumber energi tidak terbarukan. Peran pemerintah menanggapi inovasi *Sun Tracker Berbasis Arduino Nano* sangat dibutuhkan, supaya *Sun Tracker* berbasis *Arduino Nano* ini terus dikembangkan dengan skala lebih besar sebagai sumber listrik alternatif dalam upaya penghematan sumber bahan bakar batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- A. P. Pramagusta, H. Hariyanto, and B. Prakoso. (2019). "Sistem Penjejak Matahari Menggunakan Metode Pengukuran Titik Koordinat Lokasi Untuk Optimalisasi Perolehan Data Pengukuran Oleh Sunphotometer," pp. 10–11.
- A. S. J. Wardhana, E. S. Damarwan, and M. L. Hakim. (2021). "The Effect of Inclination Angle of the Solar Panel on the Resulting Output Voltage," J. Phys. Conf. Ser., vol. 2111, no. 1.
- Fadhlullah, Khalid (2017). Solar tracking system berbasis arduino. Jurnal Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- I Wayan Sutaya & Ketut Udy Ariawan (2016). Solar tracker cerdas dan murah berbasis mikrokontroler 8 bit ATmega8535. Jurnal Teknik Elektronika Undiksha Vol. 5, No 1. ISSN: 2303-3142.
- K. W. Fauzi, T. Arfianto, dan N. Taryana. (2018). "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno," TELKA, Vol.4, No.1, pp. 64-75.
- M. Fuentes, M.Vivar, J.M.Burgos, J.Aguilera, J.A.Vacas, (2014). "Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for PV system monitoring using Arduino™ that complies with IEC standards", *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 130, pp: 529–543.
- O. Y. Kristiawan, Akhwan, and M. D. Pupitasari. (2019). "Rancang Bangun Solar Tracker Sebagai Penghasil Energi Cadangan Pada Palang Pintu Perlintasan Kereta Api," Pros. Forum Stud. Transp. antar Perguru. Tinggi, pp. 41–47.
- Rony Syafrialdi, Wildian (2015). Rancang bangun solar trackier berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor LDR dan penampil LCD. Jurnal Fisika Unand Vol.4, No 2. ISSN: 2302-8489.

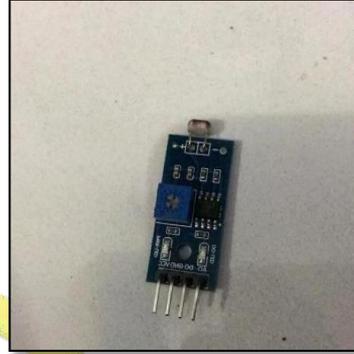
LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi

a. Hardware



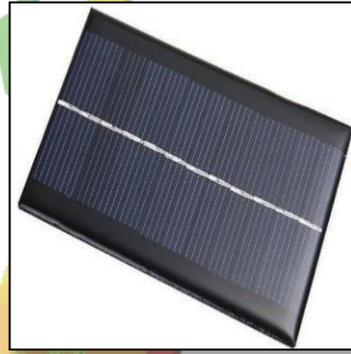
Gambar 6. Servo



Gambar 7. LDR Modul



Gambar 8. Baterai



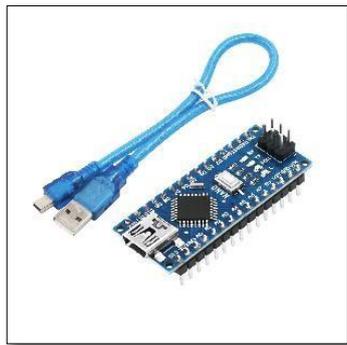
Gambar 9. Mini Panel



Gambar 10. Adaptor



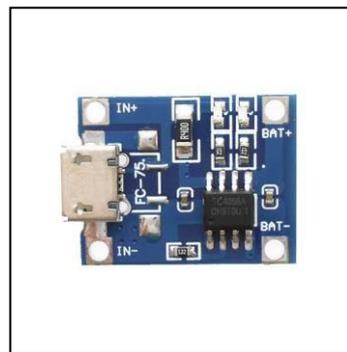
Gambar 11. Digital Ampere
Meter



Gambar 12. *Arduino Nano*



Gambar 13. *Kabel Jumper*



Gambar 14. *Modul FC 75*



Gambar 15. *Tang*



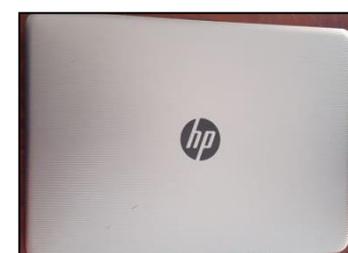
Gambar 16. *Solder*



Gambar 17. *Obeng Plus dan Minus*



Gambar 18. *Gergaji*



Gambar 19. *Laptop*

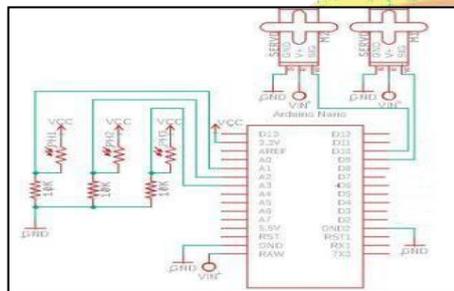


Gambar 20. Gunting



Gambar 21. Timah

b. Proses Pembuatan



Gambar 22. Proses Pembuatan Rangkaian Dasar



Gambar 23. Pembuatan Rangkaian



Gambar 24. Pembuatan Program Arduino



Gambar 25. Hasil Produk

Lampiran 2. Tegangan Pada Sun Tracker Berbasis Arduino Nano

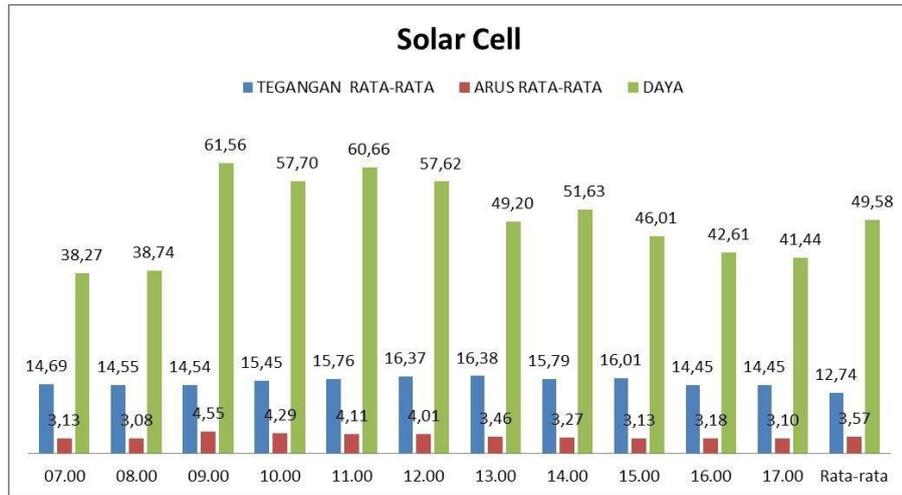
Tabel 3. Pengujian Pada solar cell

WAKTU	TEGANGAN RATA-RATA	ARUS RATA-RATA	DAYA
07.00	12,23	3,13	38,27
08.00	12,58	3,08	38,74
09.00	13,53	4,55	61,56
10.00	13,45	4,29	57,70
11.00	14,76	4,11	60,66
12.00	14,37	4,01	57,62
13.00	14,22	3,46	49,20
14.00	15,79	3,27	51,63
15.00	14,70	3,13	46,01
16.00	13,40	3,18	42,61
17.00	13,37	3,10	41,44
Rata rata	12,74	3,57	49,58

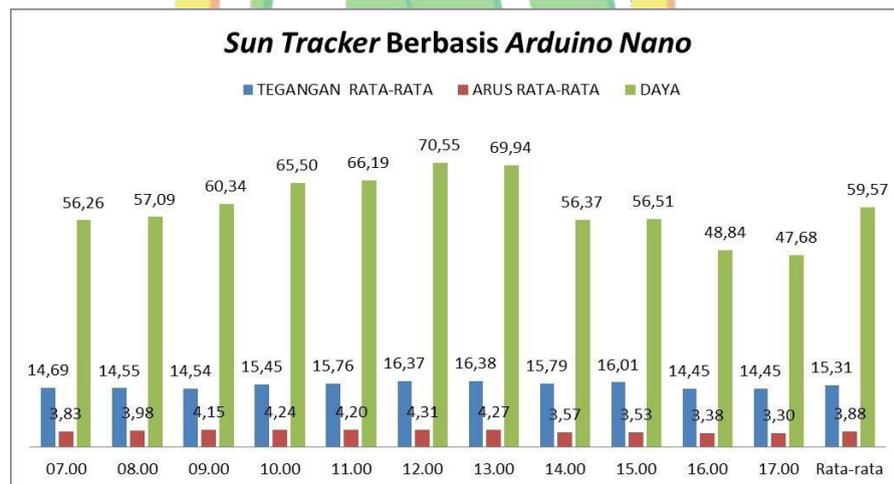
Tabel 4. Pengujian Sun Tracker Berbasis Arduino Nano

WAKTU	TEGANGAN RATA-RATA	ARUS RATA-RATA	DAYA
07.00	14,69	3,83	56,26
08.00	14,55	3,98	57,09
09.00	14,54	4,15	60,34
10.00	15,45	4,24	65,50
11.00	15,76	4,20	66,19
12.00	16,37	4,31	70,55
13.00	16,38	4,27	69,94
14.00	15,79	3,57	56,37
15.00	16,01	3,53	56,51
16.00	14,45	3,38	48,84
17.00	14,45	3,30	47,68
Rata rata	15,31	3,88	59,57

Lampiran 3. Grafik Tabel Perbedaan Data Pengujian Tegangan pada Solar Cell dan Sun Tracker berbasis Arduino Nano



Gambar 26. Grafik Pengujian Pada solar cell



Gambar 27. Grafik Pengujian Sun Tracker Berbasis Arduino

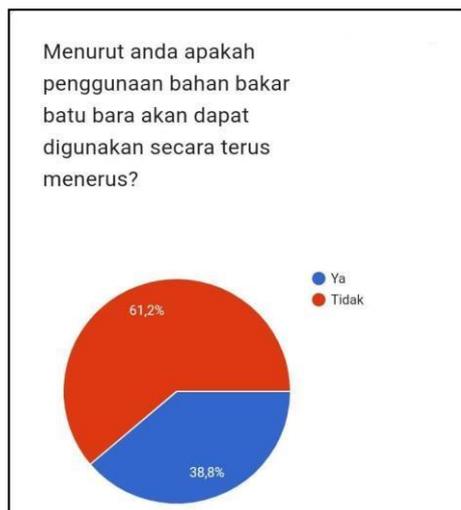
Lampiran 4. Biaya *Hardware*

Tabel 5. Biaya *Hardware*

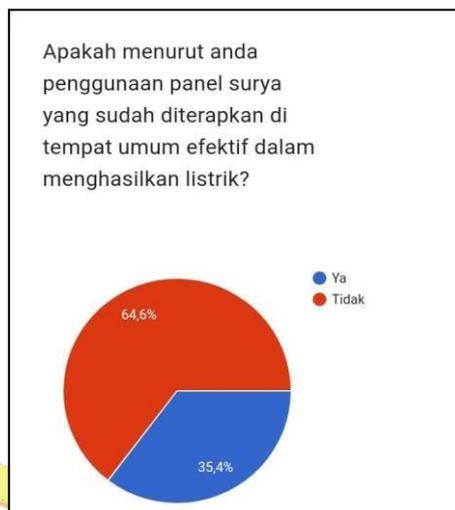
No.	Nama Hardware	Spesifikasi	Kuantitas	Harga (Rp)	Total Biaya
1.	Servo MG90S	Normal	2	28.000	56.000
2.	LDR Modul	Normal	1	6.400	6.400
3.	Baterai	Normal	1	15.000	15.000
4.	Mini panel	Normal	1	5.000	5.000
5.	Mini Panel 3W9V	Normal	1	25.000	25.000
6.	Adaptor	Normal	1	13.000	13.000
7.	Digital ampere meter	Normal	1	17.000	17.000
8.	Arduino Nano Atmega 328p 5V	Normal	1	65.000	65.000
9.	Kabel Jumper	Normal	7	5.000	5.000
10.	Modul FC 75	Normal	1	4.000	4.000
11.	Tang	Normal	1	17.000	17.000
12.	Solder	Normal	1	10.000	10.000
13.	Gergaji	Normal	1	25.000	25.000
14.	Obeng plus & minus	Normal	1	15.000	15.000
15.	Laptop	Normal	1	-	-
Total					278,400



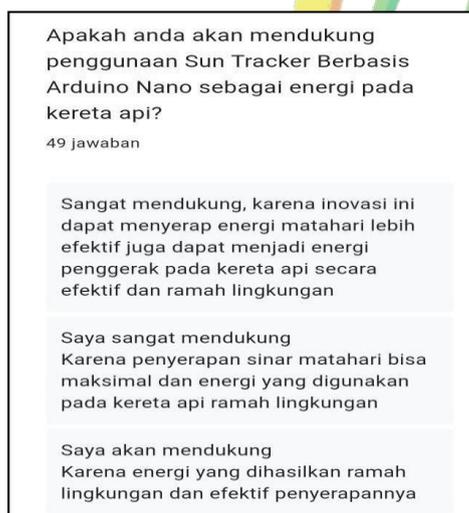
Lampiran 5. Data Pertanyaan dan Responden



Gambar 28. Quiz Penggunaan Batubara



Gambar 29. Quiz Penggunaan Panel Surya



Gambar 30. Quiz Dukungan Masyarakat



Gambar 31. Quiz Beralih Menggunakan Sun Tracker