

**ANALISA PERBANDINGAN SENSOR LDR DENGAN  
SENSOR *PHOTO TRANSISTOR* PADA *SUN TRACKER*  
TETRAHEDRON**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**NIKMAL MAULA MIRDA**

**NIM. 180211005**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
Prodi Pendidikan Teknik Elektro**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
AR-RANIRY BANDA ACEH  
2023 M / 1445 H**

## PENGESAHAN PEMBIMBING

### ANALISIS PERBANDINGAN SENSOR LDR DENGAN SENSOR *PHOTO TRANSISTOR* PADA *SUN TRACKER* TETRAHEDRON

#### SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

NIKMAL MAULA MIRDA

NIM. 180211005

Mahasiswi Prodi Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Disetujui/Disahkan

Pembimbing I



**Hari Anna Lastya, M.T.**

NIP. 198704302015032005

Pembimbing II



**Muhammad Ikhsan, M.T.**

NIDN. 2023108602

## PENGESAHAN SIDANG

# ANALISIS PERBANDINGAN SENSOR LDR DENGAN SENSOR *PHOTO TRANSISTOR* PADA *SUN TRACKER* TETRAHEDRON

## SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima sebagai  
Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) dalam Ilmu  
Pendidikan Teknik Elektro

Tanggal: 18 Juli 2023 M  
29 Dzulhijjah 1444 H

Tim Penguji

Ketua



Hari Anna Lastya, M.T.

NIP. 198704302015032005

Sekretaris



Muhammad Ikhsan, M.T.

NIDN. 2023108602

Penguji I



Muhammad Rizal Fachri, M.T.

NIP. 198807082019031018

Penguji II



Mursyidin, M.T.

NIDN. 0105048203

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry  
Darussalam Banda Aceh



Prof. Saiful Mujib, Ag. M.A., M.Ed., Ph.D  
MP.1973010219997031003

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nikmal Maula Mirda  
NIM : 180211005  
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan  
Judul : Analisis Perbandingan Sensor LDR Dengan  
Sensor *Photo Transistor* Pada *Sun Tracker*  
Tetrahedron

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak melakukan manipulasi dan pemalsuan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap untuk dicabut gelar akademik saya atau diberikan sanksi lain berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 18 Juli 2023

Yang menyatakan,



Nikmal Maula Mirda  
NIM. 180211005

## ABSTRAK

Nama : Nikmal Maula Mirda  
NIM : 180211005  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisa Perbandingan Sensor LDR Dengan Sensor Photo Transistor Pada *Sun Tracker* Tetrahedron  
Jumlah Halaman : 89 Halaman  
Pembimbing I : Hari Anna Lastya, M.T.  
Pembimbing II : Muhammad Ikhsan, M.T.  
Kata Kunci : *Sun Tracker*, Sensor LDR, Sensor Phototransistor.

*Sun tracker* tetrahedron adalah sebuah *sun sun tracker* yang menggunakan sensor cahaya dengan masing-masing sensor dipasang secara tetrahedron. Sensor tersebut akan bekerja untuk menggerakkan panel surya yang bergerak seiring dengan pergerakan cahaya matahari. Pada penelitian ini, terdapat dua jenis sensor yang berbeda yang digunakan pada dua buah *sun tracker* tetrahedron. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan nilai tegangan, daya dan energi antara *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR dan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode uji eksperimental. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen observasi. Proses penelitian dilakukan selama 9 jam dengan kondisi cuaca yang diterima oleh kedua *sun tracker* sama. Selisih perbedaan nilai tegangannya yaitu 35.36%. Selisih perbedaan nilai arusnya yaitu 35.35%. Selisih perbedaan nilai daya antara kedua *sun tracker* adalah 64.34%.

Selisih perbedaan nilai energi adalah 64.42%. Hasil Penelitian ini membuktikan bahwa *sun tracker* berbasis sensor phototransistor memiliki nilai tegangan, arus, daya dan energi yang lebih baik dibandingkan dengan *sun tracker* berbasis sensor LDR.



## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat serta karunia-Nya kepada kita semua terutama bagi penulis sendiri, sehingga dengan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tanpa pertolongannya tentu saya tidak akan sanggup menyelesaikan metodologi penelitian ini dengan baik. Shalawat beserta salamsemoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta yaitu Nabi Muhammad SAW yang akan kita nantikan syafa'atnya diakhirat nanti.

Saya mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehatnya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga mampu untuk menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Analisa Perbandingan Sensor LDR Dengan Sensor Photo Transistor Pada Sun Tracker Tetrahedron”**

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Saya menyadari dalam penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi rahmat dan kemudahan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, saran, materi, dan bantuan lainnya yang sangat banyak demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Hari Anna Lastya, M.T. selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro.
5. Ibu Hari Anna Lastya, M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Ikhsan, M.T. selaku pembimbing II yang telah memberi bimbingan, saran, motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini selesai.
6. Bapak/Ibu dosen serta staf Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya serta membina dan membantu penulis selama ini.
7. Kepada teman-teman di prodi Pendidikan Teknik Elektro.
8. Kepada teman-teman seperjuangan Angkatan 2018 di prodi Pendidikan Teknik Elektro.



Penulis berserah diri kepada Allah SWT karena tidak ada yang akan terjadi tanpa kehendaknya. Meskipun penulis telah berusaha keras dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini sebaik mungkin, tapi penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran yang dapat dijadikan masukan bagi penulis guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal 'alamin

Banda Aceh, 18 Juli 2023  
Penulis,

Nikmal Maula Mirda  
NIM. 180211005

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## DAFTAR ISI

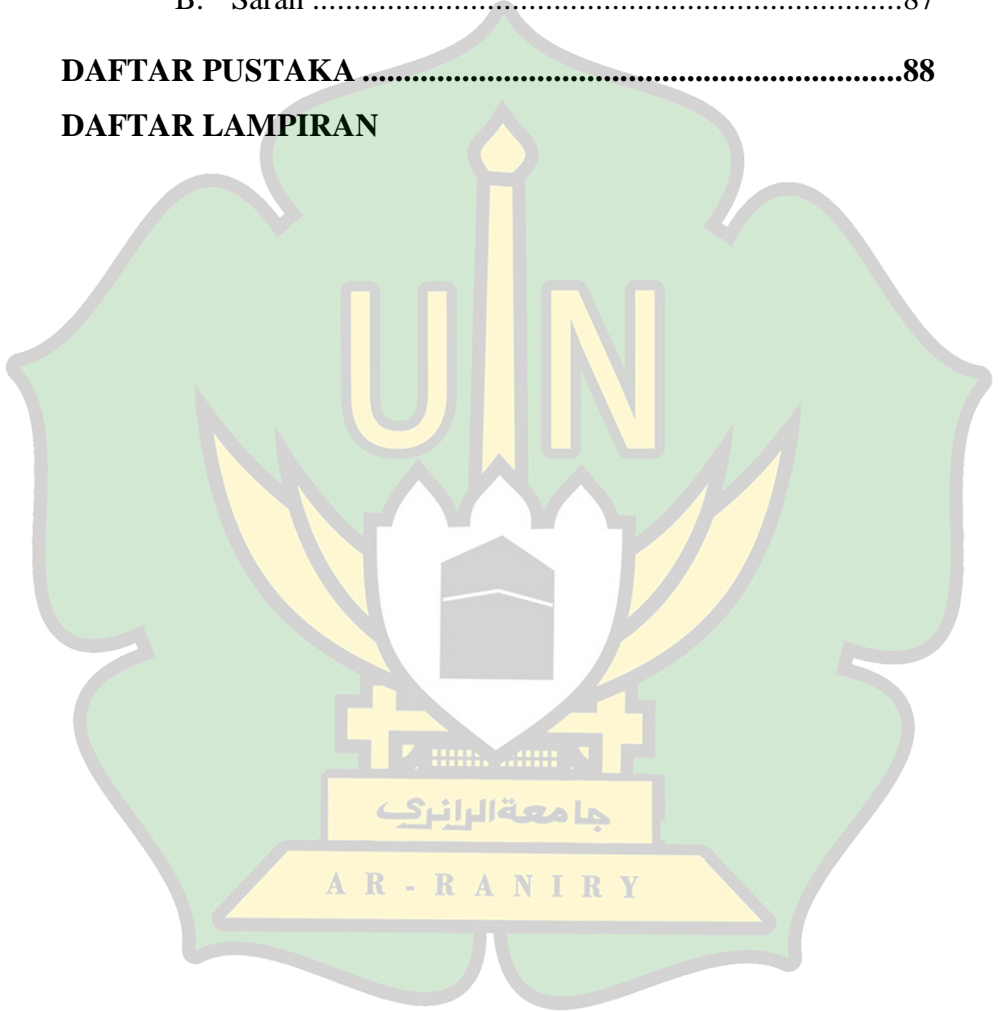
<b>HALAMAN SAMPUL JUDUL</b>	
<b>PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	
<b>PENGESAHAN SIDANG</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian .....	10
E. Definisi Operasional .....	11
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>10</b>
A. Daya Listrik.....	10
B. Panel Surya.....	11
C. Sensor Cahaya .....	17
D. Sensor Phototransistor.....	23

E. <i>Sun Tracker</i> Tetrahedron.....	27
F. <i>PID Controller</i> .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
A. Rancangan Penelitian.....	42
1. Jenis Penelitian.....	42
2. Metode Penelitian.....	42
3. Flowchart Penelitian.....	43
a. Perancangan <i>sun tracker</i> .....	44
b. Perancangan <i>Software</i> .....	52
c. Pengujian <i>sun tracker</i> .....	53
B. Subjek Penelitian.....	58
C. Instrumen Pengumpulan Data.....	58
D. Teknik Analisis Data.....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>61</b>
A. Hasil Penelitian.....	61
1. Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	61
2. Hasil Pengujian <i>Sun Tracker</i> .....	63
B. Analisis Hasil Pengumpulan Data.....	64
1. Hasil Perolehan Tegangan, Arus dan Daya <i>Sun Tracker</i> .....	64
C. Hasil Perhitungan Energi Listrik.....	74
D. Pembahasan.....	79

**BAB V PENUTUP.....84**  
    A. Kesimpulan.....84  
    B. Saran .....87

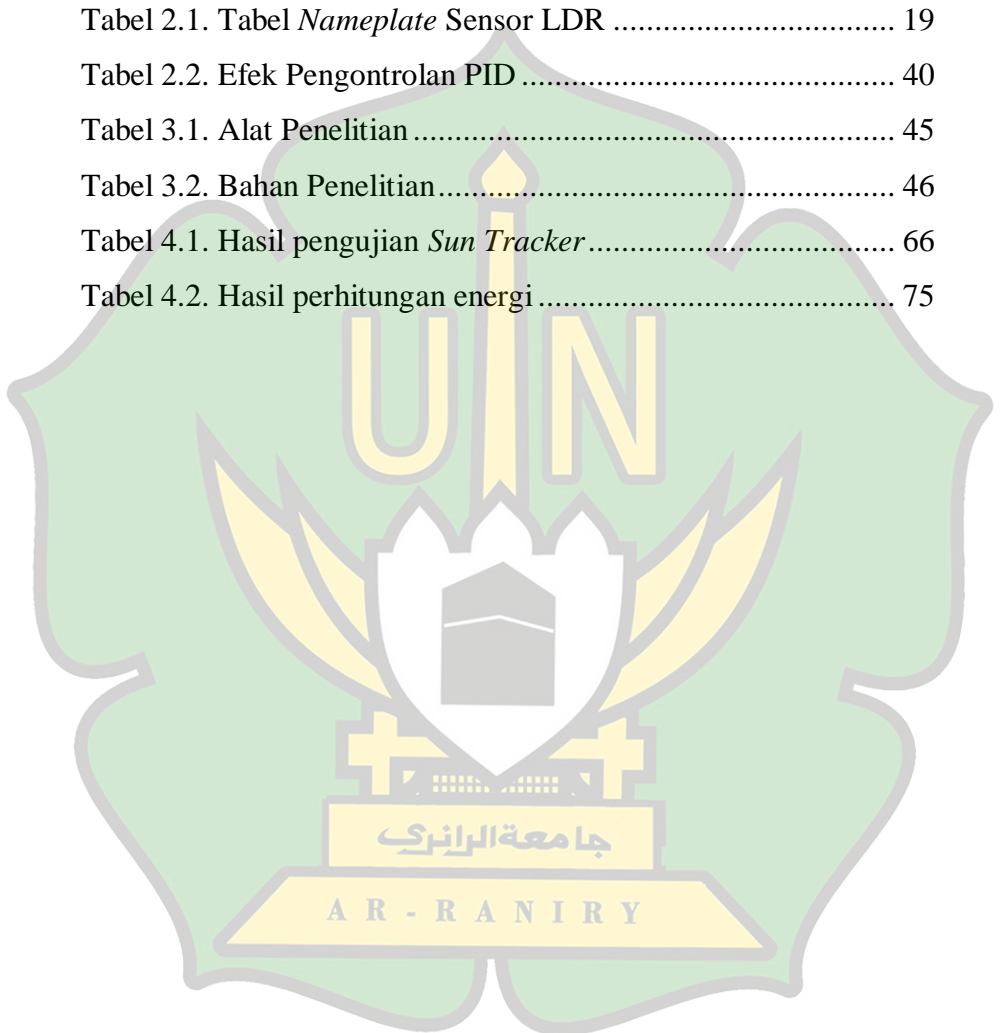
**DAFTAR PUSTAKA .....88**

**DAFTAR LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

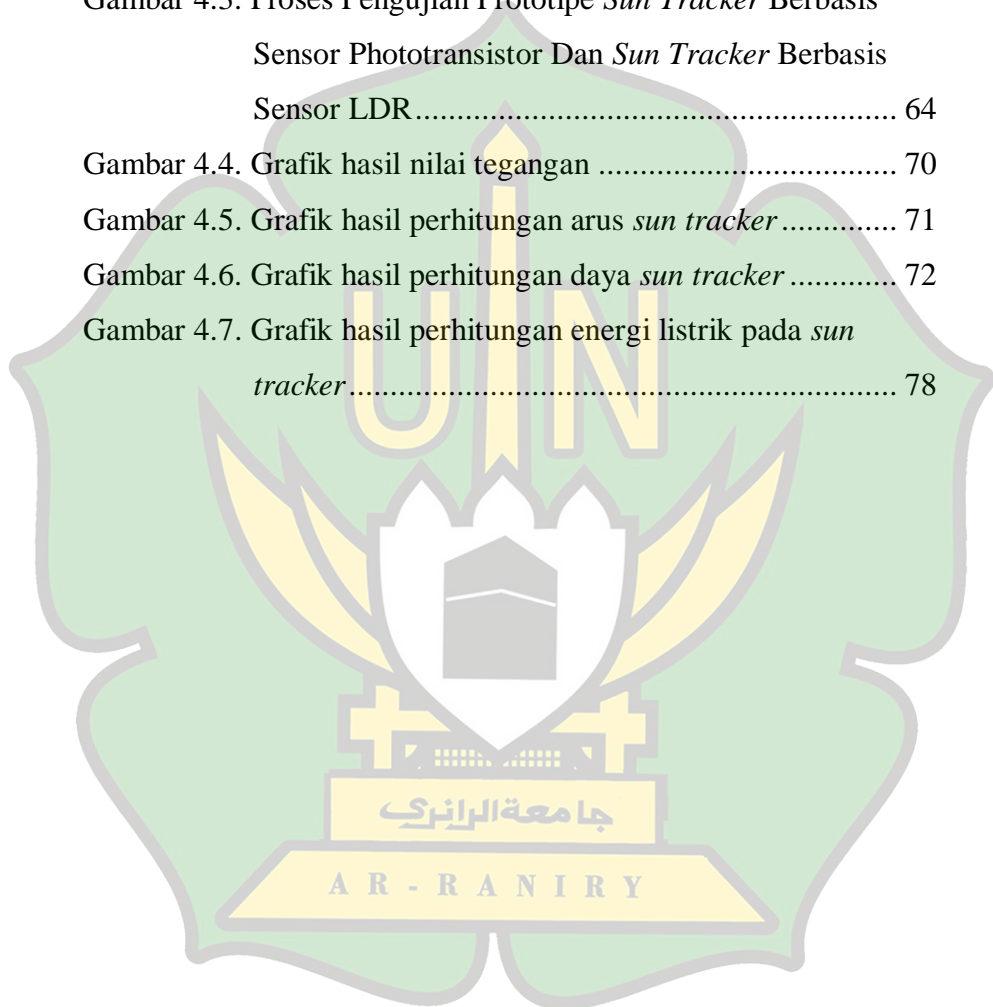
Tabel 2.1. Tabel <i>Nameplate</i> Sensor LDR .....	19
Tabel 2.2. Efek Pengontrolan PID .....	40
Tabel 3.1. Alat Penelitian .....	45
Tabel 3.2. Bahan Penelitian .....	46
Tabel 4.1. Hasil pengujian <i>Sun Tracker</i> .....	66
Tabel 4.2. Hasil perhitungan energi .....	75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bentuk panel <i>Monocrystalline Silicon</i> .....	13
Gambar 2.2. Bentuk panel <i>Polycrystalline Silikon</i> .....	14
Gambar 2.3. Bentuk Panel <i>Thin Film Solar Cell</i> .....	15
Gambar 2.4. Bentuk panel <i>Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic</i> .....	16
Gambar 2.5. Bentuk Sensor LDR .....	18
Gambar 2.6. Bagian-bagian sensor LDR .....	19
Gambar 2.7. Contoh bentuk <i>sun tracker</i> tetrahedron.....	31
Gambar 2.8. Kurva <i>Input-Output</i> Kurva Diferensial .....	37
Gambar 2.9. Blok Diagram PID .....	41
Gambar 3.1. Flowchart penelitian.....	44
Gambar 3.2. Hasil Perancangan <i>sun tracker</i> tetrahedron berbasis sensor LDR .....	50
Gambar 3.3. Hasil Perancangan <i>sun tracker</i> tetrahedron berbasis sensor phototransistor .....	51
Gambar 3.4. Program <i>Sun Tracker</i> Tetrahedron Dengan Software <i>Arduino IDE</i> .....	53
Gambar 3.5. Diagram Blok Sistem Kerja <i>Sun Tracker</i> Tetrahedron .....	56
Gambar 4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras Dari <i>Prototype Sun Tracker</i> Tetrahedron berbasis Sensor LDR.....	62

Gambar 4.2. Hasil Perancangan Perangkat Keras Dari <i>Prototype Sun Tracker</i> berbasis Sensor Phototransistor.....	62
Gambar 4.3. Proses Pengujian Prototipe <i>Sun Tracker</i> Berbasis Sensor Phototransistor Dan <i>Sun Tracker</i> Berbasis Sensor LDR.....	64
Gambar 4.4. Grafik hasil nilai tegangan .....	70
Gambar 4.5. Grafik hasil perhitungan arus <i>sun tracker</i> .....	71
Gambar 4.6. Grafik hasil perhitungan daya <i>sun tracker</i> .....	72
Gambar 4.7. Grafik hasil perhitungan energi listrik pada <i>sun tracker</i> .....	78



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Program *Sun Tracker*

Lampiran 2 : Dokumentasi Kalibrasi Alat

Lampiran 3 : *Sun Tracker* berbasis Sensor LDR

Lampiran 4 : *Sun tracker* berbasis Sensor Phototransistor

Lampiran 5 : Proses pengambilan data penelitian

Lempiran 6 : Data *Real-time* dari *memory card*

Lampiran 7 : Riwayat Hidup





# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Di era modern ini, kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat. Energi listrik telah menjadi kebutuhan utama dalam setiap kegiatan, baik dalam kegiatan rumah tangga ataupun kegiatan perekonomian. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kegiatan perekonomian, maka kebutuhan energi listrik masyarakat juga mengalami peningkatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan listrik antara lain, harga bahan bakar, ketersediaan energi primer, dan teknologi.

Dalam menghasilkan energi listrik, berbagai penelitian dan realita yang menjelaskan bahwa bahan bakar penggerak atau penghasil energi listrik berasal dari sumber energi minyak bumi dan gas alam. Sumber energi tersebut seiring waktu akan berkurang dan berdampak negatif bagi ekosistem makhluk hidup. Sehingga sangat dibutuhkan suatu sumber energi listrik yang terbarukan dan

memiliki opsi penting serta bisa mempertahankan ekosistem makhluk hidup.

Saat ini, ketersediaan sumber energi listrik belum mampu memenuhi peningkatan kebutuhan listrik di Indonesia, sehingga banyak dari wilayah di Indonesia menerapkan sistem pemakaian bergilir. Keadaan ini disebabkan karena terbatasnya penghasil energi listrik namun jumlah pemakai listrik semakin meningkat. Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi adalah dengan memanfaatkan energi alternatif yang bersumber dari alam, seperti energi matahari, energi air, geothermal, dan energi angin.

Matahari merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan bisa menjadi sumber energi pengganti yang sangat berpotensi bagi kehidupan manusia. Setelah bahan bakar fosil habis, maka dunia akan memerlukan alternatif sumber energi yang baik, salah satunya yaitu dengan menggunakan energi surya. Indonesia merupakan sebuah negara tepat dilewati oleh garis khatulistiwa. Umumnya negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa memiliki iklim tropis, dan hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim

kemarau dengan suhu rata-rata 30°C pada siang hari. Dengan suhu yang tinggi maka Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang dapat diaplikasikan untuk perumahan yang berada di daerah-daerah terpencil ataupun untuk keperluan lainnya. Untuk memanfaatkan energi surya bisa dilakukan dengan menggunakan alat yang dinamakan dengan panel surya. Panel surya ini mampu bekerja dengan optimal jika sel surya ini tetap mendapat sinar matahari penuh.

Untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan maksimal maka panel surya harus terus diarahkan sesuai dengan arah pancaran cahaya matahari. Setelah cahaya matahari di saring oleh atmosfer bumi, beberapa spektrum cahaya akan mengilang, sehingga intensitas puncak radiasi matahari menjadi 1000 W/m<sup>2</sup>. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya, semakin besar daya listrik yang dihasilkan.

Sebagian besar panel surya memiliki sudut elevasi yang telah ditentukan saat pemasangan (sudut elevasi tetap). Matahari selalu bergerak dari timur ke barat, atau gerakan semu harian

matahari dan utara, atau disebut gerakan semu panas matahari, yang mencegah panel surya menyerap energi matahari secara efisien. Lintasan radiasi matahari harus tegak lurus terhadap bidang panel surya agar penyerapan radiasi matahari dapat maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap matahari dengan salah satu caranya yaitu menggunakan *Sun Tracker*.

*Sun Tracker* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk memutar panel surya ke arah matahari yang cerah. *Sun Tracker* biasanya terdiri dari sensor cahaya, aktuator, sensor sudut, pengontrol, dan sumber energi. Memanfaatkan dua motor stepper sebagai aktuator, *sun tracker* dapat bergerak sepanjang sumbu X dan Y. Satu sumbu digerakkan oleh sensor cahaya yang diatur dalam bentuk masing-masing sensor. Pendekatan otomatis yang digunakan oleh *sun tracker* dapat membantu dalam memprediksi perbedaan koordinat karena matahari bergerak secara berbeda dari timur ke barat setiap harinya.

Sistem *sun tracker* adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan sinar matahari berdasarkan arah gerak matahari untuk mendapatkan daya maksimum, karena kemungkinan matahari maksimum Intensitas diperoleh ketika permukaan tegak lurus terhadap matahari. Untuk mengikuti arah matahari, dibutuhkan cahaya sensor sebagai pembacaan intensitas cahaya. Ada berbagai jenis sensor cahaya seperti sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), fototransistor, fotodiode, dan lain sebagainya. Sistem kerja yang dimiliki oleh beberapa sensor tersebut juga memiliki berbagai perbedaan. Walaupun semuanya termasuk ke dalam sensor cahaya, namun dari segi dan bentuk serta fungsinya memiliki perbedaan.

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pertama, pada penelitian Yuwaldi Away dan Muhammad Ikhsan (2017) dengan judul penelitian “*Dual-axis sun tracker sensor based on tetrahedron geometry*” yang didalamnya menjelaskan konsep baru untuk implementasi sensor deteksi matahari dalam *sun tracker* sumbu ganda fotovoltaik. Sensor hanya

menggunakan tiga unit resistor bergantung cahaya identik yang disusun dalam tetrahedron dan mampu melacak posisi sumber matahari atau intensitas cahaya tampak terkuat. Prototipe telah dibangun dan diuji, menghasilkan Bidang Pandang yang luas ( $289,4^\circ$ ) dan kesalahan minimum. Jika desain ini dibandingkan dengan jenis sensor pelacakan matahari sebelumnya, ia memiliki keunggulan besar dalam hal kuantitas sensor, akurasi, efektivitas, dan Bidang Pandang. <sup>1</sup>

Kedua, dalam penelitian Saddam Azmi, Yuwaldi Away, dan Ira Devi Sara (2019) dengan judul “*Kajian Aspek Kecepatan dan Ketepatan pada Sun Tracker Dua Sumbu Berbasis Sensor Berbentuk Tetrahedron*” Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tingkat akurasi dan sun tracker tetrahedron. Metode yang digunakan untuk memperoleh ketepatan pelacakan adalah dengan menerapkan sistem pengontrol yang membentuk sistem pelacak menggunakan kendali *proportional integral derivative*

---

<sup>1</sup> Yuwaldi Away dan M. Ikhsan., “*Dual-axis sun tracker sensor based on tetrahedron geometry*”, Elsevier: Automation in Construction, No. 73, 2017.

(PID) dan memodifikasi cahaya matahari dengan menambah sun tracker dan laser pada puncak struktur tetrahedron-nya. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat error keakuratan dan kecepatan sistem pelacak *sun tracker* modifikasi adalah sebesar 0,650 pada sumbu X dan 0,540 pada sumbu Y dengan kecepatan sebesar 0,091 m/s. Dari hasil ini dapat disimpulkan sun tracker modifikasi mampu melacak cahaya matahari dengan tepat dan tingkat kesalahan rata-rata pelacak sebesar 0,78% pada sumbu X dan 4,67% pada sumbu Y.<sup>2</sup>

Ketiga, dalam penelitian Yuwaldi Away, Suriadi, Aulia Rahman, Teuku Reza Auliandra Isma, dan Muhamad Firdaus (2017) dengan judul “*Penerapan Logika Fuzzy pada Sun Tracker Dual Axis Berbasis Sensor Tetrahedron Geometri*”. Dalam penelitian tersebut menggunakan metode logika fuzzy agar dapat menentukan secara lebih tepat posisi matahari atau intensitas cahaya terkuat (ketika ada gangguan awan). Hasil sementara

---

<sup>2</sup> Saddam Azmi, dkk., “*Kajian Aspek Kecepatan dan Ketepatan pada Sun Tracker Dua Sumbu Berbasis Sensor Berbentuk Tetrahedron*”. Jurnal Rekayasa Elektroika Vol. 15, No. 2, 2019.

penelitian ini adalah: 1) suatu desain sensor berbasis LDR dengan konstruksi geometri tetrahedron, 2) sistem data *logger* parameter panel surya dapat merekam secara terus-menerus kondisi panel surya seperti intensitas cahaya, posisi matahari, posisi motor penggerak, arus, tegangan dan daya, 3) konstruksi *tracker* panel surya dua sumbu, 4) hasil simulasi logika fuzzy untuk menentukan nilai input dan output penggerak *sun tracker*.<sup>3</sup>

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbedaan sistem kerja dan hasil perbandingan perolehan daya dari sensor LDR dengan sensor phototransistor pada *sun tracker* tetrahedron. Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik mengambil penelitian dengan judul “**Analisa Perbandingan Sensor LDR Dengan Sensor Photo Transistor Pada Sun Tracker Tetrahedron**”.

---

<sup>3</sup> Yuwaldi away, dkk., “Penerapan Logika Fuzzy pada Sun Tracker Dual Axis Berbasis Sensor Tetrahedron Geometri”. Jurnal Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2017



## B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil perolehan tegangan listrik dengan menggunakan sensor LDR pada *sun tracker* Tetrahedron?
2. Bagaimana hasil perolehan tegangan listrik dengan menggunakan sensor phototransistor pada *sun tracker* Tetrahedron?
3. Bagaimana hasil perbandingan sistem kerja antara sensor LDR dengan sensor phototransistor pada *sun tracker* Tetrahedron?

## C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil perolehan daya listrik dengan menggunakan sensor LDR pada *Sun Tracker* Tetrahedron.
2. Untuk mengetahui hasil perolehan daya listrik dengan menggunakan sensor phototransistor pada *Sun Tracker* Tetrahedron.

3. Untuk mengetahui hasil perbandingan sistem kerja antara sensor LDR dengan sensor phototransistor pada *Sun Tracker Tetrahedron*.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari hasil penelitian dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis:

##### **1. Manfaat Teoritis**

Manfaat secara teoritis dari penelitian ini adalah dapat di gunakan untuk mengetahui dan memahami prinsip kerja dari sensor LDR dan prinsip kerja dari sensor phototransistor yang digunakan pada *Sun Tracker Tetrahedron*.

##### **2. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk mengetahui perbedaan dan perbandingan kinerja dari sensor LDR dengan sensor phototransistor pada *Sun Tracker tetrahedron*.

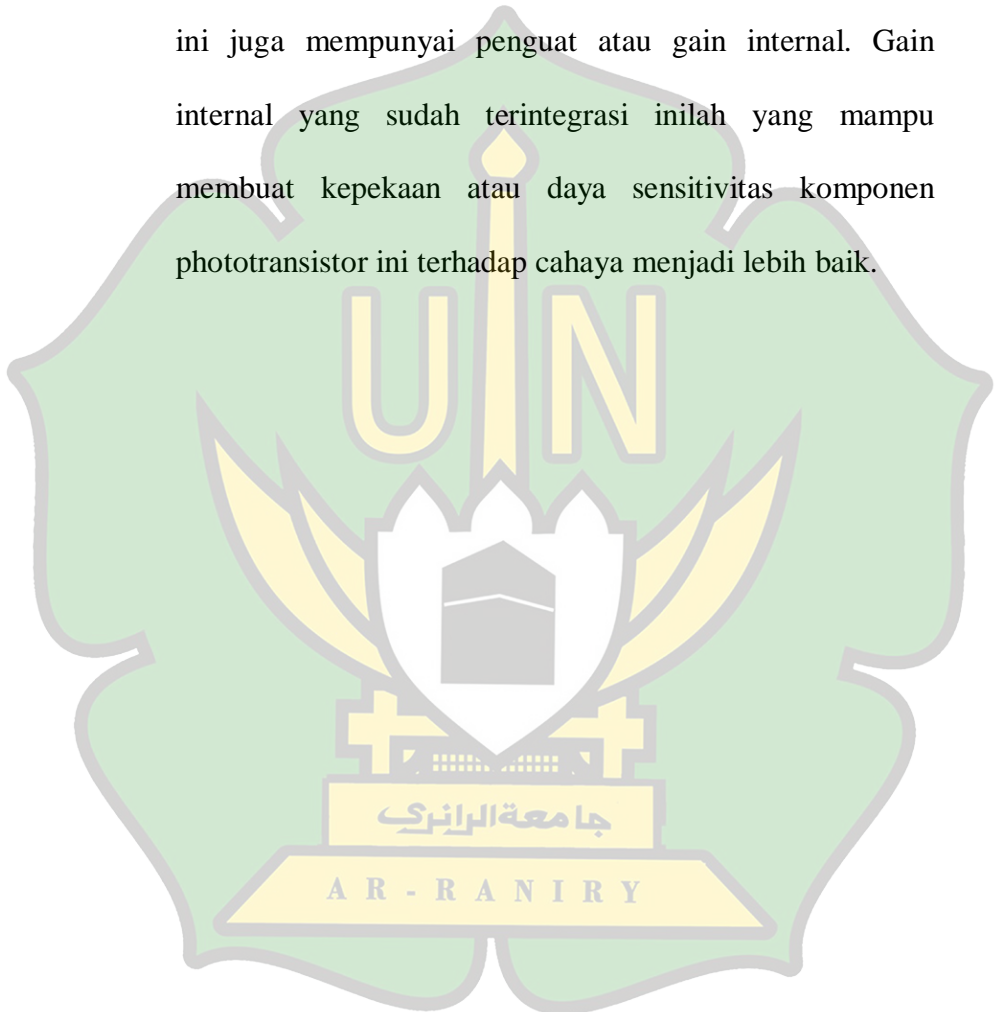
## E. Definisi Operasional

Setiap istilah tentu mengandung suatu pengertian tertentu, namun sering kali salah menafsirkan terhadap istilah tersebut. Guna mencegah salah pengertian tersebut, penulis perlu memberi empat pengertian dan pembatasan atas istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, agar lingkup pembahasan diketahui dengan jelas. Istilah–istilah yang dijelaskan pengertiannya adalah:

1. Analisa: mengamati susunan objek dan menata kembali komponen komponennya untuk mempelajari atau mempelajari secara mendalam aktivitas suatu objek.
2. Perbandingan: membandingkan dua nilai atau lebih dari suatu besaran yang sejenis dan dinyatakan dengan cara yang sederhana.
3. Sensor LDR: jenis resistor yang nilainya berubah seiring intensitas cahaya yang diterima oleh komponen tersebut.

Biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya.

4. Sensor Phototransistor: transistor yang mampu mengubah energi cahaya sehingga menjadi energi listrik. Komponen ini juga mempunyai penguat atau gain internal. Gain internal yang sudah terintegrasi inilah yang mampu membuat kepekaan atau daya sensitivitas komponen phototransistor ini terhadap cahaya menjadi lebih baik.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Daya Listrik

Daya listrik adalah laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas, cahaya, energi kinetik, dan suara. Daya listrik terdiri dari tiga macam, yaitu:

##### 1. Daya Aktif (P)

Daya aktif (*active power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

##### 2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluksmedan magnet. Contoh daya

yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

### 3. Daya Nyata (S)

Daya nyata (*apparent power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan root mean square (rms) dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.<sup>4</sup>

#### **B. Panel Surya**

Sel Surya atau sel fotovoltaik berasal dari bahasa Inggris “*photovoltaic*”. Kata *Photovoltaic* berasal dari dua kata “*photo*” berasal dari kata Yunani yakni “*phos*” yang berarti cahaya dan kata “*volt*” adalah nama satuan pengukuran arus listrik yang diambil dari nama penemu Alessandro Volta (1745-1827), sebagai pionir dalam mempelajari teknologi kelistrikan. Jadi secara harfiah

---

<sup>4</sup> Muhammad Fahmi Hakim., “*Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang*”. Jurnal ELTEK, Vol 12. No. 1. Hal.108.

“*photovoltaic*” mempunyai arti Cahaya-Listrik. Panel surya merupakan suatu alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya dapat dimaksimalkan dengan cara memasang panel surya dengan sudut kemiringan yang tepat sehingga akan diperoleh daya keluaran yang maksimal.<sup>5</sup>

Panel surya terdiri atas beberapa jenis, yaitu:

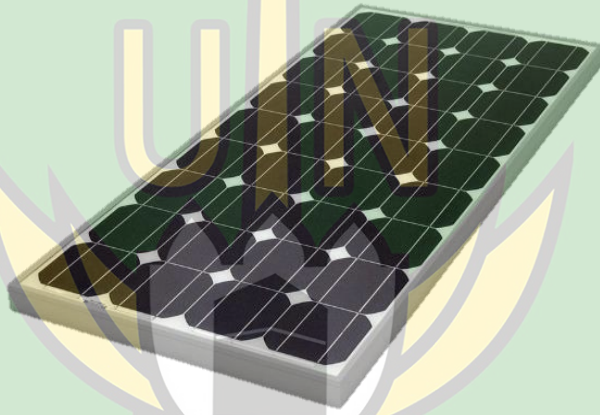
1. *Monocrystalline Silicon*

Jenis panel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini. Untuk kelebihanannya, jenis sel surya satu ini ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangnya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

---

<sup>5</sup> Putu Pawitra Teguh Dharma Priatam, dkk., “*Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP*”. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi); Jurnal Teknik Elektro. Vol. 4. No. 1. Hal. 51 (2021).

Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini adalah sekitar 15%. Adapun kekurangannya yaitu membutuhkan cahaya yang sangat terang ketika beroperasi. Ia akan mengalami pengurangan efisiensi jika berada pada cuaca yang berawan dan mendung.



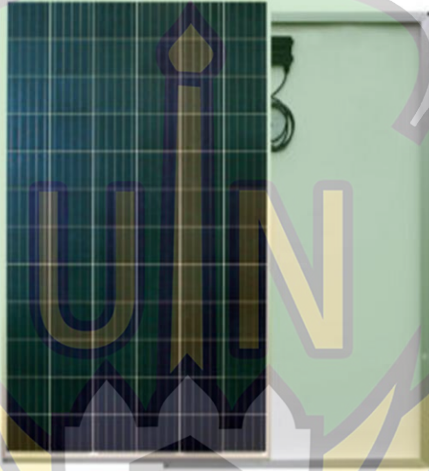
Gambar 2.1. Bentuk panel *Monocrystalline Silicon*

## 2. *Polycrystalline Silikon*

Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Panel surya *polycrystalline* memiliki kekurangan



ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun.



Gambar 2.2. Bentuk panel *Polycrystalline Silikon*

### 3. *Thin Film Solar Cel*

Thin film *solar cell* merupakan sebuah teknologi panel solar yang dibuat dengan menggunakan sel surya yang tipis yang kemudian dipasang pada sebuah lapisan dasar. Kelebihan yang dimiliki oleh teknologi solar panel yang satu ini bisa dilihat dari kondisi fisiknya. Sesuai dengan nama yang dimilikinya teknologi solar panel yang satu ini memiliki

ukuran yang sangat tipis, hal ini menyebabkan solar panel yang satu ini memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki sifat yang lebih fleksibel. Selain itu teknologi solar panel yang satu ini merupakan teknologi yang dapat bekerja dengan sangat baik ketika berada pada *cahaya fluorescent*. Untuk kekurangannya, efisiensi yang dimiliki oleh panel surya yang satu ini memang cukup rendah. Panel ini hanya bisa mendapatkan penangkapan sebesar 8,5%.



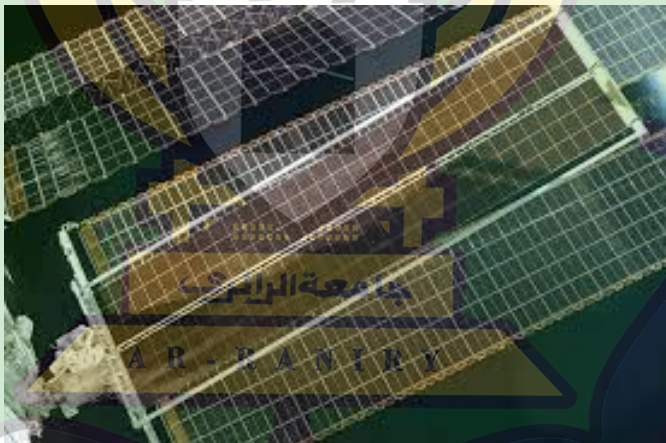
Gambar 2.3. Bentuk Panel *Thin Film Solar Cell*

#### 4. *Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic*

*Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic*

merupakan teknologi solar panel yang memiliki tiga lapisan.

Panel ini merupakan jenis panel yang digunakan untuk perangkat yang diterbangkan ke angkasa luar. Oleh karena itu, kemampuan dan efisiensi yang dimilikinya sangat tinggi. Perangkat ini merupakan perangkat yang mampu menghasilkan daya listrik hingga 45%, lebih besar dibandingkan dengan jenis-jenis tenaga surya yang lainnya. Akan tetapi biasanya jenis solar panel yang satu ini memiliki bobot yang sangat berat dan juga sangat rapuh jika dibandingkan dengan teknologi solar panel yang lainnya.



Gambar 2.4. Bentuk panel *Compound Thin Film Triple*

*Junction Photovoltaic*

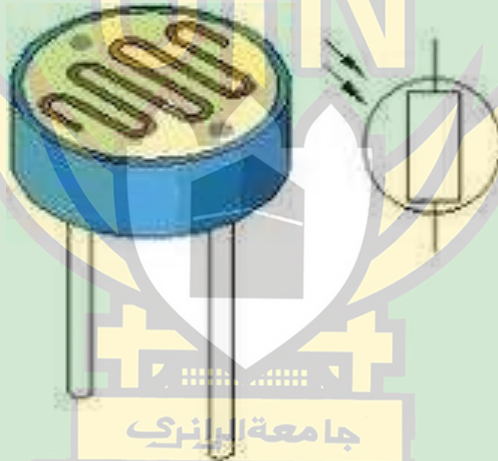
### C. Sensor Cahaya

*Light Dependent Resistor* atau yang biasa disebut LDR adalah jenis resistor yang nilainya berubah seiring intensitas cahaya yang diterima oleh komponen tersebut. Biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. *Light Dependent Resistor*, terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya, Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil, Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat

cahaya terang dan bila dalam keadaan gelap nilai resistansinya akan bertambah.<sup>6</sup>

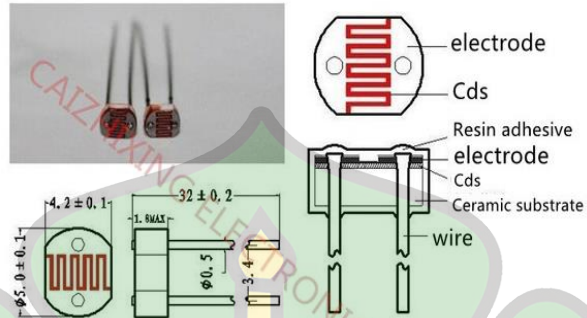
Pada sisi bagian atas LDR terdapat suatu garis atau jalur melengkung yang menyerupai bentuk kurva. Jalur tersebut terbuat dari bahan cadmium sulphida yang sangat sensitif terhadap pengaruh dari cahaya. Jalur cadmium sulphida yang terdapat pada LDR dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Bentuk Sensor LDR

---

<sup>6</sup> Simson Manik, dkk., “Perancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Leonardo Menggunakan Sensor LDR (Light Dependent Resistor)”, Jurnal Natural. Vo.16. No. 1 (2020).



Gambar 2.6. Bagian-bagian sensor LDR

Tabel 2.1. Tabel *Nameplate* Sensor LDR

Model	Voltage (Mak) (Vdc)	Power Consumption (M/W)	Ambient Temperature	Spectral Peak
5506	150	100	-30 +70	540
5518	150	100	-30 +70	540
5528	150	100	-30 +70	540
5537	150	100	-30 +70	540
5539	150	100	-30 +70	540
5549	150	100	-30 +70	540
Bright Resistance	Dark Resistance	100 T 10	Reponse Time	
			Rise	decline
2-5	0.2	0.6	20	30
5-10	0.5	0.6	20	30
8-10	1	0.8	20	30
18-50	2	0.7	20	30
30-90	5	0.9	20	30
45-140	10	0.9	20	30

Pada Gambar 2.5 jalur cadmium sulphida dibuat melengkung menyerupai kurva agar jalur tersebut dapat dibuat

panjang dalam ruang (area) yang sempit. Cadmium sulphida (CdS) merupakan bahan semi-konduktor yang memiliki gap energi antara elektron konduksi dan elektron valensi. Ketika cahaya mengenai cadmium sulphida, maka energi proton dari cahaya akan diserap sehingga terjadi perpindahan dari band valensi ke band konduksi. Akibat perpindahan elektron tersebut mengakibatkan hambatan dari cadmium sulphida berkurang dengan hubungan kebalikan dari intensitas cahaya yang mengenai LDR.<sup>7</sup>

## 1. Karakteristik Sensor LDR

### a. Laju *Recovery*

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap sekali, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut, Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga dikegelapan setelah mengalami selang

---

<sup>7</sup> Bowo Eko Cahyono, dkk., “Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO”. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika. Vol.7. No.2. 2019

waktu tertentu dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam  $K \Omega / \text{detik}$ . untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari  $200 K \Omega / \text{detik}$  (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

#### **b. Respon Spektral**

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya yaitu warna. Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas, dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik. Sensor ini sebagai pengindera yang merupakan elemen yang pertama – tama menerima energi dari media untuk memberi keluaran



berupa perubahan energi. Sensor terdiri berbagai macam jenis serta media yang digunakan untuk melakukan perubahan.

Media yang digunakan misalnya: panas, cahaya, air, angin, tekanan, dan lain sebagainya. Sedangkan pada rangkaian ini menggunakan sensor LDR yang menggunakan intensitas cahaya, selain LDR dioda foto juga menggunakan intensitas cahaya atau yang peka terhadap cahaya (*photo conductive cell*). Pada rangkaian elektronika, sensor harus dapat mengubah bentuk – bentuk energi cahaya ke energi listrik, sinyal listrik ini harus sebanding dengan besar energi sumbernya. Pada karakteristik diatas dapat dilihat bila cahaya mengenai sensor itu maka harga tahanan akan berkurang. Perubahan yang dihasilkan ini tergantung dari bahan yang digunakan serta dari cahaya yang mengenainya.

## **2. Kelebihan dan Kekurangan Sensor LDR**

### **a. Kelebihan**

- Tidak terlalu ribet dalam pemasangan Instalasi
- Sensor yang murah dan dapat ditemukan di pasaran
- Tidak perlu coding saat instalasi

b. Kekurangan

- Tidak bisa mengontrol pengawasan jika konslet
- Apabila mendung atau tertutup sesuatu, sensor akan menyalakan lampu yang membuat pemborosan listrik

#### **D. Sensor Phototransistor**

Photo transistor merupakan jenis transistor yang bias basisnya berupa cahaya infra merah. Besarnya arus yang mengalir di antara kolektor dan emitor sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima photo transistor tersebut. Photo transistor pada dasarnya adalah jenis transistor bipolar yang menggunakan kontak (*junction*) *base-collector* untuk menerima cahaya. Komponen ini mempunyai sensitivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan photodiode. Hal ini disebabkan karena elektron yang ditimbulkan oleh foton cahaya pada *junction* diinjeksikan di bagian Base dan

diperkuat di bagian Kolektornya. Namun demikian, waktu respon dari photo transistor secara umum akan lebih lambat dari pada photodiode.<sup>8</sup>

Prinsip kerja photo transistor sama persis dengan kerja transistor sebagai saklar. Perbedaannya terletak pada denyut yang masuk ke dalam basis. Kaki basis pada photo transistor tidak ditampilkan, karena fungsi kaki basis pada photo transistor dikendalikan berdasarkan ada atau tidaknya berkas cahaya yang mengenai permukaan berbahan *photoconductive*, yang berada pada kaki basisnya.

1. Pada saat photo transistor tidak menerima cahaya, maka photo transistor tidak aktif, sehingga aliran arus listrik (I) tidak mengalir dari kaki collector (C) menuju kaki emitter (E) atau  $V_{CE} = 0$  volt
2. Pada saat photo transistor menerima cahaya, maka photo transistor aktif, sehingga aliran arus listrik (I) mengalir dari

---

<sup>8</sup> Noviyanto," *Pengujian Sensor Cahaya Phototransistor Dan Photodiode Pada Pemantau Denyut Jantung Dengan Metode Photoplethysmograph Refleksi*"., Jurnal SIMETRIS. Vol. 10. No. 1 (2019)

kaki collector (C) menuju kaki emitter (E) atau  $V_{CE} > 0$  volt

Penggunaan komponen photo transistor pada umumnya adalah sebagai salah satu komponen dalam membangun suatu rangkaian sensor pendeteksi cahaya (sensor optik). Dalam sebuah rangkaian sensor cahaya (yang menggunakan photo transistor), biasanya photo transistor dirangkai dengan resistor (resistor tetap).<sup>9</sup>

Sensor photo transistor memiliki beberapa karakteristik yang sering digunakan dalam perancangan, yaitu:

1. Dalam rangkaian jika menerima cahaya akan berfungsi sebagai resistansi.
2. Dapat menerima penerimaan cahaya yang redup (kecil).
3. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar pula resistansi yang dihasilkan.
4. Memerlukan sumber tegangan yang kecil.
5. Menghantarkan arus saat ada cahaya yang mengenainya.

---

<sup>9</sup> Abdurrahman Rasyid., “*Sensor Cahaya Phototransistor*”. SAMRASYID Elektro. (2020). Diakses di <https://www.samrasyid.com/2020/12/sensor-cahaya-phototransistor.html> pada tanggal 18 Oktober 2022 pada pukul 11.00

6. Penerimaan cahaya dilakukan pada bagian basis.
7. Apabila tidak menerima cahaya maka tidak akan menghantarkan arus.<sup>10</sup>

Photo transistor memiliki beberapa keunggulan penting yang memisahkannya dari sensor optik lain, diantaranya yaitu:

1. Photo transistor menghasilkan arus yang lebih tinggi daripada Photodiode.
2. Photo transistor relatif murah, sederhana, dan cukup kecil untuk memuat beberapa dari mereka ke dalam satu chip komputer terintegrasi.
3. Photo transistor sangat cepat dan mampu memberikan output yang hampir seketika.
4. Photo transistor menghasilkan tegangan, sehingga photo resistor tidak dapat melakukannya.

Adapun kekurangan dari sensor phototransistor adalah sebagai berikut:

---

<sup>10</sup> Abdurrahman Rasyid., “*Sensor Cahaya Phototransistor*”. SAMRASYID Elektro. (2020). Diakses di <https://www.samrasyid.com/2020/12/sensor-cahaya-phototransistor.html> pada tanggal 18 Oktober 2022 pada pukul 11.00

1. Photo transistor yang terbuat dari silikon tidak mampu menangani tegangan lebih dari 1.000 Volt.
2. Photo transistor juga lebih rentan terhadap lonjakan dan lonjakan listrik serta energi elektromagnetik.
3. Photo transistor juga tidak memungkinkan elektron bergerak bebas seperti perangkat lain, seperti tabung elektron.

#### **E. Sun Tracker Tetrahedron**

*Sun tracker* adalah sebuah alat yang memungkinkan panel surya untuk dipindahkan mengikuti matahari saat bergerak melintasi langit. Ketika panel surya dan pelacak matahari digunakan bersama, panel surya akan melacak jalur matahari dan menghasilkan lebih banyak listrik. *Sun tracker* biasanya dipasangkan dengan sistem tenaga surya yang dipasang di tanah tetapi baru-baru ini *sun tracker* juga dapat dipasang di atap rumah. Biasanya, peralatan *sun tracker* akan dihubungkan ke rak panel surya. maka panel surya akan bergerak seiring dengan pergerakan cahaya matahari.

*Sun tracker* bekerja dengan merasakan perubahan arah sinar matahari dan menyesuaikan sudut panel surya untuk menghadapi titik baru matahari. Untuk memaksimalkan penangkapan energi, perangkat menyesuaikan sudutnya sepanjang hari untuk mengikuti jalur matahari. Dengan menggambar garis tegak lurus di permukaan antara cahaya yang masuk dan panel surya, *sun tracker* mengurangi sudut yang disebabkan oleh sinar matahari.

Manfaat atau kelebihan *sun tracker* diantaranya meningkatkan *output* daya sehingga membantu penghematan energi saat jam sibuk. Adapun kelebihanannya adalah sebagai berikut:

1. Dapat membantu meningkatkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang menggunakan arah tetap karena tidak dapat mengikuti pergerakan matahari.
2. *Sun tracker* sangat bermanfaat jika suatu saat tarif listrik semakin meningkat.

Sedangkan kelemahan *sun tracker* diantaranya yaitu harganya yang mahal dan biaya perawatan yang cukup lumayan

jika terjadi kerusakan. Berikut dijelaskan beberapa kelemahan dari *sun tracker*, yaitu:

1. *Sun tracker* memiliki harga yang mahal.
2. *Sun tracker* terdiri dari bagian yang bergerak, yang berarti lebih cenderung mengalami kerusakan. Maka akan dibutuhkan biaya yang tinggi untuk melakukan perawatannya.
3. Butuh lokasi dan bahan tambahan jika memutuskan untuk memasang *sun tracker*, termasuk menggali parit kabel tambahan dan perataan tambahan.<sup>11</sup>

Dalam geometri, tetrahedron dikenal sebagai limas segitiga, atau bidang empat yang merupakan polihedron yang terdiri dari empat muka segitiga, enam garis rusuk yang lurus, dan empat titik pojok. Tetrahedron adalah bangunan paling sederhana dari semua

---

<sup>11</sup> Pasangpanelsurya., “*Apa Itu Sun tracker Panel Surya?*” (2020). Diakses di <https://pasangpanelsurya.com/apa-itu-solar-tracker/> pada tanggal 18 oktober 2022 pukul 19.15 WIB

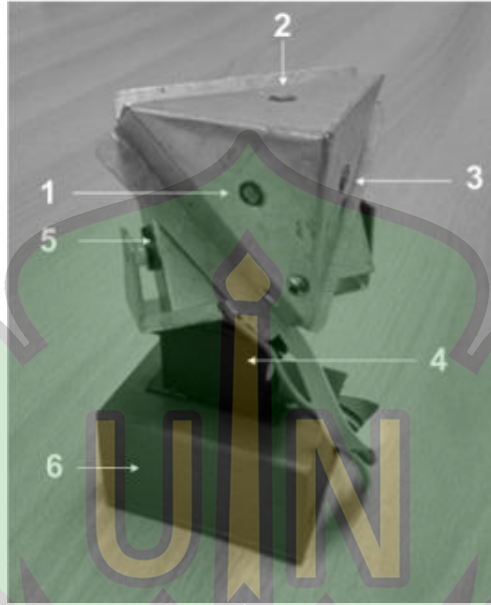


polihedron cembung biasa, dan tetrahedrom adalah satu-satunya polihedron yang memiliki jumlah muka yang kurang dari lima.<sup>12</sup>

Adapun yang dimaksud dengan *sun tracker* tetrahedron adalah sebuah sun sun tracker yang menggunakan sensor cahaya dengan masing-masing sensor dipasang secara tetrahedron. Sensor tersebut akan bekerja untuk menggerakkan satu sumbu. Sistem otomatis yang dimiliki *sun tracker* dapat membantu memprediksi perbedaan koordinat matahari yang berbeda-beda dalam pergerakannya dari timur ke barat setiap hari. Oleh karena itu, *pemasangan sun tracker* pada sebuah panel surya dimaksudkan untuk memaksimalkan daya listrik keluaran panel surya tersebut. Contoh dari bentuk *sun tracker* tetrahedron dapat dilihat pada Gambar 2.7.

---

<sup>12</sup> Eric Weistein., “*Tetrahedron*”. Mathworld. Diakses di <https://mathworld.wolfram.com/Tetrahedron.html> pada tanggal 18 Oktober 2022 pukul 12.00 WIB



Gambar 2.7. Contoh bentuk *sun tracker* tetrahedron

Keterangan:

1. Sensor LDR
2. Sensor LDR
3. Sensor LDR
4. Servo
5. Servo
6. Control box

## F. PID Controller

PID merupakan singkatan dari *Propotional Integral Derivative*. PID Controller merupakan salah satu metode control yang paling umum di gunakan di industri dan dapat di terima secara universal dalam industri. PID control sangatlah populer karena kinerjanya yang bagus dan kuat dalam berbagai kondisi operasi dan juga karena kesederhanaan fungsinya yang memungkinkan para operator mengoprasikan dengan cara sederhana dan mudah. PID Controller sangat tepat digunakan pada kontrol dengan konfigurasi single input dan single output, namun bukan berarti pada konfigurasi lain, PID kontroler tidak dapat di gunakan namun ada perlakuan khusus agar PID controller dapat digunakan di konfigurasi lain. Seperti pada namanya PID terdiri dari 3 kontroler dasar yaitu Kontrol Proporsional, Kontrol Integral dan yang terakhir adalah Kontrol Derivatif.

### 1. Kontrol Proporsional

Kontrol Proporsial adalah kontroler yang memiliki output sebanding/ proporsional dengan input errornya, secara

sederhana bahwa *output* kontroller proporsional adalah perkalian antara input yang berupa *error* dengan konstanta/parameter proporsional. Kontrol Proporsional mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$P(t) = K_p e(t)$$

Dimana  $P(t)$  adalah *output* kontrol proporsional,  $K_p$  adalah konstanta/parameter proporsional dan  $e(t)$  adalah *error* yang merupakan selisih antara setpoint dan nilai aktualnya.

Beberapa ciri-ciri Kontroler Proporsional:

- a. Jika konstanta proporsional kecil, maka respon *output* sistem dari kontrol proporsional akan semakin lambat untuk mencapai setpointnya
- b. Jika konstanta proporsional dinaikkan maka respon sistem akan semakin cepat untuk mencapai setpoint
- c. Jika konstanta proporsional terlalu besar, maka *output* sistem akan tidak stabil atau sistem berosilasi

- d. Nilai konstanta proporsional dapat sedemikian rupa di atur untuk mengurangi *error steady state* namun tidak akan bisa menghilangkannya.

## 2. Kontrol Integral

Kontrol integral berfungsi untuk menghilangkan *error steady state* yang tidak bisa di hilangkan oleh kontroler proporsional, kontrol integral ini sangat tidak disarankan bekerja sendirian karena karakteristiknya yang lambat. Prinsip dari kontroler ini mirip dengan sebuah integral yang mana sangat dipengaruhi oleh perubahan. *Output* dari kontroler ini adalah menjumlahkan terus menerus dari inputnya yang berupa *error*. Jika sinyal *error* pada inputnya tidak mengalami perubahan, maka *output* akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan *input*.

Persamaan dari kontroler integral adalah sebagai berikut:

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(T) dT$$

Dimana  $K_i$  merupakan konstanta integral dan  $e$  merupakan *input* yang berupa *error*. Adapun ciri-ciri Kontrol Integral adalah:

- a. *Output kontrol* integral sangatlah lambat
- b. Ketika *input error* pada kontrol ini adalah bernilai nol, maka *output* pengontrol akan bertahan pada nilai sebelumnya.
- c. Jika *input error* diatas atau di bawah nol maka *output* akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang di pengaruhi oleh besarnya nilai *error* pada *input* dan parameter/ konstanta Integral /  $K_i$ .
- d. Parameter/ Konstanta Integral/  $K_i$  yang besar akan mempercepat hilangnya *offset* namun semakin besar nilai konstanta ini akan mengakibatkan osilasi pada *output* kontroler.

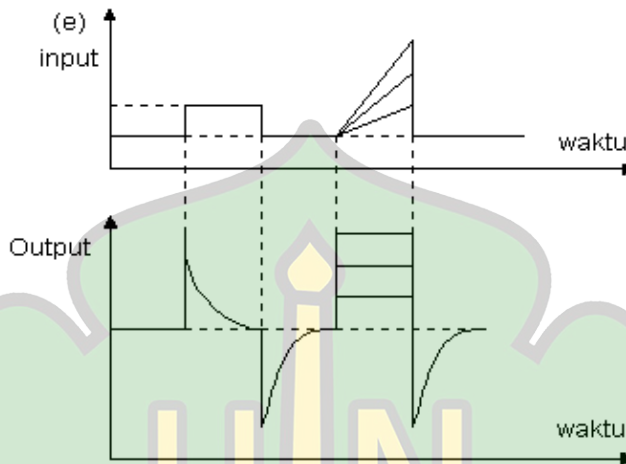
### 3. Kontrol Derivatif

Kontrol derivatif adalah kontrol yang memiliki sifat seperti operasi derivatif, perubahan mendadak pada *input*

kontrol akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat, apabila sinyal *input* berubah mendadak dan menaik (berbentuk fungsi *step*), *output* menghasilkan sinyal berbentuk impuls. Sedangkan jika sinyal *input* berubah naik secara perlahan seperti sinyal ramp maka *output*nya justru seperti fungsi *step* yang besar magnitudnya dipengaruhi oleh kecepatan naik dari fungsi ramp dan konstanta/ parameter differensialnya. Kontrol derivatif hanya berubah nilai keluarannya ketika ada perubahan *error* sehingga ketika *error* tidak ada perubahan maka praktis kontrol ini tidak akan bereaksi. Dengan keadaan begitu, kontrol ini tidak bisa berdiri sendiri sebagai kontroler karena sifatnya yang prediktif dan berubah ketika sinyal *input error* berubah. Persamaan dari kontroler derivatif adalah sebagai berikut:

$$D_{out} = K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dimana  $K_d$  merupakan konstanta derivatif.



Gambar 2.8. Kurva *Input-Output* Kurva Diferensial

Adapun ciri-ciri Kontrol Derivatif adalah sebagai berikut:

1. Kontroler ini tidak dapat menghasilkan *output* bila tidak ada perubahan pada *inputnya*
2. Jika nilai *error* berubah terhadap waktu, maka *output* yang dihasilkan kontroler tergantung pada nilai  $T_d$  dan laju perubahan sinyal *error* (*rate of error*).
3. Kontrol differensial dapat menghasilkan koreksi yang sangat baik sebelum *error overshoot* menjadi sangat besar dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.



#### 4. Kontrol PI

Kontrol PI merupakan gabungan antara kontrol proporsional dan kontrol integral. Kontrol PI sangat tepat digunakan pada sistem yang tidak begitu membutuhkan kestabilan sistem namun butuh akurasi pada saat kondisi mantap. Dengan parameter  $K_p$  dan  $K_i$  yang tepat maka sistem akan memiliki repon yang sangat cepat dan *error steady state* bisa dieliminasi. Kekurangan kontrol ini adalah ketika ada gangguan atau perubahan set point atau pada saat kondisi awal akan sedikit membutuhkan waktu untuk menuju kondisi mantapnya disebabkan osilasi. Kontrol PI mempunyai persamaan matematik sebagai berikut:

$$PI(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(T) dT$$

#### 5. Kontrol PD

Kontrol PD merupakan gabungan antara kontrol proporsional dan kontrol Derivatif. Kontrol PD sangat tepat digunakan pada sistem yang tidak begitu membutuhkan akurasi pada saat kondisi mantap dan namun membutuhkan

respon yang cepat, kondisi mantap yang cepat dan sistem yang stabil. Dengan parameter  $K_p$  dan  $K_d$  yang tepat maka sistem akan memiliki respon yang sangat cepat dan kondisi mantap yang juga cepat. Kekurangan kontrol ini adalah ketika sistem membutuhkan akurasi terhadap set point yang tinggi serta tidak boleh ada *error steady state*. Kontrol PD mempunyai persamaan matematik sebagai berikut:

$$PD(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

## 6. Kontrol PID

Kontrol PID merupakan gabungan antara kontrol proporsional, kontrol Integral dan Kontrol Derivatif. Kontrol PID sangat tepat digunakan pada sistem yang membutuhkan akurasi pada saat kondisi mantap dan namun membutuhkan respon yang cepat, kondisi mantap yang cepat, sistem yang stabil dan *error steady state* yang kecil atau bahkan hilang. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing pengontrol dapat saling menutupi. Dengan parameter  $K_p$ ,  $K_i$

dan  $K_d$  yang tepat maka sistem akan memiliki repon yang sangat cepat dalam mencapai set pointnya, menghilangkan offset, mempercepat kondisi mantap dan eliminasi *error steady state*.

Efek dari setiap pengontrol baik itu Kontrol Proporsional, Kontrol Integral maupun Kontrol Derivatif pada sistem loop tertutup disimpulkan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2. Efek Pengontrolan PID

Response loop tertutup	Rise time	Overshoot	Setting time	Error steady state
Proporsional	Menurunkan	Meningkatkan	Perubahan kecil	Menurunkan/mengurangi
Integral	Menurunkan	Meingkatkan	Meningkatkan	Menghilangkan
Derivative	Perubahan kecil	Mengurangi	Mengurangi	Perubahan kecil

Kontrol PID mempunyai persamaan matematik sebagai berikut:

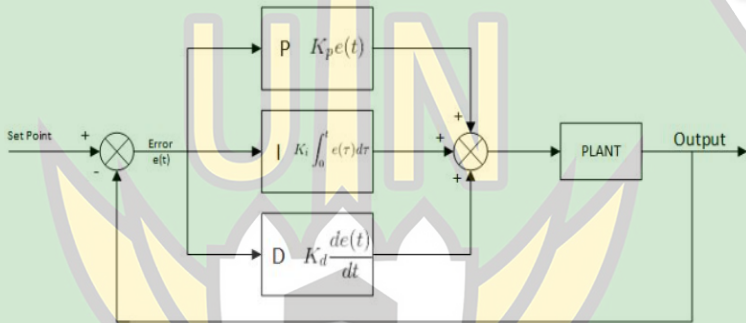
$$PID(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(T) dT + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Sedangkan dalam bentuk *laplace* adalah sebagai berikut:

$$L(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

Dimana  $s$  merupakan frekuensi bilangan kompleks

Sedangkan untuk blok PID adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9. Blok Diagram PID

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Rancangan Penelitian

##### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan suatu fenomena.

##### 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode uji eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen (*treatment*/perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan.

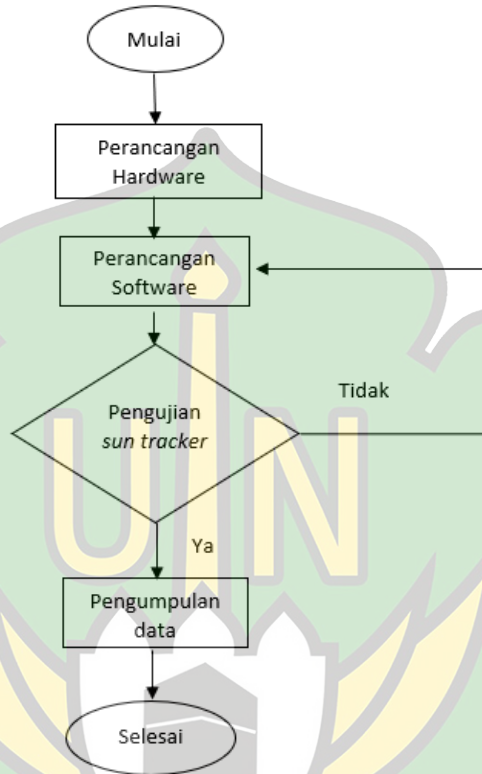
Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain (selain variabel treatment) yang mempengaruhi variabel dependen. Agar kondisi dapat dikendalikan maka dalam penelitian eksperimen menggunakan kelompok kontrol dan sering penelitian eksperimen dilakukan di dalam laboratorium. Eksperimen dilakukan terhadap sistem kerja dari *sun tracker* tetrahedron, yang bertujuan untuk mengukur tegangan dan daya yang dihasilkan oleh *sun tracker*.

### 3. Flowchart Penelitian

*Flowchart* penelitian merupakan sebuah jenis diagram yang menggambarkan alur dalam penelitian ini. Adapun alur dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut:

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y





Gambar 3.1. Flowchart penelitian

#### a. Perancangan *Sun Tracker*


Perancangan *sun tracker tetrahedron* ini terdiri atas 3 bagian, yaitu bagian atas, bawah dan tengah. Pada desain bagian atas merupakan tempat panel surya yang ditopang dengan kerangka aluminum dan dilengkapi dengan motor

servo sebagai penggeraknya. Pada bagian tengah merupakan penyangga yang dilengkapi dengan motor sehingga bagian tengah berfungsi sebagai sumbu putar. Pada bagian bawah merupakan bagian dasar yang digunakan sebagai tempat alas dari *sun tracker*. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Alat Penelitian


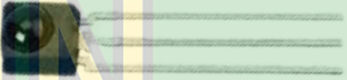


No	Alat	Gambar
1	Tang Potong	
2	Gunting	



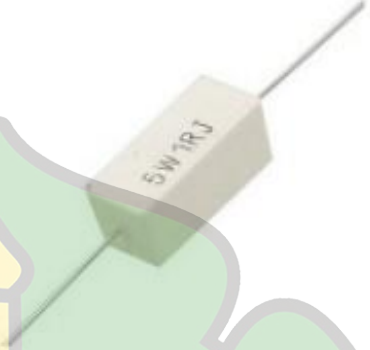

3	Penyangga Alat	
---	----------------	---

Tabel 3.2. Bahan Penelitian

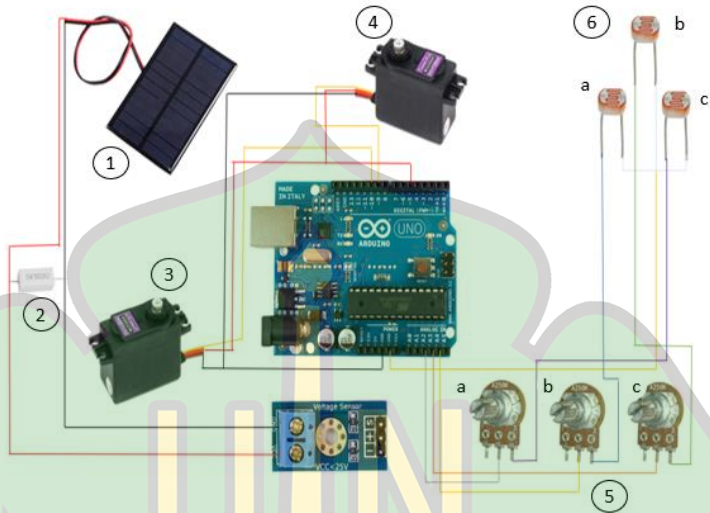
No	Bahan	Gambar
1	Kabel Jumper	
2	Panel Surya Mini 5V 1WP	

3	Sensor LDR 200 $\Omega$	
4	Sensor Phototransistor	
5	Sensor Tegangan DC0-25V	
6	Arduino Uno	

7	Motor Servo Mg996r	
8	Power Supply	
9	Lem Batang	
10	Potensiometer	

11	Resistor Batu 148.5 $\Omega$	
12	Baterai 9V	

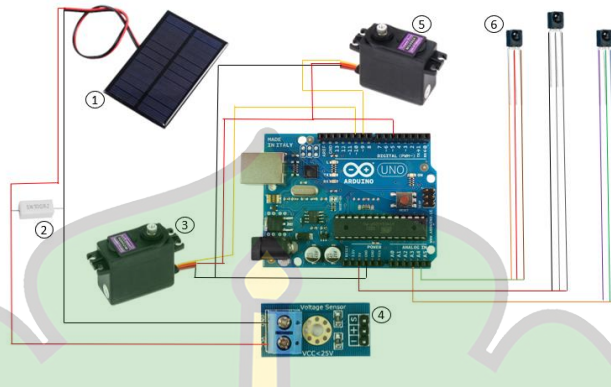
Adapun bentuk perancangan dari *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan bentuk rancangan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor phototransistor dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2. Hasil Perancangan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR

Keterangan:

1. Panel surya 5 V 1 WP
2. Resistor batu
3. Motor servo MG996R
4. Motor servo MG9969
5. (a,b,c) Potensiometer
6. (a,b,c) sensor LDR



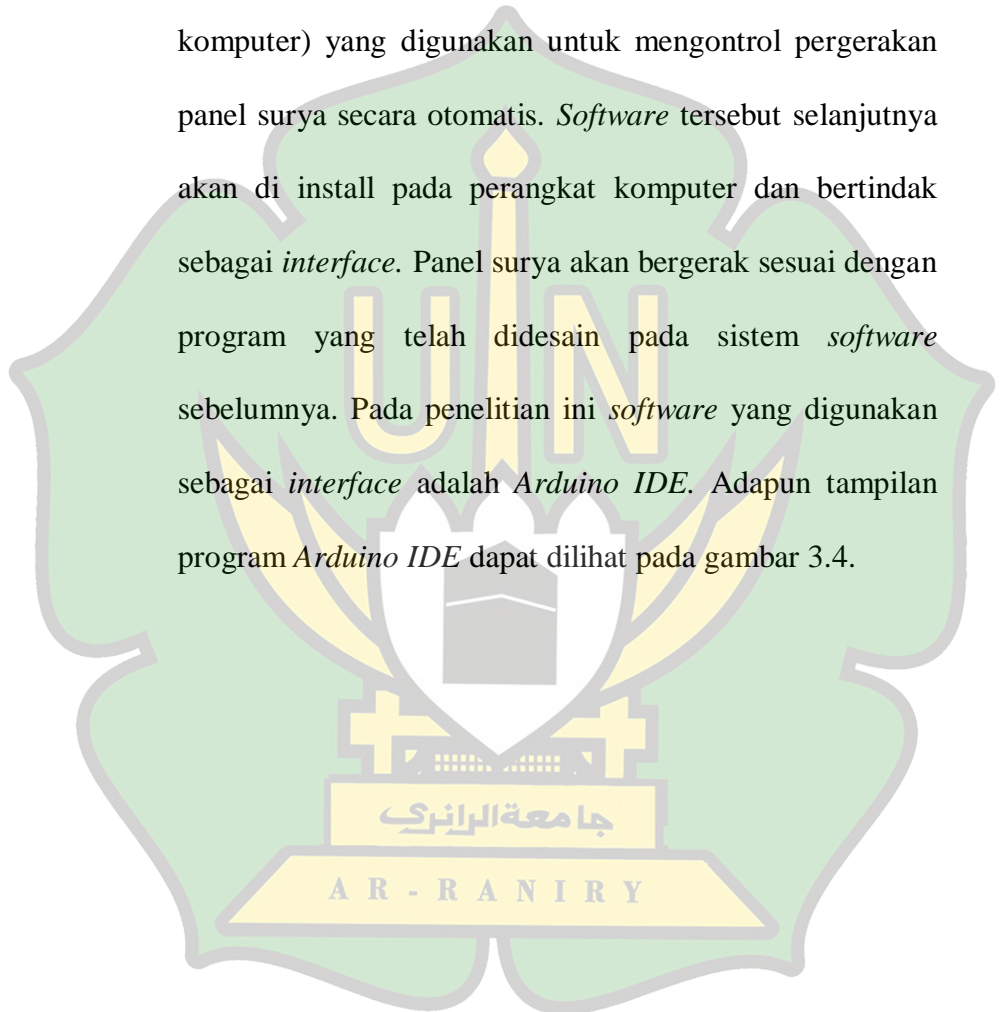
Gambar 3.3. Hasil Perancangan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor phototransistor

Keterangan:

1. Panel surya 5V1WP
2. Resistor batu
3. Motor servo MG996R
4. Sensor tegangan
5. Motor servo MG996R
6. Sensor phototransistor

### ***b. Perancangan Software***

*Software* merupakan perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk mengontrol pergerakan panel surya secara otomatis. *Software* tersebut selanjutnya akan di install pada perangkat komputer dan bertindak sebagai *interface*. Panel surya akan bergerak sesuai dengan program yang telah didesain pada sistem *software* sebelumnya. Pada penelitian ini *software* yang digunakan sebagai *interface* adalah *Arduino IDE*. Adapun tampilan program *Arduino IDE* dapat dilihat pada gambar 3.4.



```

suntracker10
int LDR2=A4; // LDR penentu axis 2
int nilaiLDR0 = 0;
int nilaiLDR1 = 0;
int nilaiLDR2 = 0;
int a,b,c,d;
double X=90;
double Y=90;
double Xo=0;
double Yo=0;

void setup() {
  servol.attach(9);
  servo2.attach(10);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // read the value from the sensor:
  nilaiLDR0 = analogRead(LDR0);
  nilaiLDR1 = analogRead(LDR1);
  nilaiLDR2 = analogRead(LDR2);

  a=nilaiLDR1-10; //kompensasi batas bawah aksis 1
  b=nilaiLDR1+10; //kompensasi batas atas aksis 1
  c=nilaiLDR2-10; //kompensasi batas bawah aksis 2
  d=nilaiLDR2+10; //kompensasi batas atas aksis 2
}

```

Gambar 3.4. Program *Sun Tracker* Tetrahedron Dengan  
Software *Arduino IDE*

### c. Pengujian *Sun Tracker*

Pengujian *sun tracker* dilakukan untuk menguji secara keseluruhan dari kinerja alat yang sudah dirangkai. Sehingga dapat diamati apakah motor bergerak sesuai arah datangnya cahaya. Motor servo dan komponen Arduino Uno dapat diuji secara bersamaan karena fungsi motor servo pada *sun tracker* ini adalah sebagai indikator kerja



komponen Arduino Uno. Komponen Arduino akan diberikan program untuk menggerakkan motor servo dan pin dari Arduino akan dihubungkan pada motor servo. Jika motor servo berjalan sesuai dengan program yang diberikan maka motor dinyatakan memiliki kondisi yang baik. Begitu juga dengan Arduino. Arduino dinyatakan kondisi baik jika dapat menerima dan membaca program yang telah diberikan.

Jika motor bergerak sesuai dengan arah datangnya cahaya, maka *sun tracker* bisa dinyatakan baik dan bisa digunakan. Dengan adanya cahaya yang ditangkap maka perubahan daya yang dihasilkan juga ada.

#### **a. Pengumpulan Data**

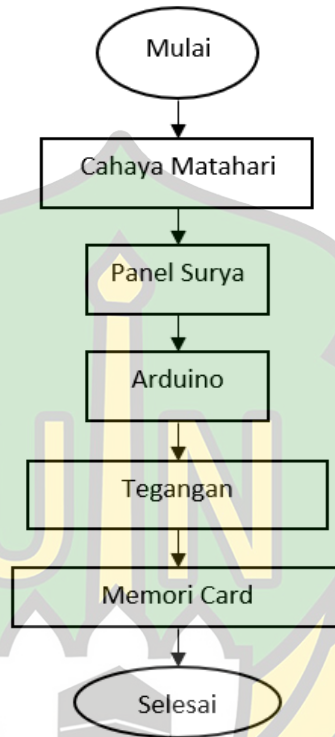
Proses pengumpulan data dilakukan untuk mengambil data tegangan dari pengujian alat secara keseluruhan dengan cara menginput data yang akan diambil ke dalam *data logger* SD. Hasil data yang sudah

terkumpulkan akan disimpan ke dalam kartu memori, sehingga data tersebut bisa dibuka secara *real time*.

Proses ini dilakukan pada tanggal 05 Desember 2022 di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Gedung B. Pada saat proses pengambilan data dan pengujian alat, kondisi cuaca saat pagi hari cerah berawan. Namun pada saat jam 10.00 sampai jam 11.30 kondisi cuaca mendung dan berawan. Pada saat jam 12.00 sampai jam 15.40 kondisi langit sudah cerah kembali.

#### **b. Sistem Kerja *Sun Tracker***

Sistem kerja alat merupakan proses yang menggambarkan alur kerja alat dalam penelitian. Adapun sistem kerja alat penelitian ini digambarkan seperti pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.5. Diagram Blok Sistem Kerja *Sun Tracker*

#### Tetrahedron

Dalam sistem kerja *sun tracker* tetrahedron, ketika alat diletakkan di bawah sinar matahari maka panel surya akan menyerap cahaya yang masuk. Cahaya yang masuk ke dalam panel surya dibantu oleh 3 buah sensor LDR yang disusun secara tetrahedron. Untuk bisa menggerakkan arah

panel surya ke cahaya matahari, maka dibantu oleh alat yang berupa motor servo. Ketika semua rangkaian telah tersusun, maka selanjutnya dilakukan pengujian alat. Pengujian alat dilakukan untuk mengukur daya dan tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* tetrahedron. Jika pengujian alat berhasil, maka bisa dilanjutkan dengan proses pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara langsung, yaitu dengan meletakkan *sun tracker* di bawah cahaya matahari. Data yang sudah didapatkan akan otomatis masuk ke dalam *memori card* yang dihubungkan langsung dengan software Arduino Uno. Jika data yang didapatkan tidak sesuai, maka akan dilakukan pengujian ulang pada komponen yang membantu sistem kerja alat, yaitu Arduino.

## B. Subjek Penelitian

Adapun subjek dalam penelitian ini adalah cahaya matahari. Parameter yang diuji merupakan tegangan dari cahaya matahari yang diserap oleh panel surya.

## C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen adalah alat-alat yang diperlukan atau dipergunakan untuk mengumpulkan data. Adapun instrument untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah observasi. Observasi adalah pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala yang diteliti. Teknik observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Dalam arti yang luas, observasi sebenarnya tidak hanya terbatas pada pengamatan yang dilaksanakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Observasi yang dilakukan yaitu melihat keadaan dan tempat yang sesuai untuk melakukan pengumpulan terhadap *Sun Tracker*. Tempat yang dimaksud harus memiliki intensitas cahaya matahari yang baik dan tidak terhalangi oleh

benda apapun agar hasil penelitian dapat memberikan output yang baik.

#### D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data bertujuan menguraikan dan memecahkan masalah yang berdasarkan data yang diperoleh. Untuk mendapatkan nilai perbandingan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* berbasis Phototransistor, dapat dilakukan dengan melihat nilai yang dikeluarkan dari masing-masing *tracker* serta dibuat bentuk grafik dari masing-masing *tracker* dengan menggunakan Microsoft Excell. Untuk menghitung nilai arus, daya dan energi yang dihasilkan dari *sun tracker* dapat dianalisis dengan persamaan yang digunakan pada Microsoft excel. Adapun persamaan untuk menghitung arus, daya dan energi dari *sun tracker* dapat adalah sebagai berikut.

##### 1. Menghitung nilai arus

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots \dots 3.1)$$

Keterangan:

I : Kuat Arus Listrik (A)

V : Tegangan (V)

R : Hambatan ( $\Omega$ )

## 2. Menghitung nilai daya

$$P = V \times I \dots\dots\dots 3.2)$$

Keterangan:

P: daya listrik (W)

V: tegangan (V)

I: kuat arus listrik (A)

## 3. Menghitung nilai energi

$$W: P \times t \dots\dots\dots 3.3)$$

Keterangan:

W: energi listrik (Wh)

P: Daya listrik (W)

t: waktu (s)

## BAB IV

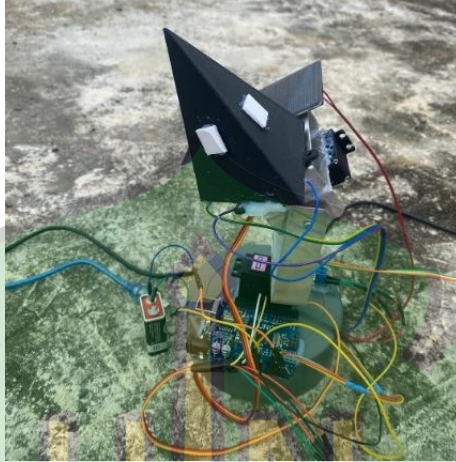
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras dari *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR dan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor dapat dilihat pada gambar Gambar 4.1 dan 4.2. Pada perancangan *sun tracker* berbasis sensor LDR menggunakan 1 buah Arduino Uno, 1 buah panel surya dengan tegangan 12 V, 2 motor servo, 3 sensor LDR yang disusun secara tetrahedron atau berbentuk piramida segitiga, 1 buah sensor tegangan, 1 buah baterai 9 V, 1 resistor batu dengan resistansi 148,5  $\Omega$  dan 3 buah potensiometer ukuran 250k yang diletakkan di dalam penyangga alat. Pada perancangan *sun tracker* berbasis phototransistor menggunakan 1 buah Arduino Uno, 1 panel surya, 2 motor servo, 3 sensor phototransistor yang disusun secara tetrahedron, 1 sensor tegangan, dan 1 resistor batu dengan resistansi 148,5  $\Omega$ .





Gambar 4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras Dari  
*Prototype Sun Tracker Tetrahedron* berbasis Sensor LDR



Gambar 4.2. Hasil Perancangan Perangkat Keras Dari  
*Prototype Sun Tracker* berbasis Sensor Phototransistor

Prototipe yang dibuat akan diproses di mikrokontroler dan dihubungkan langsung dengan *data logger* untuk melihat data yang dihasilkan dari *sun tracker*. Data yang diambil merupakan tegangan yang dihasilkan dari panel surya yang dibaca oleh program dalam aplikasi Arduino.

## **2. Hasil Pengujian *Sun Tracker***

Pengujian *sun tracker* dilakukan untuk mengetahui apakah *sun tracker* dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya dan dapat menghasilkan keluaran sebagaimana yang diharapkan. Pengujian sistem dilakukan dengan dimulai dari pengujian komponen secara terpisah dan berurutan. Pengujian pertama dilakukan pada pengujian sensor dimana data yang dikirim sensor dikirim ke servo untuk menguji tiap-tiap pergerakan servo guna untuk melihat apakah servo sudah bergerak sesuai dengan prosedur. Berdasarkan hasil pengujian awal yang dilakukan pada pada sensor, sistem yang dirancang berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Motor servo bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan. Sensor yang dipakai

ketika melakukan pengujian yaitu sensor LDR. Motor servo bergerak sesuai dengan arah cahaya yang diterima oleh input sensor.



Gambar 4.3. Proses Pengujian Prototipe *Sun Tracker* Berbasis Sensor Phototransistor Dan *Sun Tracker* Berbasis Sensor LDR

## B. Analisis Hasil Pengumpulan Data

### 1. Hasil Perolehan Tegangan, Arus dan Daya *Sun Tracker*

Analisis hasil pengumpulan data yaitu meneliti hasil dari sistem yang telah dirancang. Hasil pengumpulan data didapat berdasarkan hasil pengujian. Pengujian dilakukan

terhadap rangkaian alat dengan menguji tiap-tiap fungsi modul yaitu modul servo. Jika servo bisa bekerja dengan baik, maka akan menghasilkan data yang maksimal. Proses pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan pada dua buah *sun tracker* tetrahedron dengan menggunakan dua sensor cahaya yang berbeda. Sensor yang digunakan yaitu sensor LDR dan sensor Phototransistor. Proses pengujian pada dua buah *sun tracker* ini berguna untuk melihat perbedaan daya dan sistem kerja yang dihasilkan oleh kedua buah sensor. Data yang didapatkan berupa data tegangan. Sedangkan untuk mencari nilai arus dan daya dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2. Adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan Nilai Arus

Diketahui:

$$V = 3.62 \text{ V}$$

$$R = 148.5 \ \Omega$$

Ditanya: Arus (I)?

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{3.62}{148.5}$$

$$I = 0.02 \text{ A}$$

b. Perhitungan Nilai Daya

Diketahui:

$$V = 3.620$$

$$I = 0.024$$

Ditanya: Daya (P)?

$$P = V \times I$$

$$P = 3.620 \times 0.024$$

$$P = 0.088 \text{ W}$$

Adapun hasil perhitungan keseluruhan nilai arus dan daya pada *sun tracker* berbasis sensor LDR dan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *Sun Tracker*

No	Waktu	SENSOR PHOTOTRANSISTOR			SENSOR LDR		
		V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1	08.00-08.10	3.620	0.024	0.088	1.520	0.010	0.020
2	08.10-08.20	3.740	0.025	0.094	1.760	0.012	0.020

3	08.20-08.30	3.930	0.026	0.104	1.760	0.012	0.020
4	08.30-08.40	3.590	0.024	0.087	1.980	0.013	0.020
5	08.40-08.50	3.890	0.026	0.102	1.760	0.012	0.030
6	08.50-09.00	4.400	0.030	0.130	0.930	0.006	0.020
7	09.00-09.10	4.790	0.032	0.155	1.150	0.008	0.010
8	09.10-09.20	4.620	0.031	0.144	1.100	0.007	0.010
9	09.20-09.30	4.420	0.030	0.132	1.000	0.007	0.010
10	09.30-09.40	5.030	0.034	0.170	1.320	0.009	0.010
11	09.40-09.50	5.130	0.035	0.177	3.200	0.022	0.010
12	09.50-10.00	0.560	0.004	0.002	2.790	0.019	0.010
13	10.00-10.10	4.960	0.033	0.166	4.740	0.032	0.060
14	10.10-10.20	4.960	0.033	0.166	4.440	0.030	0.150
15	10.20-10.30	5.110	0.034	0.176	4.670	0.031	0.150
16	10.30-10.40	4.790	0.032	0.155	4.330	0.029	0.130
17	10.40-10.50	5.180	0.035	0.181	4.640	0.031	0.150
18	10.50-11.00	4.640	0.031	0.145	3.740	0.025	0.090
19	11.00-11.10	5.160	0.035	0.179	4.080	0.027	0.110
20	11.10-11.20	5.210	0.035	0.183	4.200	0.028	0.120
21	11.20-11.30	5.120	0.034	0.177	3.930	0.026	0.100
22	11.30-11.40	4.740	0.032	0.151	2.590	0.017	0.050
23	11.40-11.50	5.940	0.040	0.238	5.840	0.039	0.230
24	11.50-12.00	5.840	0.039	0.230	2.810	0.019	0.050
25	12.00-12.10	3.010	0.020	0.061	3.690	0.025	0.090
26	12.10-12.20	5.450	0.037	0.200	5.110	0.034	0.180
27	12.20-12.30	5.380	0.036	0.195	4.960	0.033	0.170
28	12.30-12.40	4.420	0.030	0.132	4.200	0.028	0.120
29	12.40-12.50	5.350	0.036	0.193	3.670	0.025	0.090
30	12.50-13.00	5.620	0.038	0.213	5.380	0.036	0.190
31	13.00-13.10	5.430	0.037	0.199	5.430	0.037	0.200
32	13.10-13.20	5.350	0.036	0.193	4.620	0.031	0.200
33	13.20-13.30	3.760	0.025	0.095	3.670	0.025	0.090

34	13.30-13.40	4.990	0.034	0.168	3.980	0.027	0.110
35	13.40-13.50	3.370	0.023	0.076	3.790	0.026	0.100
36	13.50-14.00	3.910	0.026	0.103	4.010	0.027	0.110
37	14.00-14.10	3.150	0.021	0.067	3.400	0.023	0.080
38	14.10-14.20	3.050	0.021	0.063	3.200	0.022	0.070
39	14.20-14.30	2.660	0.018	0.048	2.490	0.017	0.040
40	14.30-14.40	2.270	0.015	0.035	0.640	0.004	0.000
41	14.40-14.50	2.350	0.016	0.037	0.660	0.004	0.000
42	14.50-15.00	4.380	0.029	0.129	3.960	0.027	0.110
43	15.00-15.10	4.130	0.028	0.115	1.780	0.012	0.020
44	15.10-15.20	3.150	0.021	0.067	0.610	0.004	0.000
45	15.20-15.30	4.280	0.029	0.123	2.910	0.020	0.060
46	15.30-15.40	3.740	0.025	0.094	4.250	0.029	0.120
<b>JUMLAH</b>		<b>198.570</b>	<b>1.337</b>	<b>6.133</b>	<b>146.690</b>	<b>0.988</b>	<b>3.730</b>
<b>NILAI MAX</b>		<b>5.940</b>	<b>0.040</b>	<b>0.238</b>	<b>5.840</b>	<b>0.039</b>	<b>0.230</b>
<b>NILAI MIN</b>		<b>0.560</b>	<b>0.004</b>	<b>0.002</b>	<b>0.610</b>	<b>0.004</b>	<b>0.000</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>4.317</b>	<b>0.029</b>	<b>0.133</b>	<b>3.189</b>	<b>0.021</b>	<b>0.081</b>

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor lebih baik dibandingkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor LDR. Adapun jumlah nilai tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor adalah 198.570 V, nilai rata-ratanya 4.317 V, tegangan maksimum 5.940 V dan tegangan minimumnya 0.560 V. Jumlah nilai arus yang didapatkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor adalah 1.337 A,

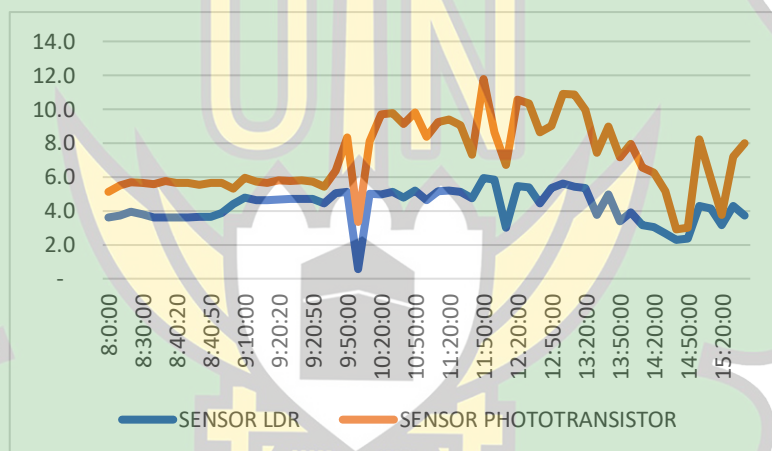
nilai rata-ratanya 0.029 A, arus maksimum 0.040 A dan arus minimumnya 0.004 A. Jumlah nilai daya yang didapatkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor adalah 6.133 W, nilai rata-ratanya 0.130 W, daya maksimum 0.240 W dan daya minimumnya 0 W.

Sedangkan jumlah nilai tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR adalah 146.690 V, nilai rata-ratanya 3.189 V, tegangan maksimum 5.840 V dan tegangan minimumnya 0.610 V. Jumlah nilai arus yang didapatkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR adalah 0.988 A, nilai rata-ratanya 0.021 A, arus maksimum 0.039 A dan arus minimumnya 0.004 A. Jumlah nilai daya yang didapatkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR adalah 3.730 W, nilai rata-ratanya 0.081 W, daya maksimum 0.230 W dan daya minimumnya 0 W. Jadi selisih dari hasil pengukuran tegangan kedua *sun tracker* adalah 35.36%.

Adapun bentuk grafik nilai tegangan dari hasil pengujian *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker*



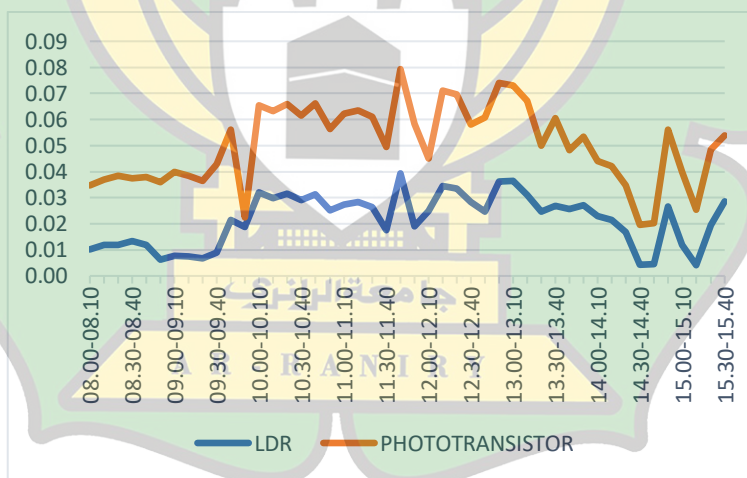
berbasis sensor phototransistor dapat dilihat pada Gambar 4.4. Bentuk grafik dengan warna biru merupakan bentuk grafik dari tegangan yang dihasilkan oleh *sun tracker* berbasis sensor LDR, sedangkan bentuk grafik berwarna *orange* merupakan bentuk grafik dari tegangan yang dihasilkan oleh *sun tracker* berbasis sensor phototransistor.



Gambar 4.4. Grafik hasil nilai tegangan

Berdasarkan Gambar 4.4, hasil penelitian dengan menggunakan sensor LDR, tegangan maksimum yang diperoleh dari *sun tracker* adalah 5.840 Volt. Tegangan maksimum didapatkan pada jam 11.40 WIB. Hasil penelitian pada *sun tracker* tetrahedron dengan menggunakan sensor

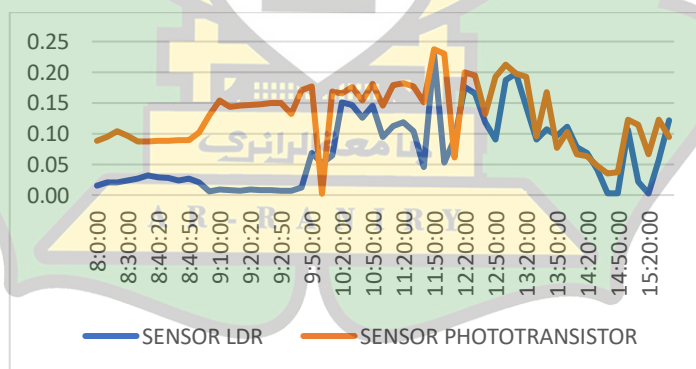
Phototransistor menghasilkan daya yang sangat baik dan stabil. Titik maksimumnya terdapat pada jam 11.40 WIB dengan tegangan 5.940 Volt. Proses pengambilan data pada *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor Phototransistor ini dilakukan pada hari yang sama dengan proses pengambilan data pada *sun tracker* dengan sensor Phototransistor. Ketika cuaca sudah cerah, maka data yang dihasilkan juga semakin baik. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diserap, maka semakin tinggi tegangan yang dihasilkan.



Gambar 4.5. Grafik hasil perhitungan arus *sun tracker*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.5, arus maksimum yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR yaitu 0.039 A pada jam 11.40 WIB. Proses perhitungan arus dihitung berdasarkan persamaan 3.1. Sedangkan arus maksimum yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis phototransistor yaitu 0.040 A pada jam 11.40 WIB. dan selisih perhitungan arus dari kedua *sun tracker* tersebut adalah 35.35%.

Untuk melihat perbandingan daya yang dihasilkan dari *sun tracker* yang memakai sensor LDR dengan *sun tracker* yang memakai sensor phototransistor dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik hasil perhitungan daya *sun tracker*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6, daya maksimum yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR yaitu 0.230 W pada jam 11.40 WIB. Proses perhitungan daya dihitung berdasarkan dari arus dan tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* yang telah diuji. Sedangkan daya maksimum yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis phototransistor yaitu 0.238 W pada jam 11.40 WIB. Jadi dan selisih pengukuran daya dari kedua *sun tracker* tersebut adalah 64.34%.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada *sun tracker* tetrahedron dengan sensor LDR dan *sun tracker* dengan sensor phototransistor, dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan dari *sun tracker* tetrahedron dengan sensor Phototransistor lebih baik dibandingkan dengan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR. Tegangan dan daya yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor lebih maksimal dibandingkan dengan *sun tracker* yang berbasis sensor LDR.

### C. Hasil Perhitungan Energi Listrik

Dengan didapatkan data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan energi listrik yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor. Untuk mencari perhitungan energi listrik menggunakan Persamaan 3.3. Adapun contoh hasil perhitungan energi dengan memakai Persamaan 3.3 adalah sebagai berikut.

Diketahui:

$$P = 0.09 \text{ Watt}$$

$$t = 10 \text{ detik}$$

Ditanya: energi (W)?

$$W = P \times t$$

$$W = 0.09 \times 10$$

$$= 0.88 \text{ J}$$

Adapun hasil perhitungan keseluruhan nilai energi pada *sun tracker* berbasis sensor LDR dan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor dapat dilihat pada Tabel 4.2. Hasil perolehan energi

didapat berdasarkan Persamaan 3.3 yang dihitung mulai dari jam 08.00 WIB hingga jam 15.40 WIB.

Tabel 4.2. Hasil perhitungan energi

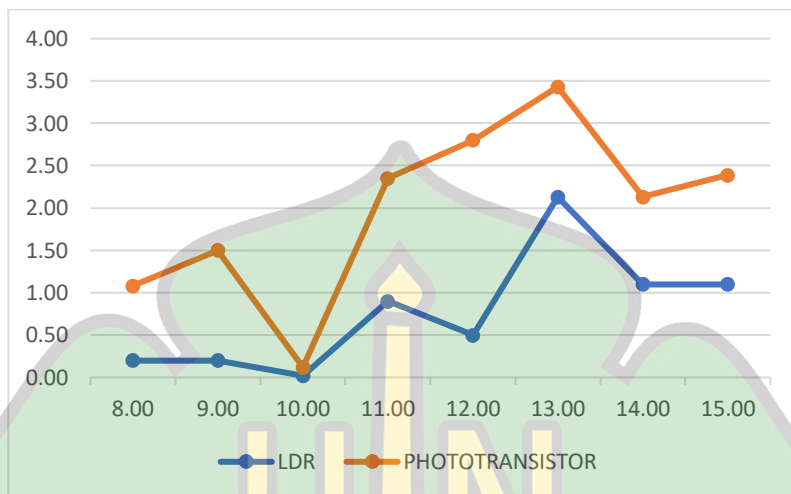
No	WAKTU	SENSOR PHOTOTRANSISTOR		SENSOR LDR	
		P (Watt)	W (Joule)	P (Watt)	W (Joule)
1	08.00-08.10	0.09	0.88	0.02	0.20
2	08.10-08.20	0.09	0.94	0.02	0.20
3	08.20-08.30	0.10	1.04	0.02	0.20
4	08.30-08.40	0.09	0.87	0.02	0.20
5	08.40-08.50	0.10	1.02	0.03	0.30
6	08.50-09.00	0.13	1.30	0.02	0.20
7	09.00-09.10	0.15	1.55	0.01	0.10
8	09.10-09.20	0.14	1.44	0.01	0.10
9	09.20-09.30	0.13	1.32	0.01	0.10
10	09.30-09.40	0.17	1.70	0.01	0.10
11	09.40-09.50	0.18	1.77	0.01	0.10
12	09.50-10.00	0.00	0.02	0.01	0.10
13	10.00-10.10	0.17	1.66	0.06	0.60
14	10.10-10.20	0.17	1.66	0.15	1.50
15	10.20-10.30	0.18	1.76	0.15	1.50
16	10.30-10.40	0.15	1.55	0.13	1.30
17	10.40-10.50	0.18	1.81	0.15	1.50
18	10.50-11.00	0.14	1.45	0.09	0.90
19	11.00-11.10	0.18	1.79	0.11	1.10
20	11.10-11.20	0.18	1.83	0.12	1.20

No	WAKTU	SENSOR PHOTOTRANSISTOR		SENSOR LDR	
		P (Watt)	W (Joule)	P (Watt)	W (Joule)
21	11.20-11.30	0.18	1.77	0.10	1.00
22	11.30-11.40	0.15	1.51	0.05	0.50
23	11.40-11.50	0.24	2.38	0.23	2.30
24	11.50-12.00	0.23	2.30	0.05	0.50
25	12.00-12.10	0.06	0.61	0.09	0.90
26	12.10-12.20	0.20	2.00	0.18	1.80
27	12.20-12.30	0.19	1.95	0.17	1.70
28	12.30-12.40	0.13	1.32	0.12	1.20
29	12.40-12.50	0.19	1.93	0.09	0.90
30	12.50-13.00	0.21	2.13	0.19	1.90
31	13.00-13.10	0.20	1.99	0.20	2.00
32	13.10-13.20	0.19	1.93	0.20	2.00
33	13.20-13.30	0.10	0.95	0.09	0.90
34	13.30-13.40	0.17	1.68	0.11	1.10
35	13.40-13.50	0.08	0.76	0.1	1.00
36	13.50-14.00	0.10	1.03	0.11	1.10
37	14.00-14.10	0.07	0.67	0.08	0.80
38	14.10-14.20	0.06	0.63	0.07	0.70
39	14.20-14.30	0.05	0.48	0.04	0.40
40	14.30-14.40	0.03	0.35	0	0.00
41	14.40-14.50	0.04	0.37	0	0.00
42	14.50-15.00	0.13	1.29	0.11	1.10
43	15.00-15.10	0.11	1.15	0.02	0.20
44	15.10-15.20	0.07	0.67	0	0.00

No	WAKTU	SENSOR		SENSOR LDR	
		PHOTOTRANSISTOR			
		P (Watt)	W (Joule)	P (Watt)	W (Joule)
45	15.20-15.30	0.12	1.23	0.06	0.60
46	15.30-15.40	0.09	0.94	0.12	1.20
<b>JUMLAH</b>		<b>6.13</b>	<b>61.33</b>	<b>3.73</b>	<b>37.30</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>0.13</b>	<b>1.33</b>	<b>0.08</b>	<b>0.81</b>
<b>NILAI MAX</b>		<b>0.24</b>	<b>2.38</b>	<b>0.23</b>	<b>2.30</b>
<b>NILAI MIN</b>		<b>0</b>	<b>0.02</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Berdasarkan perolehan data dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor dan LDR dengan memakai persamaan 3.3, maka total energi yang dihasilkan dari *sun tracker* dengan sensor Phototransistor adalah 61.33 J, nilai rata-ratanya 1.33 J, energi maksimum 2.38 J dan energi minimumnya adalah 0 J. sedangkan total energi yang dihasilkan dari *sun tracker* dengan sensor LDR adalah 37.30 J, nilai rata-ratanya 0.81 J, energi maksimum 2.30 J dan energi minimumnya adalah 0 J. Bentuk grafik dari hasil perhitungan energi listrik dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.





Gambar 4.7. Grafik hasil perhitungan energi listrik pada *sun tracker*

Berdasarkan Gambar 4.7, hasil perhitungan energi listrik dari *sun tracker* berbasis sensor LDR memperoleh energi maksimum sebesar 2.30 J pada jam 11.40 WIB. Sedangkan hasil perhitungan *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor menghasilkan energi yang sangat baik dan stabil. Titik maksimumnya terdapat pada jam 11.40 WIB dengan energi 2.38 J. Berdasarkan hasil perhitungan energi listrik pada kedua *sun tracker*, dapat diketahui bahwa energi listrik yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor lebih baik dibandingkan

*sun tracker* berbasis sensor LDR dengan selisih energi yaitu 24.03 J atau 64.42%.

#### **D. Pembahasan**

Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan prinsip kerja dan hasil perolehan tegangan, daya dan energi listrik dari panel surya berbasis sensor LDR dan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor dengan menggunakan metode penelitian eksperimental. Untuk melihat perolehan daya, tegangan dan energi maka dirancang dua buah *sun tracker* dengan memakai dua sensor yang berbeda, yaitu satu buah *prototype sun tracker* berbasis sensor LDR dan satu buah *prototype sun tracker* berbasis sensor phototransistor.

Berdasarkan hasil pengujian pada kedua alat, maka dapat disimpulkan bahwa *sun tracker* berbasis sensor phototransistor lebih baik dibandingkan dengan sensor LDR. Tegangan dan daya yang dihasilkan dari sensor phototransistor juga lebih baik dibandingkan dengan tegangan dan daya yang dihasilkan dari *sun tracker* dengan sensor LDR. Hasil perolehan tegangan dan daya

dari kedua buah *sun tracker* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata nilai tegangan dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor yaitu 4.317 V, sedangkan rata-rata nilai tegangan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR yaitu 3.189 V. Adapun selisih perbedaan nilai tegangan antara *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor adalah 35.36%.

Adapun nilai rata-rata arus dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor yaitu 0.029 A dan pada *sun tracker* berbasis sensor LDR, rata-rata arus yang didapatkan juga sama yaitu 0.021 A. Jadi selisih perbedaan nilai arus antara *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor adalah 35.35%. Adapun nilai rata-rata daya dari *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor yaitu 0.139 W. Sedangkan pada *sun tracker* berbasis sensor LDR, rata-rata daya yang dapat dihasilkan hanya 0.081 W. Dari hasil pegujian dan perhitungan daya kedua buah *sun tracker*, terlihat jelas bahwa *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan

*dengan sun tracker* berbasis sensor LDR. Adapun selisih perbedaan nilai daya antara *sun tracker* berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* berbasis sensor phototransistor yaitu 64.34 %.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian Yuwaldi Away dan Muhammad Ikhsan (2017) dengan judul penelitian “*Dual-axis sun tracker sensor based on tetrahedron geometry*” dimana penelitian terdahulu memakai satu buah sun tracker tetrahedron berbasis sensor LDR. sedangkan pada penelitian ini memakai dua buah sun tracker berbasis sensor LDR dan sun tracker tetrahedron berbasis sensor phototransistor. Hasil penelitian terdahulu adalah untuk melihat akurasi, efektivitas dan *field of view*. Sedangkan hasil penelitian ini untuk melihat perbandingan sistem kerja antara sensor LDR dan sensor phototransistor.

Dalam penelitian Yuwaldi Away, Suriadi, Aulia Rahman, Teuku Reza Auliandra Isma, dan Muhamad Firdaus dengan judul “*Penerapan Logika Fuzzy pada Sun Tracker Dual Axis Berbasis Sensor Tetrahedron Geometri*”. Metode yang digunakan dalam

penelitian dahulu adalah *Research and Development* yang mana untuk pemogramannya menggunakan logika fuzzy agar dapat menentukan secara lebih tepat posisi matahari atau intensitas cahaya terkuat (ketika ada gangguan awan). Sedangkan pada penelitian ini menggunakan kontroller PID untuk mengontrol sistem kerja dari motor servo dan sensor tegangan.

Dalam penelitian Roni Syafraldi dan Wildian dengan judul “*Rancang Bangun Sun tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Sensor LDR Dan Penampil LCD*” dijelaskan bahwa dalam penelitian tersebut memakai 4 buah sensor LDR yang berguna untuk mengindra arah gerak matahari. Penelitian ini dengan penelitian sebelumnya sama-sama menggunakan sensor LDR yang berfungsi menginderakan cahaya matahari. Adapun perbedaannya terletak pada posisi peletakkan sensor LDR. Pada penelitian ini posisi sensor LDR diletakkan dengan bentuk geometri tetrahedron, sedangkan pada penelitian terdahulu tidak diletakkan dengan posisi tetrahedron, melainkan hanya diletakkan

secara vertikal dan horizontal. Posisi sensor LDR diletakkan di masing-masing sisi samping panel surya.

Dalam penelitian Ahmad Fauzan dan kawan-kawan dengan judul “*Design of Solar Tracker System Using Phototransistor*” menjelaskan tentang perancangan *sun tracker* berbasis phototransistor. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah perbandingan keakuratan antara *sun tracker* yang bergerak ke arah barat dengan *sun tracker* yang bergerak ke arah timur. Penelitian terdahulu dengan penelitian ini menggunakan sensor yang sama yaitu phototransistor. Namun tujuan dan hasil dari penelitian ini dan penelitian sebelumnya berbeda. Pada penelitian dahulu bertujuan untuk melihat nilai akurasi dari *solar tracker*, sedangkan pada penelitian ini tidak melihat nilai akurasi dari *sun tracker*. Sensor yang dipakai tidak membentuk geometri tetrahedron, tetapi hanya diletakkan di dua sisi *kerangka sun tracker*. Dua sensor diletakkan di kerangka bagian barat dan dua sensor diletakkan di kerangka bagian timur.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan hasil penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR, tegangan yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Adapun total keseluruhan tegangan yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR yaitu 146.690 V dengan waktu pengambilan data selama 9 jam. Adapun total perolehan arus yaitu 0.988 A, total daya yaitu 3.730 W dan total energinya yaitu 37.30 J. Adapun nilai rata-rata tegangan yang dihasilkan yaitu 3.189 V. Nilai rata-rata arus yang didapatkan dari hasil pengujian *sun tracker* dengan sensor LDR yaitu 0.021 A, rata-rata daya nya yaitu 0.081 W, dan nilai rata-rata energi listrik yang diperoleh pada hasil

perhitungannya yaitu 0.81 J. Nilai tegangan maksimum yang dihasilkan adalah 5.840 V, arus maksimum yaitu 0.039 A, daya maksimum 0.230 W dan energi maksimum yaitu 2.30 J. Sedangkan nilai tegangan minimumnya adalah 0.610 V, arus minimum yaitu 0.004A, daya minimum yaitu 0 W, dan enegi minimumnya yaitu 0 J.

2. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor phototransistor, total keseluruhan tegangan yang dihasilkan yaitu 198.570 V, toal arus yaitu 1.337 A, total daya yaitu 6.133 W dan total energinya yaitu 61.33 J. Adapun nilai rata-rata tegangan yang dihasilkan adalah 4.317 V, nilai rata-rata arus yaitu 0.029 A, nilai rata-rata daya yaitu 0.133 W dan nilai rata-rata energinya yaitu 1.33 J. Adapun nilai tegangan maksimum yang dihasilkan adalah 5.940 V, arus maksimum 0.040 A, daya maksimum yaitu 0.238 W dan energi maksimum adalah 2.38 J. Sedangkan nilai tegangan minimum adalah 0.560 V, arus minimum yaitu 0.004 A,



daya minimum yaitu 0.002 W dan energi minimumnya adalah 0.02 J.

3. Berdasarkan perbandingan antara *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor LDR dengan *sun tracker* tetrahedron berbasis sensor phototransistor, memiliki sistem kerja yang berbeda. Adapun selisih perbedaan nilai tegangan yang dihasilkan kedua *sun tracker* yaitu 35.36%. Adapun selisih perbedaan nilai arus yang dihasilkan kedua *sun tracker* yaitu 35.35%. Adapun selisih perbedaan nilai daya yang dihasilkan dari kedua *sun tracker* yaitu 64.34%. Daya yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor lebih tinggi dibandingkan daya yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor LDR. Adapun selisih perbedaan nilai energi pada kedua *sun tracker* adalah 64.42%. energi yang dihasilkan dari *sun tracker* berbasis sensor phototransistor lebih tinggi dibandingkan dengan *sun tracker* berbasis sensor LDR.

## B. Saran

Terdapat beberapa saran dari hasil penelitian ini untuk dikembangkan lagi pada peneliti berikutnya yaitu:

1. Pada penelitian ini, proses pengambilan data hanya dilakukan satu hari. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengambilan data minimal 3 hari agar mendapatkan hasil yang maksimal
2. Pada penelitian ini, hasil perolehan data yang didapatkan masih berbentuk data digital yang mengharuskan peneliti untuk melakukan konversi lagi. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan hasil peroleha data secara otomatis tanpa harus dikonversi lagi.
3. Pada penelitian ini, hasil pengujian hanya mengukur tegangan yang di hasilkan dari panel surya sehingga daya dan arus harus dihitung secara manual. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan membuat sun tracker dengan mengukur arus, daya dan tegangan secara otomatis dan langsung bisa di input ke dalam aplikasi Microsoft Excel

## DAFTAR PUSTAKA

- Asrori dan Eka Yudiyanto (2019)., *“Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal”*., Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. V No. 2. Hal: 68-73. Politeknik Negeri Malang.
- Away, Yuwaldi dan Muhammad Ikhsan (2017)., *“Dual-Axis Sun Tracker Sensor Based On Tetrahedron Geometry”*. *Automatic In Construction*. Vol.17. Hal. 175-183
- Away, Yuwaldi. Dkk (2017)., *“Penerapan Logika Fuzzy pada Sun Tracker Dual Axis Berbasis Sensor Tetrahedron Geometri”*. Jurnal Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro
- Azmi, Saddam. dkk (2019)., *“Kajian Aspek Kecepatan dan Ketepatan pada Sun Tracker Dua Sumbu Berbasis Sensor Berbentuk Tetrahedron”*. Jurnal Rekayasa Elektriika Vol. 15, No. 2
- Dewananta, Alvin Revada, dkk (2022)., *“Rancang Bangun Rombong Listrik Dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Kapasitas 200 Watt”*. *Journal Of System Engineering and technological Innovation (JISTI)*. Vol.1 No.1. Universitas Wijaya Putra.
- Ismail, Aditya Yusuf (2021)., *“Rancang Bangun Smart Automatic Solar Tracker Pada Pembangkit Listrik Tenaga Berbasis Mikrokontroler”*., Laporan Tugas Akhir. Universitas Gadjah Mada. Diakses di <http://etd.repository.ugm.ac.id> pada tanggal 15 Juli 2022.

Kompas (2021)., “Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”, Artikel.

Diakses di <https://www.kompas.com/skola/read/2021/11/03/130000769/pengertian-pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts?page=all> pada tanggal 16 Juli 2022.

Nurdiansya. Muchtar, dkk (2020)., “*Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno.*” Jurnal Teknik dan Sistem Komputer. Vol. 1, No. 2, hal. 40-45, Universitas Teknokrat Indonesia. Bandar Lampung.

Pasangpanelsurya (2021)., “*Apa itu solar Tracker Panel Surya?*”. Artikel. Diakses di <https://pasangpanelsurya.com/apa-itu-solar-tracker/> pada tanggal 15 Juli 2022.

Putri, Novia Utami (2022)., “*Rancang Bangun Solar Tracking System Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Berbasis Microcontroller Arduino Uno*”, Jurnal Rekayasa dan Teknik Elektro. Vol. 16. No. 2. Universitas Lampung.

Rizkianto, Arif indra (2022)., “*Rancang Bangun Sistem Kontrol Tracking Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic Controller Berbasis ESP32.*” Jurnal Teknik Elektro. Volume 11 Nomor 1. Halaman 126-135.

Syafrialdi, Roni. 2018. “*Rancang Bangun Sun tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Sensor LDR Dan Penampil LCD.* Jurnal Fisika Unand. Vol. 4. No. 2

## DAFTAR LAMPIRAN

### 1. Program *sun tracker*

```
#include <Servo.h>

Servo servo1;

Servo servo2;

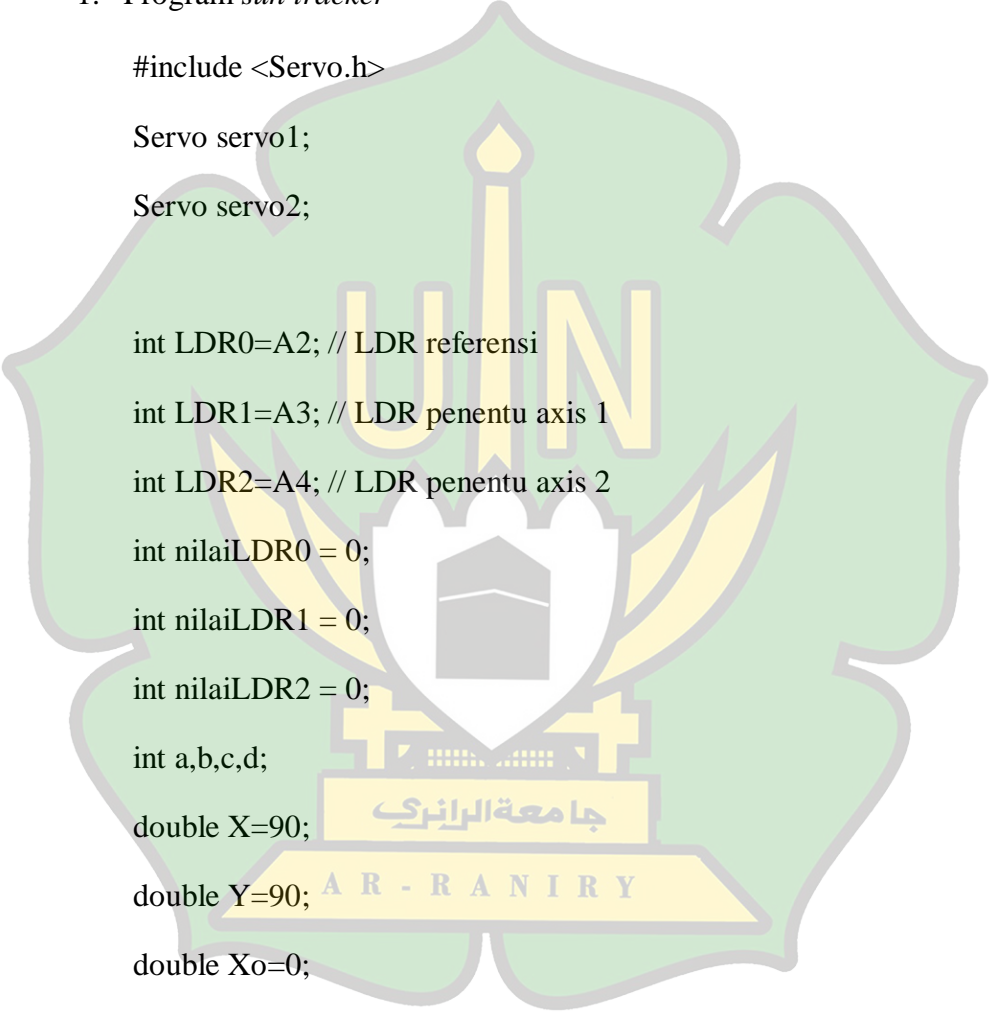
int LDR0=A2; // LDR referensi
int LDR1=A3; // LDR penentu axis 1
int LDR2=A4; // LDR penentu axis 2

int nilaiLDR0 = 0;
int nilaiLDR1 = 0;
int nilaiLDR2 = 0;

int a,b,c,d;

double X=90;
double Y=90;
double Xo=0;
double Yo=0;

void setup() {
```

A large, semi-transparent watermark logo of Arraniry University is centered on the page. It features a green shield-like shape with a yellow and white emblem in the center. The emblem includes a stylized building and a banner with the university's name in Arabic and English. The English text 'ARRANIRY' is visible on a yellow banner at the bottom of the logo.

```
servo1.attach(9);

servo2.attach(10);

Serial.begin(9600);

}

void loop() {

    // read the value from the sensor:

    nilaiLDR0 = analogRead(LDR0);
    nilaiLDR1 = analogRead(LDR1);
    nilaiLDR2 = analogRead(LDR2);

    a=nilaiLDR1-10; //kompensasi batas bawah aksis 1
    b=nilaiLDR1+10; //kompensasi batas atas aksis 1
    c=nilaiLDR2-10; //kompensasi batas bawah aksis 2
    d=nilaiLDR2+10; //kompensasi batas atas aksis 2

    if (nilaiLDR0>=a && nilaiLDR0<=b){ // apabila aksis 1
    sudah tepat maka lampu menyala

        X=X;

    }

}
```

```
else if (nilaiLDR0>=nilaiLDR1){  
    if (X>=1023){  
        X=1022;}  
    else if (X>0){  
        X=X-0.2; // sistem harus menghadap lebih ke kanan  
    }  
}  
else if (nilaiLDR0<nilaiLDR1){ // sistem harus menghadap  
lebih ke kiri  
    if (X<=0){  
        X=1;}  
    else if (X<1023){  
        X=X+0.2;}  
    }  
}  
if (nilaiLDR0>=c && nilaiLDR0<=d){ // apabila aksis 2  
sudah tepat maka lampu menyala  
    Y=Y;}  
else if (nilaiLDR0>=nilaiLDR2){ // sistem harus menghadap  
lebih ke bawah
```

```
if (Y>=1023){
  Y=1023;}
else{
  Y=Y+0.2;}
}
else if (nilaiLDR0<nilaiLDR2){ // sistem harus menghadap
lebih ke atas
  if (Y<=0){
    Y=0;}
  else{
    Y=Y-0.2;}
}
Xo = map(X, 0, 1023, 15, 179);
Yo = map(Y, 0, 1023, 15, 179);
servo1.write(Xo);
servo2.write(Yo);
//delay(100);

/*Serial.print(nilaiLDR0);
```

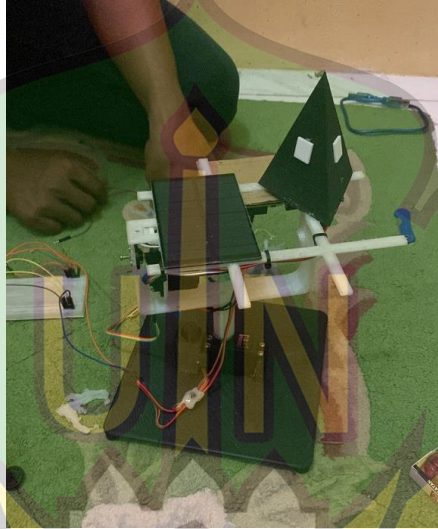


```
Serial.print(",");  
  
Serial.print(nilaiLDR1);  
  
Serial.print(",");  
  
Serial.print(nilaiLDR2);  
  
Serial.print(" ");  
  
Serial.print(X);  
  
Serial.print(",");  
  
Serial.println(Y);  
  
*/  
}
```



## 2. Dokumentasi kalibrasi alat

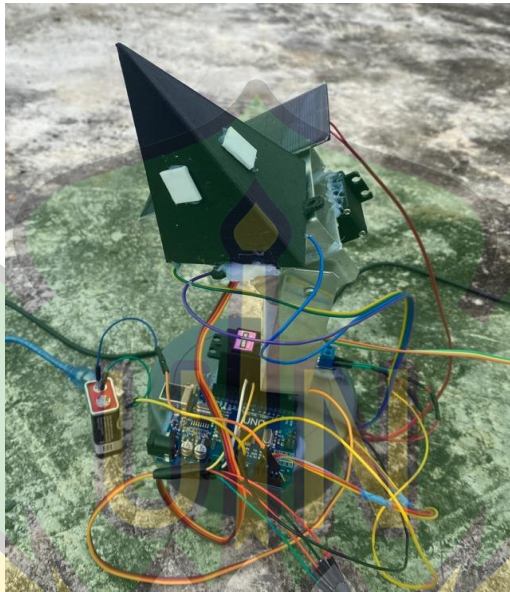
### a. Kalibrasi *sun tracker* berbasis sensor Phototransistor



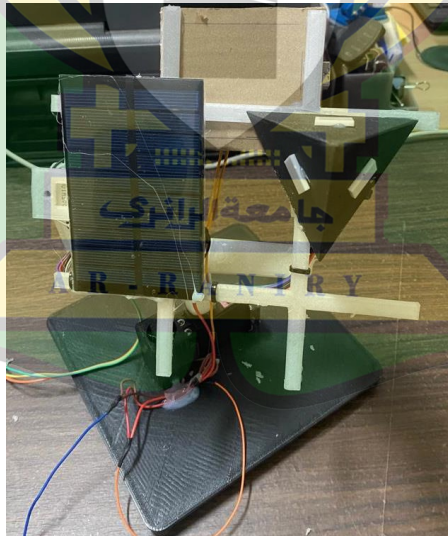
### b. Kalibrasi *sun tracker* berbasis sensor LDR dan sensor phototransistor



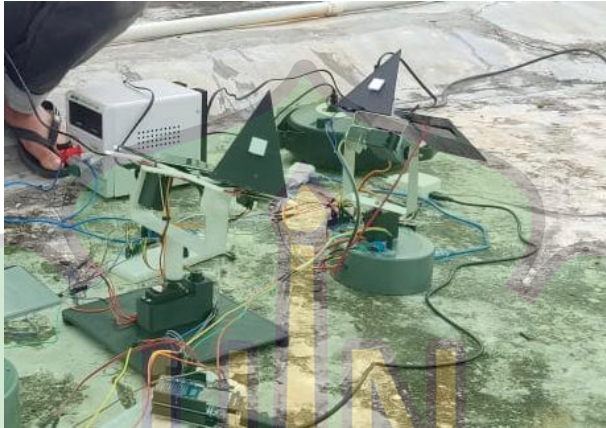
3. *Sun Tracker* berbasis Sensor LDR



4. *sun tracker* berbasis sensor phototransistor



5. Proses pengambilan data penelitian



6. Data Real-time dari memory card

Tanggal	Waktu	Sensor		Waktu	Sensor	
		Photo Transistor	LDR		Photo Transistor	LDR
05/12/2022	8:0:00	148	62	9:2:50	173	38
05/12/2022	8:10:00	153	72	9:3:00	174	38
05/12/2022	8:20:00	161	72	9:3:10	173	39
05/12/2022	8:30:00	155	77	9:3:20	175	39
05/12/2022	8:30:10	155	73	9:3:30	176	39
05/12/2022	8:30:20	155	82	9:3:40	178	40
05/12/2022	8:30:30	155	78	9:3:50	180	43
05/12/2022	8:30:40	155	72	9:4:00	182	41
05/12/2022	8:30:50	155	71	9:4:10	182	40
05/12/2022	8:40:00	147	81	9:4:20	183	43
05/12/2022	8:40:10	147	89	9:4:30	185	40
05/12/2022	8:40:20	148	84	9:4:40	185	41
05/12/2022	8:40:30	148	83	9:4:50	185	41
05/12/2022	8:40:40	149	77	9:5:00	186	40
05/12/2022	8:40:50	149	82	9:5:10	186	41
05/12/2022	8:59:10	181	76	9:5:20	185	41
05/12/2022	8:59:20	182	79	9:5:30	186	41
05/12/2022	8:59:30	182	74	9:5:40	187	42
05/12/2022	8:59:40	182	40	9:5:50	188	43
05/12/2022	8:59:50	182	41	9:6:00	189	44
05/12/2022	9:0:00	180	38	9:6:10	190	46
05/12/2022	9:0:10	177	38	9:6:20	190	43
05/12/2022	9:0:20	177	40	9:6:30	191	45
05/12/2022	9:0:30	178	39	9:6:40	192	43
05/12/2022	9:0:40	177	41	9:6:50	194	46
05/12/2022	9:0:50	177	38	9:7:00	195	45

05/12/2022	9:1:00	176	38	9:7:10	196	46
05/12/2022	9:1:10	175	40	9:7:20	196	48
05/12/2022	9:1:20	172	39	9:7:30	194	47
05/12/2022	9:1:30	171	37	9:7:40	195	45
05/12/2022	9:1:40	170	36	9:7:50	195	46
05/12/2022	9:1:50	170	40	9:8:00	195	46
05/12/2022	9:2:00	169	40	9:8:10	196	53
05/12/2022	9:2:10	171	38	9:8:20	195	47
05/12/2022	9:2:20	173	42	9:8:30	196	46
05/12/2022	9:2:30	173	42	9:8:40	196	41
05/12/2022	9:2:40	172	39	9:8:50	196	46
05/12/2022	9:9:00	196	41	9:16:00	190	43
05/12/2022	9:9:10	195	38	9:16:10	190	40
05/12/2022	9:9:20	193	46	9:16:20	189	4
05/12/2022	9:9:30	194	45	9:16:30	186	42
05/12/2022	9:9:40	194	46	9:16:40	184	41
05/12/2022	9:9:50	195	47	9:16:50	182	42
05/12/2022	9:10:00	196	47	9:17:00	179	39
05/12/2022	9:10:10	196	46	9:17:10	180	43
05/12/2022	9:10:20	196	46	9:17:20	179	45
05/12/2022	9:10:30	196	46	9:17:30	182	41
05/12/2022	9:10:40	196	46	9:17:40	183	41
05/12/2022	9:10:50	195	45	9:17:50	184	42
05/12/2022	9:11:00	194	45	9:18:00	184	41
05/12/2022	9:11:10	193	44	9:18:10	184	42
05/12/2022	9:11:20	193	45	9:18:20	184	42
05/12/2022	9:11:30	193	45	9:18:30	185	41
05/12/2022	9:11:40	193	45	9:18:40	186	40
05/12/2022	9:11:50	194	43	9:18:50	187	43
05/12/2022	9:12:00	193	46	9:19:00	88	41
05/12/2022	9:12:10	192	45	9:19:10	188	43

05/12/2022	9:12:20	190	43	9:19:20	189	42
05/12/2022	9:12:30	185	43	9:19:30	189	40
05/12/2022	9:12:40	181	42	9:19:40	188	44
05/12/2022	9:12:50	180	41	9:19:50	189	39
05/12/2022	9:13:00	180	41	9:20:00	189	45
05/12/2022	9:13:10	180	42	9:20:10	190	41
05/12/2022	9:13:20	182	41	9:20:20	191	47
05/12/2022	9:13:30	185	41	9:20:30	192	44
05/12/2022	9:13:40	186	44	9:20:40	193	44
05/12/2022	9:13:50	185	40	9:20:50	193	41
05/12/2022	9:14:00	183	41	9:21:00	193	49
05/12/2022	9:14:10	184	41	9:21:10	193	38
05/12/2022	9:14:20	184	42	9:21:20	193	44
05/12/2022	9:14:30	186	39	9:21:30	194	45
05/12/2022	9:14:40	187	42	9:21:40	194	38
05/12/2022	9:14:50	189	44	9:21:50	193	43
05/12/2022	9:15:00	190	46	9:22:00	192	47
05/12/2022	9:15:10	190	42	9:22:10	192	45
05/12/2022	9:15:20	189	43	9:22:20	192	43
05/12/2022	9:15:30	190	43	9:22:30	193	45
05/12/2022	9:15:40	191	43	9:22:40	191	44
05/12/2022	9:22:50	190	43	9:29:40	181	44
05/12/2022	9:23:00	191	44	9:29:50	181	43
05/12/2022	9:23:10	190	43	9:30:00	181	41
05/12/2022	9:23:20	190	1	9:30:10	181	43
05/12/2022	9:23:30	191	44	9:30:20	179	45
05/12/2022	9:23:40	191	43	9:30:30	177	49
05/12/2022	0:23:50	190	43	9:30:40	176	44
05/12/2022	9:24:00	191	43	9:30:50	175	45
05/12/2022	9:24:10	190	42	9:31:00	175	44
05/12/2022	9:24:20	189	43	9:31:10	174	46

05/12/2022	9:24:30	188	47	9:31:20	174	45
05/12/2022	9:24:40	187	39	9:31:30	172	45
05/12/2022	9:24:50	186	43	9:31:40	172	46
05/12/2022	9:25:00	189	43	9:31:50	172	41
05/12/2022	9:25:10	190	43	9:32:00	171	43
05/12/2022	9:25:20	191	45	9:32:10	171	44
05/12/2022	9:25:30	192	43	9:32:20	170	45
05/12/2022	9:25:40	191	44	9:32:30	170	45
05/12/2022	9:25:50	188	43	9:32:40	170	45
05/12/2022	9:26:00	187	41	9:32:50	170	51
05/12/2022	9:26:10	187	43	9:33:00	170	48
05/12/2022	9:26:20	188	46	9:33:10	170	47
05/12/2022	9:26:30	188	42	9:33:20	169	45
05/12/2022	9:26:40	185	42	9:33:30	169	45
05/12/2022	9:26:50	182	43	9:33:40	170	43
05/12/2022	9:27:00	182	42	9:33:50	170	44
05/12/2022	9:27:10	180	41	9:34:00	170	45
05/12/2022	9:27:20	180	44	9:34:10	170	47
05/12/2022	9:27:30	179	48	9:34:20	170	45
05/12/2022	9:27:40	178	46	9:34:30	169	44
05/12/2022	9:27:50	178	47	9:34:40	169	39
05/12/2022	9:28:00	176	45	9:34:50	170	45
05/12/2022	9:28:10	177	45	9:35:00	170	44
05/12/2022	9:28:20	177	46	9:35:10	171	40
05/12/2022	9:28:30	178	45	9:35:20	171	43
05/12/2022	9:28:40	179	46	9:35:30	170	45
05/12/2022	9:28:50	179	43	9:35:40	171	46
05/12/2022	9:29:00	179	40	9:35:50	172	45
05/12/2022	9:29:10	180	46	9:36:00	172	46
05/12/2022	9:29:20	181	44	9:36:10	172	44
05/12/2022	9:29:30	182	44	9:36:20	173	43



05/12/2022	9:36:30	173	43	9:43:20	216	143
05/12/2022	9:36:40	175	49	9:43:30	216	149
05/12/2022	9:36:50	176	40	9:43:40	213	145
05/12/2022	9:37:00	177	47	9:43:50	216	146
05/12/2022	9:37:10	178	48	9:44:00	215	142
05/12/2022	9:37:20	180	45	9:44:10	215	147
05/12/2022	9:37:30	182	47	9:44:20	215	146
05/12/2022	9:37:40	184	41	9:44:30	217	146
05/12/2022	9:37:50	185	47	9:44:40	213	137
05/12/2022	9:38:00	188	47	9:44:50	213	137
05/12/2022	9:38:10	189	46	9:45:00	212	147
05/12/2022	9:38:20	190	48	9:45:10	212	134
05/12/2022	9:38:30	191	46	9:45:20	212	133
05/12/2022	9:38:40	192	50	9:45:30	212	132
05/12/2022	9:38:50	191	48	9:45:40	212	134
05/12/2022	9:39:00	191	51	9:45:50	211	131
05/12/2022	9:39:10	192	50	9:46:00	211	131
05/12/2022	9:39:20	194	50	9:46:10	210	126
05/12/2022	9:39:30	197	53	9:46:20	109	117
05/12/2022	9:39:40	200	58	9:46:30	263	108
05/12/2022	9:39:50	202	56	9:46:40	112	0
05/12/2022	9:40:00	206	54	9:46:50	205	113
05/12/2022	9:40:10	205	77	9:48:00	211	129
05/12/2022	9:40:20	209	57	9:48:10	210	132
05/12/2022	9:40:30	211	61	9:48:20	210	135
05/12/2022	9:40:40	211	62	9:48:30	209	127
05/12/2022	9:40:50	213	84	9:48:40	209	135
05/12/2022	9:41:00	214	69	9:48:50	209	134
05/12/2022	9:41:10	215	64	9:49:00	208	131
05/12/2022	9:41:20	215	71	9:49:10	210	132
05/12/2022	9:41:30	215	73	9:49:20	209	135

05/12/2022	9:41:40	217	74	9:49:30	209	128
05/12/2022	9:41:50	218	77	9:49:40	210	133
05/12/2022	9:42:00	217	78	9:49:50	210	131
05/12/2022	9:42:10	217	79	9:50:00	210	131
05/12/2022	9:42:20	217	148	9:50:10	209	138
05/12/2022	9:42:30	216	136	9:50:20	210	132
05/12/2022	9:42:40	216	139	9:50:30	210	132
05/12/2022	9:42:50	216	138	9:50:40	211	134
05/12/2022	9:43:00	215	145	9:50:50	211	143
05/12/2022	9:43:10	215	145	9:51:00	211	136
05/12/2022	9:51:10	211	133	9:58:00	221	118
05/12/2022	9:51:20	210	134	9:58:10	209	133
05/12/2022	9:51:30	211	135	9:58:20	208	131
05/12/2022	9:51:40	210	134	9:58:30	208	120
05/12/2022	9:51:50	210	134	9:58:40	208	123
05/12/2022	9:52:00	211	135	9:58:50	208	129
05/12/2022	9:52:10	210	136	9:59:00	208	131
05/12/2022	9:52:20	209	136	9:59:10	209	124
05/12/2022	9:52:30	211	138	9:59:20	55	123
05/12/2022	9:52:40	211	134	9:59:30	20	105
05/12/2022	9:52:50	211	133	9:59:40	26	116
05/12/2022	9:53:00	211	134	9:59:50	22	113
05/12/2022	9:53:10	210	132	10:0:00	23	114
05/12/2022	9:53:20	211	134	10:0:10	23	59
05/12/2022	9:53:30	210	132	10:0:20	58	53
05/12/2022	9:53:40	210	132	10:0:30	62	32
05/12/2022	9:53:50	208	128	10:0:40	75	22
05/12/2022	9:54:00	207	125	10:0:50	78	15
05/12/2022	9:54:10	206	114	10:1:00	72	11
05/12/2022	9:54:20	205	117	10:1:10	64	12
05/12/2022	9:54:30	206	117	10:1:20	50	13

05/12/2022	9:54:40	206	119	10:1:30	27	16
05/12/2022	9:54:50	207	126	10:1:40	25	36
05/12/2022	9:55:00	206	120	10:1:50	29	9
05/12/2022	9:55:10	209	125	10:2:00	49	11
05/12/2022	9:55:20	210	127	10:2:10	45	23
05/12/2022	9:55:30	211	130	10:2:20	60	49
05/12/2022	9:55:40	212	134	10:2:30	190	39
05/12/2022	9:55:50	213	131	10:2:40	76	53
05/12/2022	9:56:00	212	143	10:2:40	75	211
05/12/2022	9:56:10	211	133	10:3:00	79	61
05/12/2022	9:56:20	209	129	10:3:10	197	64
05/12/2022	9:56:30	209	132	10:3:20	221	37
05/12/2022	9:56:40	210	133	10:3:30	220	59
05/12/2022	9:56:50	209	133	10:3:40	200	218
05/12/2022	9:57:00	208	133	10:3:50	199	223
05/12/2022	9:57:10	209	132	10:4:00	198	227
05/12/2022	9:57:20	210	134	10:4:10	197	116
05/12/2022	9:57:30	209	130	10:4:20	201	96
05/12/2022	9:57:40	210	121	10:4:30	200	94
05/12/2022	9:57:50	211	131	10:4:40	197	93
05/12/2022	10:4:50	200	209	10:11:40	207	133
05/12/2022	10:5:00	200	103	10:11:50	207	135
05/12/2022	10:5:10	202	106	10:12:00	207	126
05/12/2022	10:5:20	205	109	10:12:10	208	130
05/12/2022	10:5:30	201	110	10:12:20	209	126
05/12/2022	10:5:40	201	103	10:12:30	209	147
05/12/2022	10:5:50	203	105	10:12:40	210	139
05/12/2022	10:6:00	285	108	10:12:50	209	131
05/12/2022	10:6:10	289	111	10:13:00	210	140
05/12/2022	10:6:20	275	106	10:13:10	212	142
05/12/2022	10:6:30	305	109	10:13:20	211	133

05/12/2022	10:6:40	305	110	10:13:30	208	139
05/12/2022	10:6:50	263	109	10:13:40	209	193
05/12/2022	10:7:00	196	115	10:13:50	209	132
05/12/2022	10:7:10	151	108	10:14:00	206	153
05/12/2022	10:7:20	210	129	10:14:10	204	124
05/12/2022	10:7:30	207	136	10:14:20	207	138
05/12/2022	10:7:40	209	130	10:14:30	208	132
05/12/2022	10:7:50	209	128	10:14:40	209	133
05/12/2022	10:8:00	209	134	10:14:50	210	142
05/12/2022	10:8:10	209	127	10:15:00	208	143
05/12/2022	10:8:20	209	131	10:15:10	207	152
05/12/2022	10:8:30	208	127	10:15:20	206	157
05/12/2022	10:8:40	208	127	10:15:30	207	145
05/12/2022	10:8:50	208	134	10:15:40	206	161
05/12/2022	10:9:00	208	133	10:15:50	208	205
05/12/2022	10:9:10	207	136	10:16:00	208	206
05/12/2022	10:9:20	206	126	10:16:10	208	205
05/12/2022	10:9:30	206	126	10:16:20	208	203
05/12/2022	10:9:40	206	129	10:16:30	206	249
05/12/2022	10:9:50	206	129	10:16:40	207	205
05/12/2022	10:10:00	205	126	10:16:50	204	215
05/12/2022	10:10:10	205	130	10:17:00	208	213
05/12/2022	10:10:20	296	132	10:17:10	208	205
05/12/2022	10:10:30	207	136	10:17:20	210	205
05/12/2022	10:10:40	206	131	10:17:30	209	206
05/12/2022	10:10:50	204	125	10:17:40	210	210
05/12/2022	10:11:00	206	127	10:17:50	210	205
05/12/2022	10:11:10	202	126	10:18:00	210	203
05/12/2022	10:11:20	207	181	10:18:10	211	205
05/12/2022	10:11:30	207	137	10:18:20	209	204
05/12/2022	10:18:30	210	202	10:25:20	205	191

05/12/2022	10:18:40	210	204	10:25:30	205	190
05/12/2022	10:18:50	207	204	10:25:40	201	183
05/12/2022	10:19:00	210	206	10:25:50	205	182
05/12/2022	10:19:10	209	203	10:26:00	202	182
05/12/2022	10:19:20	207	200	10:26:10	201	182
05/12/2022	10:19:30	204	189	10:26:20	202	189
05/12/2022	10:19:40	201	201	10:26:30	204	183
05/12/2022	10:19:50	203	199	10:26:40	205	186
05/12/2022	10:20:00	203	194	10:26:50	205	189
05/12/2022	10:20:10	203	201	10:27:00	205	193
05/12/2022	10:20:20	206	202	10:27:10	202	188
05/12/2022	10:20:30	205	200	10:27:20	206	190
05/12/2022	10:20:40	204	199	10:27:30	206	191
05/12/2022	10:20:50	204	200	10:27:40	205	189
05/12/2022	10:21:00	209	199	10:27:50	204	187
05/12/2022	10:21:10	205	200	10:28:00	204	187
05/12/2022	10:21:20	204	200	10:28:10	204	181
05/12/2022	10:21:30	199	194	10:28:20	204	183
05/12/2022	10:21:40	194	193	10:28:30	204	185
05/12/2022	10:21:50	196	193	10:28:40	205	186
05/12/2022	10:22:00	197	195	10:28:50	207	148
05/12/2022	10:22:10	192	194	10:29:00	206	186
05/12/2022	10:22:20	188	185	10:29:10	206	212
05/12/2022	10:22:30	204	190	10:29:20	204	189
05/12/2022	10:22:40	204	193	10:29:30	207	188
05/12/2022	10:22:50	204	191	10:29:40	207	189
05/12/2022	10:23:00	204	191	10:29:50	207	190
05/12/2022	10:23:10	204	190	10:30:00	209	191
05/12/2022	10:23:20	205	194	10:30:10	208	191
05/12/2022	10:23:30	206	193	10:30:20	207	189
05/12/2022	10:23:40	207	173	10:30:30	210	188

05/12/2022	10:23:50	208	196	10:30:40	208	190
05/12/2022	10:24:00	207	198	10:30:50	208	191
05/12/2022	10:24:10	208	197	10:31:00	209	193
05/12/2022	10:24:20	203	188	10:31:10	209	194
05/12/2022	10:24:30	205	192	10:31:20	209	191
05/12/2022	10:24:40	200	182	10:31:30	207	189
05/12/2022	10:24:50	206	191	10:31:40	208	185
05/12/2022	10:25:00	209	196	10:31:50	206	186
05/12/2022	10:25:10	208	195	10:32:00	209	191
05/12/2022	10:32:10	209	191	10:39:00	198	173
05/12/2022	10:32:20	208	191	10:39:10	199	173
05/12/2022	10:32:30	205	185	10:39:20	198	178
05/12/2022	10:32:40	206	190	10:39:30	196	169
05/12/2022	10:32:50	207	188	10:39:40	196	167
05/12/2022	10:33:00	209	189	10:39:50	195	165
05/12/2022	10:33:10	207	187	10:40:00	196	177
05/12/2022	10:33:20	206	186	10:40:10	198	165
05/12/2022	10:33:30	204	184	10:40:20	198	169
05/12/2022	10:33:40	204	178	10:40:30	197	170
05/12/2022	10:33:50	202	179	10:40:40	198	170
05/12/2022	10:34:00	202	176	10:40:50	201	171
05/12/2022	10:34:10	201	178	10:41:00	200	175
05/12/2022	10:34:20	203	181	10:41:10	199	174
05/12/2022	10:34:30	202	180	10:41:20	195	168
05/12/2022	10:34:40	201	177	10:41:30	203	172
05/12/2022	10:34:50	201	178	10:41:40	201	168
05/12/2022	10:35:00	202	180	10:41:50	202	178
05/12/2022	10:35:10	203	181	10:42:00	203	173
05/12/2022	10:35:20	204	182	10:42:10	201	169
05/12/2022	10:35:30	203	190	10:42:20	203	173
05/12/2022	10:35:40	204	178	10:42:30	203	176

05/12/2022	10:35:50	205	184	10:42:40	203	174
05/12/2022	10:36:00	203	182	10:42:50	204	175
05/12/2022	10:36:10	201	185	10:43:00	204	175
05/12/2022	10:36:20	203	183	10:43:10	205	175
05/12/2022	10:36:30	204	186	10:43:20	206	188
05/12/2022	10:36:40	201	182	10:43:30	205	179
05/12/2022	10:36:50	201	183	10:43:40	205	178
05/12/2022	10:37:00	203	226	10:43:50	203	177
05/12/2022	10:37:10	203	181	10:44:00	193	174
05/12/2022	10:37:20	200	187	10:44:10	197	178
05/12/2022	10:37:30	199	178	10:44:20	200	177
05/12/2022	10:37:40	199	185	10:44:30	201	177
05/12/2022	10:37:50	201	174	10:44:40	204	181
05/12/2022	10:38:00	201	165	10:44:50	206	180
05/12/2022	10:38:10	201	176	10:45:00	204	182
05/12/2022	10:38:20	199	170	10:45:10	201	180
05/12/2022	10:38:30	198	172	10:45:20	203	180
05/12/2022	10:38:40	198	172	10:45:30	203	175
05/12/2022	10:38:50	198	170	10:45:40	207	183
05/12/2022	10:45:50	208	183	10:52:50	212	185
05/12/2022	10:46:00	206	180	10:53:00	211	188
05/12/2022	10:46:10	201	170	10:53:10	211	187
05/12/2022	10:46:20	201	173	10:53:20	211	186
05/12/2022	10:46:30	194	173	10:53:30	211	184
05/12/2022	10:46:40	199	176	10:53:40	211	185
05/12/2022	10:46:50	194	174	10:53:50	211	187
05/12/2022	10:47:00	193	171	10:54:00	211	187
05/12/2022	10:47:10	199	176	10:54:10	211	182
05/12/2022	10:47:20	203	177	10:54:20	211	182
05/12/2022	10:47:30	204	181	10:54:30	210	185
05/12/2022	10:47:40	203	180	10:54:40	211	185

05/12/2022	10:47:50	205	180	10:54:50	211	185
05/12/2022	10:48:00	205	180	10:55:00	211	185
05/12/2022	10:48:10	207	183	10:55:10	211	183
05/12/2022	10:48:20	209	188	10:55:20	210	187
05/12/2022	10:48:30	206	182	10:55:30	211	183
05/12/2022	10:48:40	207	184	10:55:40	211	182
05/12/2022	10:48:50	209	183	10:55:50	210	181
05/12/2022	10:49:00	211	186	10:56:00	210	177
05/12/2022	10:49:10	211	183	10:56:10	210	126
05/12/2022	10:49:20	207	181	10:56:20	211	127
05/12/2022	10:49:30	208	188	10:56:30	209	119
05/12/2022	10:49:40	208	184	10:56:40	208	120
05/12/2022	10:49:50	213	191	10:56:50	209	120
05/12/2022	10:50:00	212	190	10:57:00	209	123
05/12/2022	10:50:10	213	192	10:57:10	210	126
05/12/2022	10:50:20	214	194	10:57:20	208	122
05/12/2022	10:50:30	210	191	10:57:30	209	119
05/12/2022	10:50:40	214	190	10:57:40	209	119
05/12/2022	10:51:00	213	190	10:57:50	209	119
05/12/2022	10:51:10	213	190	10:58:00	212	116
05/12/2022	10:51:20	214	189	10:58:10	208	175
05/12/2022	10:51:30	213	189	10:58:20	208	175
05/12/2022	10:51:40	213	189	10:58:30	206	174
05/12/2022	10:51:50	213	188	10:58:40	205	167
05/12/2022	10:52:00	213	192	10:58:50	207	168
05/12/2022	10:52:10	212	188	10:59:00	203	167
05/12/2022	10:52:20	212	187	10:59:10	201	168
05/12/2022	10:52:30	212	190	10:59:20	205	165
05/12/2022	10:52:40	210	190	10:59:30	206	164
05/12/2022	10:59:40	202	159	11:6:30	211	177
05/12/2022	10:59:50	197	159	11:6:40	211	175



05/12/2022	11:0:00	190	153	11:6:50	212	174
05/12/2022	11:0:10	181	148	11:7:00	211	173
05/12/2022	11:0:20	182	147	11:7:10	211	173
05/12/2022	11:0:30	185	148	11:7:20	211	173
05/12/2022	11:0:40	189	150	11:7:30	211	171
05/12/2022	11:0:50	188	160	11:7:40	212	173
05/12/2022	11:1:00	186	151	11:7:50	212	172
05/12/2022	11:1:10	187	149	11:8:00	212	173
05/12/2022	11:1:20	190	146	11:8:10	211	174
05/12/2022	11:1:30	193	151	11:8:20	212	174
05/12/2022	11:1:40	192	153	11:8:30	211	172
05/12/2022	11:1:50	192	152	11:8:40	211	171
05/12/2022	11:2:00	191	152	11:8:50	210	167
05/12/2022	11:2:10	193	151	11:9:00	210	175
05/12/2022	11:2:20	194	158	11:9:10	210	170
05/12/2022	11:2:30	197	154	11:9:20	210	168
05/12/2022	11:2:40	197	155	11:9:30	210	170
05/12/2022	11:2:40	203	157	11:9:40	211	169
05/12/2022	11:3:00	204	155	11:9:50	211	170
05/12/2022	11:3:10	205	159	11:10:00	211	167
05/12/2022	11:3:20	207	163	11:10:10	211	175
05/12/2022	11:3:30	209	160	11:10:20	208	164
05/12/2022	11:3:40	210	165	11:10:30	210	168
05/12/2022	11:3:50	210	164	11:10:40	209	159
05/12/2022	11:4:00	209	166	11:10:50	209	167
05/12/2022	11:4:10	208	164	11:11:00	210	167
05/12/2022	11:4:20	210	165	11:11:10	209	167
05/12/2022	11:4:30	210	170	11:11:20	210	165
05/12/2022	11:4:40	211	172	11:11:30	209	167
05/12/2022	11:4:50	210	170	11:11:40	210	168
05/12/2022	11:5:00	210	173	11:11:50	209	168

05/12/2022	11:5:10	212	174	11:12:00	210	166
05/12/2022	11:5:20	211	174	11:12:10	210	167
05/12/2022	11:5:30	211	173	11:12:20	210	169
05/12/2022	11:5:40	210	171	11:12:30	164	167
05/12/2022	11:5:50	210	173	11:12:40	208	186
05/12/2022	11:6:00	212	171	11:12:50	209	213
05/12/2022	11:6:10	211	173	11:13:00	208	213
05/12/2022	11:6:20	210	171	11:13:10	211	172
05/12/2022	11:13:20	210	178	11:20:10	219	173
05/12/2022	11:13:30	206	176	11:20:20	212	174
05/12/2022	11:13:40	207	178	11:20:30	211	167
05/12/2022	11:13:50	206	176	11:20:40	210	167
05/12/2022	11:14:00	207	175	11:20:50	207	167
05/12/2022	11:14:10	206	177	11:21:00	217	169
05/12/2022	11:14:20	208	174	11:21:10	173	169
05/12/2022	11:14:30	207	176	11:21:20	210	167
05/12/2022	11:14:40	206	172	11:21:30	212	167
05/12/2022	11:14:50	206	173	11:21:40	212	166
05/12/2022	11:15:00	208	173	11:21:50	211	167
05/12/2022	11:15:10	208	174	11:22:00	211	168
05/12/2022	11:15:20	207	172	11:22:10	210	173
05/12/2022	11:15:30	208	172	11:22:20	215	159
05/12/2022	11:15:40	208	173	11:22:30	214	167
05/12/2022	11:15:50	208	173	11:22:40	211	152
05/12/2022	11:16:00	209	175	11:22:50	214	168
05/12/2022	11:16:10	207	168	11:23:00	121	167
05/12/2022	11:16:20	209	165	11:23:10	213	167
05/12/2022	11:16:30	208	169	11:23:20	213	168
05/12/2022	11:16:40	209	169	11:23:30	214	167
05/12/2022	11:16:50	209	171	11:23:40	213	163
05/12/2022	11:17:00	209	172	11:23:50	214	173

05/12/2022	11:17:10	210	173	11:24:00	214	167
05/12/2022	11:17:20	209	174	11:24:10	211	168
05/12/2022	11:17:30	208	172	11:24:20	214	167
05/12/2022	11:17:40	210	173	11:24:30	214	166
05/12/2022	11:17:50	210	171	11:24:40	212	166
05/12/2022	11:18:00	210	174	11:24:50	212	160
05/12/2022	11:18:10	210	172	11:25:00	213	165
05/12/2022	11:18:20	210	174	11:25:10	213	163
05/12/2022	11:18:30	208	174	11:25:20	213	189
05/12/2022	11:18:40	211	174	11:25:30	212	168
05/12/2022	11:18:50	211	173	11:25:40	212	167
05/12/2022	11:19:00	211	175	11:25:50	213	169
05/12/2022	11:19:10	210	174	11:26:00	213	167
05/12/2022	11:19:20	211	174	11:26:10	213	169
05/12/2022	11:19:30	212	179	11:26:20	211	164
05/12/2022	11:19:40	213	178	11:26:30	210	166
05/12/2022	11:19:50	210	174	11:26:40	209	159
05/12/2022	11:20:00	213	172	11:26:50	211	160
05/12/2022	11:27:00	212	164	11:33:50	211	172
05/12/2022	11:27:10	212	163	11:34:00	212	170
05/12/2022	11:27:20	211	164	11:34:10	212	165
05/12/2022	11:27:30	211	165	11:34:20	211	170
05/12/2022	11:27:40	212	165	11:34:30	211	170
05/12/2022	11:27:50	211	163	11:34:40	211	171
05/12/2022	11:28:00	211	164	11:34:50	212	179
05/12/2022	11:28:10	212	166	11:35:00	213	165
05/12/2022	11:28:20	211	163	11:35:10	213	172
05/12/2022	11:28:30	211	165	11:35:20	211	168
05/12/2022	11:28:40	210	164	11:35:30	215	157
05/12/2022	11:28:50	210	160	11:35:40	214	169
05/12/2022	11:29:00	210	161	11:35:50	208	166

05/12/2022	11:29:10	210	155	11:36:00	214	160
05/12/2022	11:29:20	210	162	11:36:10	214	167
05/12/2022	11:29:30	210	161	11:36:20	178	167
05/12/2022	11:29:40	210	159	11:36:30	201	105
05/12/2022	11:29:50	211	161	11:36:40	209	135
05/12/2022	11:30:00	210	161	11:36:50	216	152
05/12/2022	11:30:10	210	161	11:37:00	215	164
05/12/2022	11:30:20	109	162	11:37:10	215	165
05/12/2022	11:30:30	210	161	11:37:20	215	166
05/12/2022	11:30:40	209	160	11:37:30	215	164
05/12/2022	11:30:50	210	172	11:37:40	215	159
05/12/2022	11:31:00	207	170	11:37:50	214	165
05/12/2022	11:31:10	210	168	11:38:00	214	164
05/12/2022	11:31:20	210	169	11:38:10	215	171
05/12/2022	11:31:30	209	167	11:38:20	214	165
05/12/2022	11:31:40	212	166	11:38:30	215	164
05/12/2022	11:31:50	212	167	11:38:40	214	164
05/12/2022	11:32:00	212	171	11:38:50	213	166
05/12/2022	11:32:10	212	139	11:39:00	214	166
05/12/2022	11:32:20	213	172	11:39:10	214	163
05/12/2022	11:32:30	213	174	11:39:20	213	160
05/12/2022	11:32:40	213	172	11:39:30	213	158
05/12/2022	11:32:50	214	173	11:39:40	215	160
05/12/2022	11:33:00	212	173	11:39:50	213	150
05/12/2022	11:33:10	212	173	11:40:00	194	106
05/12/2022	11:33:20	213	171	11:40:10	189	105
05/12/2022	11:33:30	212	171	11:40:20	171	29
05/12/2022	11:33:40	212	171	11:40:30	168	42
05/12/2022	11:40:40	115	57	11:47:30	114	94
05/12/2022	11:40:50	155	116	11:47:40	116	115
05/12/2022	11:41:00	142	74	11:47:50	116	101

05/12/2022	11:41:10	208	172	11:48:00	114	99
05/12/2022	11:41:20	209	145	11:48:10	110	175
05/12/2022	11:41:30	193	111	11:48:20	113	173
05/12/2022	11:41:40	207	140	11:48:30	72	177
05/12/2022	11:41:50	207	151	11:48:40	59	173
05/12/2022	11:42:00	298	162	11:48:50	113	169
05/12/2022	11:42:10	208	98	11:49:00	125	185
05/12/2022	11:42:20	292	196	11:49:10	174	201
05/12/2022	11:42:30	66	175	11:49:20	235	223
05/12/2022	11:42:40	169	110	11:49:30	192	205
05/12/2022	11:42:50	105	111	11:49:40	120	233
05/12/2022	11:43:00	116	46	11:49:50	247	149
05/12/2022	11:43:10	51	38	11:50:00	243	239
05/12/2022	11:43:20	118	24	11:50:10	209	237
05/12/2022	11:43:30	128	54	11:50:20	198	219
05/12/2022	11:43:40	87	65	11:50:30	233	215
05/12/2022	11:43:50	77	34	11:50:40	203	235
05/12/2022	11:44:00	113	154	11:51:00	166	205
05/12/2022	11:44:10	96	53	11:51:10	160	191
05/12/2022	11:44:20	76	119	11:51:20	174	194
05/12/2022	11:44:30	81	83	11:51:30	163	187
05/12/2022	11:44:40	115	87	11:51:40	127	174
05/12/2022	11:44:50	96	67	11:51:50	130	172
05/12/2022	11:45:00	63	33	11:52:00	216	208
05/12/2022	11:45:10	48	38	11:52:10	216	213
05/12/2022	11:45:20	82	50	11:52:20	215	209
05/12/2022	11:45:30	153	117	11:52:30	215	209
05/12/2022	11:45:40	219	206	11:52:40	224	209
05/12/2022	11:45:50	104	194	11:52:50	223	207
05/12/2022	11:46:00	156	192	11:53:00	222	209
05/12/2022	11:46:10	227	220	11:53:10	224	209

05/12/2022	11:46:20	232	225	11:53:20	200	222
05/12/2022	11:46:30	202	223	11:53:30	173	216
05/12/2022	11:46:40	204	218	11:53:40	216	217
05/12/2022	11:46:50	207	227	11:53:50	224	222
05/12/2022	11:47:00	132	182	11:54:00	223	221
05/12/2022	11:47:10	97	166	11:54:10	222	182
05/12/2022	11:47:20	113	133	11:54:20	220	97
05/12/2022	11:54:30	221	101	12:1:40	212	119
05/12/2022	11:55:00	256	117	12:1:50	191	108
05/12/2022	11:55:10	233	105	12:2:00	185	105
05/12/2022	11:55:20	233	104	12:2:10	183	106
05/12/2022	11:55:30	242	110	12:2:20	80	99
05/12/2022	11:55:40	242	113	12:2:30	195	114
05/12/2022	11:55:50	237	111	12:2:40	236	148
05/12/2022	11:56:00	242	111	12:2:50	223	133
05/12/2022	11:56:10	223	82	12:3:00	224	137
05/12/2022	11:56:20	230	104	12:3:10	228	145
05/12/2022	11:56:30	236	107	12:3:20	128	150
05/12/2022	11:56:40	234	92	12:3:30	222	160
05/12/2022	11:56:50	224	110	12:3:40	220	161
05/12/2022	11:57:00	229	100	12:3:50	221	159
05/12/2022	11:57:10	233	87	12:4:00	192	150
05/12/2022	11:57:20	224	101	12:4:10	218	155
05/12/2022	11:57:30	236	86	12:4:20	204	121
05/12/2022	11:57:40	235	88	12:4:30	188	102
05/12/2022	11:57:50	236	115	12:4:40	217	134
05/12/2022	11:58:00	235	111	12:4:50	220	207
05/12/2022	11:58:10	234	110	12:5:00	222	200
05/12/2022	11:58:20	242	109	12:5:10	219	211
05/12/2022	11:58:30	246	114	12:5:20	224	217
05/12/2022	11:58:40	246	113	12:5:30	221	215

05/12/2022	11:58:50	232	108	12:5:40	221	217
05/12/2022	11:59:00	246	116	12:5:50	211	202
05/12/2022	11:59:10	237	112	12:6:00	198	187
05/12/2022	11:59:20	234	110	12:6:10	195	191
05/12/2022	11:59:30	242	116	12:6:20	155	167
05/12/2022	11:59:40	246	115	12:6:30	160	169
05/12/2022	11:59:50	240	114	12:6:40	161	167
05/12/2022	12:0:00	239	115	12:6:50	151	161
05/12/2022	12:0:10	231	106	12:7:00	149	161
05/12/2022	12:0:20	231	111	12:7:10	147	160
05/12/2022	12:0:30	231	114	12:7:20	143	160
05/12/2022	12:0:40	241	178	12:7:30	144	159
05/12/2022	12:0:50	234	179	12:7:40	143	156
05/12/2022	12:1:00	234	189	12:7:50	141	158
05/12/2022	12:1:10	243	186	12:8:00	140	163
05/12/2022	12:1:20	212	126	12:8:10	138	158
05/12/2022	12:1:30	209	116	12:8:20	141	160
05/12/2022	12:8:30	144	163	12:15:20	218	206
05/12/2022	12:8:40	171	187	12:15:30	216	213
05/12/2022	12:8:50	185	182	12:15:40	225	210
05/12/2022	12:9:00	210	195	12:15:50	222	211
05/12/2022	12:9:10	223	213	12:16:00	223	214
05/12/2022	12:9:20	149	165	12:16:10	217	201
05/12/2022	12:9:30	135	164	12:16:20	194	186
05/12/2022	12:9:40	133	156	12:16:30	220	207
05/12/2022	12:9:50	127	152	12:16:40	193	184
05/12/2022	12:10:00	123	151	12:16:50	181	180
05/12/2022	12:10:10	120	149	12:17:00	197	187
05/12/2022	12:10:20	115	147	12:17:10	217	204
05/12/2022	12:10:30	115	147	12:17:20	224	212
05/12/2022	12:10:40	114	142	12:17:30	224	209

05/12/2022	12:10:50	115	143	12:17:40	193	182
05/12/2022	12:11:00	112	144	12:17:50	207	189
05/12/2022	12:11:10	114	144	12:18:00	212	198
05/12/2022	12:11:20	114	155	12:18:10	192	183
05/12/2022	12:11:30	115	155	12:18:20	220	205
05/12/2022	12:11:40	115	147	12:18:30	209	191
05/12/2022	12:11:50	119	143	12:18:40	202	192
05/12/2022	12:12:00	119	150	12:18:50	283	180
05/12/2022	12:12:10	123	154	12:19:00	220	208
05/12/2022	12:12:20	121	156	12:19:10	218	206
05/12/2022	12:12:30	135	164	12:19:20	204	192
05/12/2022	12:12:40	149	168	12:19:30	217	207
05/12/2022	12:12:50	218	204	12:19:40	223	214
05/12/2022	12:13:00	216	192	12:19:50	222	201
05/12/2022	12:13:10	205	198	12:20:00	223	209
05/12/2022	12:13:20	217	185	12:20:10	221	209
05/12/2022	12:13:30	198	175	12:20:20	221	212
05/12/2022	12:13:40	165	175	12:20:30	220	209
05/12/2022	12:13:50	162	174	12:20:40	220	212
05/12/2022	12:14:00	163	174	12:20:50	217	204
05/12/2022	12:14:10	165	175	12:21:00	193	124
05/12/2022	12:14:20	168	180	12:21:10	195	128
05/12/2022	12:14:30	205	194	12:21:20	206	158
05/12/2022	12:14:40	201	191	12:21:30	182	115
05/12/2022	12:14:50	218	206	12:21:40	173	108
05/12/2022	12:15:00	210	195	12:21:50	176	113
05/12/2022	12:15:10	220	209	12:22:00	197	182
05/12/2022	12:22:10	215	201	12:29:00	220	208
05/12/2022	12:22:20	219	207	12:29:10	220	206
05/12/2022	12:22:30	218	210	12:29:20	221	210
05/12/2022	12:22:40	210	209	12:29:30	220	207



05/12/2022	12:22:50	220	200	12:29:40	218	204
05/12/2022	12:23:00	207	152	12:29:50	220	221
05/12/2022	12:23:10	196	125	12:30:00	220	203
05/12/2022	12:23:20	203	188	12:30:10	219	205
05/12/2022	12:23:30	196	188	12:30:20	220	206
05/12/2022	12:23:40	201	187	12:30:30	210	191
05/12/2022	12:23:50	223	213	12:30:40	208	189
05/12/2022	12:24:00	221	215	12:30:50	199	175
05/12/2022	12:24:10	223	211	12:31:00	289	171
05/12/2022	12:24:20	223	211	12:31:10	286	167
05/12/2022	12:24:30	223	210	12:31:20	286	167
05/12/2022	12:24:40	221	212	12:31:30	285	168
05/12/2022	12:24:50	221	211	12:31:40	289	169
05/12/2022	12:25:00	222	212	12:31:50	294	172
05/12/2022	12:25:10	222	210	12:32:00	204	180
05/12/2022	12:25:20	222	210	12:32:10	199	173
05/12/2022	12:25:30	221	211	12:32:20	194	172
05/12/2022	12:25:40	221	212	12:32:30	196	170
05/12/2022	12:25:50	218	212	12:32:40	196	175
05/12/2022	12:26:00	221	210	12:32:50	197	174
05/12/2022	12:26:10	220	209	12:32:00	203	191
05/12/2022	12:26:20	220	211	12:33:10	205	178
05/12/2022	12:26:30	215	44	12:33:20	201	171
05/12/2022	12:26:40	211	147	12:33:30	194	174
05/12/2022	12:26:50	215	199	12:33:40	194	160
05/12/2022	12:27:00	198	186	12:33:50	196	174
05/12/2022	12:27:10	130	173	12:34:00	196	175
05/12/2022	12:27:20	182	173	12:34:10	199	173
05/12/2022	12:27:30	197	173	12:34:20	206	180
05/12/2022	12:27:40	201	179	12:34:30	219	196
05/12/2022	12:27:50	211	195	12:34:40	199	173

05/12/2022	12:28:00	215	197	12:34:50	187	170
05/12/2022	12:28:10	218	208	12:35:00	163	169
05/12/2022	12:28:20	218	199	12:35:10	185	169
05/12/2022	12:28:30	221	209	12:35:20	186	169
05/12/2022	12:28:40	222	208	12:35:30	188	170
05/12/2022	12:28:50	221	210	12:35:40	195	160
05/12/2022	12:35:50	205	174	12:42:40	166	182
05/12/2022	12:36:00	222	175	12:42:50	168	162
05/12/2022	12:36:10	228	173	12:43:00	166	161
05/12/2022	12:36:20	229	180	12:43:10	169	161
05/12/2022	12:36:30	227	196	12:43:20	174	162
05/12/2022	12:36:40	201	173	12:43:30	203	159
05/12/2022	12:36:50	195	170	12:43:40	230	158
05/12/2022	12:37:00	189	169	12:43:50	212	159
05/12/2022	12:37:10	187	169	12:44:00	225	158
05/12/2022	12:37:20	186	169	12:44:10	228	157
05/12/2022	12:37:30	183	170	12:44:20	181	156
05/12/2022	12:37:40	186	172	12:44:30	173	162
05/12/2022	12:37:50	183	177	12:44:40	172	157
05/12/2022	12:38:00	182	201	12:44:50	169	155
05/12/2022	12:38:10	181	215	12:45:00	166	157
05/12/2022	12:38:20	181	224	12:45:10	160	157
05/12/2022	12:38:30	178	204	12:45:20	161	155
05/12/2022	12:38:40	179	175	12:45:30	162	157
05/12/2022	12:38:50	181	173	12:45:40	168	161
05/12/2022	12:39:00	181	171	12:45:50	178	165
05/12/2022	12:39:10	181	171	12:46:00	161	160
05/12/2022	12:39:20	187	171	12:46:10	162	156
05/12/2022	12:39:30	178	164	12:46:20	163	160
05/12/2022	12:39:40	79	170	12:46:30	164	161
05/12/2022	12:39:50	181	172	12:46:40	163	155

05/12/2022	12:40:00	181	172	12:46:50	162	155
05/12/2022	12:40:10	181	169	12:47:00	165	157
05/12/2022	12:40:20	187	175	12:47:10	165	153
05/12/2022	12:40:30	192	174	12:47:20	170	162
05/12/2022	12:40:40	226	202	12:47:30	183	168
05/12/2022	12:40:50	210	214	12:47:40	205	177
05/12/2022	12:41:00	228	209	12:47:50	218	188
05/12/2022	12:41:10	224	202	12:48:00	222	201
05/12/2022	12:41:20	210	184	12:48:10	222	193
05/12/2022	12:41:30	175	166	12:48:20	219	193
05/12/2022	12:41:40	178	167	12:48:30	222	181
05/12/2022	12:41:50	162	169	12:48:40	222	196
05/12/2022	12:42:00	171	154	12:48:50	224	199
05/12/2022	12:42:10	175	164	12:49:00	221	196
05/12/2022	12:42:20	167	150	12:49:10	223	99
05/12/2022	12:42:30	166	173	12:49:20	225	203
05/12/2022	12:49:30	228	202	12:56:30	206	174
05/12/2022	12:49:40	227	197	12:56:40	210	182
05/12/2022	12:49:50	223	164	12:56:50	213	188
05/12/2022	12:50:00	219	150	12:57:00	217	191
05/12/2022	12:50:10	222	138	12:57:10	215	199
05/12/2022	12:50:20	217	139	12:57:20	221	199
05/12/2022	12:50:30	215	126	12:57:30	220	201
05/12/2022	12:50:40	215	126	12:57:40	221	199
05/12/2022	12:50:50	214	113	12:57:50	218	200
05/12/2022	12:51:10	211	112	12:58:00	222	104
05/12/2022	12:51:20	205	102	12:58:10	227	212
05/12/2022	12:51:30	197	162	12:58:20	224	215
05/12/2022	12:51:40	192	154	12:58:30	228	201
05/12/2022	12:51:50	190	152	12:58:40	219	221
05/12/2022	12:52:00	187	148	12:58:50	223	211

05/12/2022	12:52:10	181	148	12:59:00	222	105
05/12/2022	12:52:20	167	144	12:59:10	223	106
05/12/2022	12:52:30	167	139	12:59:20	221	212
05/12/2022	12:52:40	158	133	12:59:30	224	203
05/12/2022	12:52:50	154	135	12:59:40	226	202
05/12/2022	12:53:00	155	121	12:59:50	226	216
05/12/2022	12:53:10	156	136	13:0:00	230	216
05/12/2022	12:53:20	160	135	13:0:10	237	212
05/12/2022	12:53:30	165	136	13:0:20	222	240
05/12/2022	12:53:40	168	139	13:0:30	219	213
05/12/2022	12:53:50	164	141	13:0:40	220	166
05/12/2022	12:54:00	165	137	13:0:50	220	178
05/12/2022	12:54:10	162	140	13:1:00	220	185
05/12/2022	12:54:20	166	137	13:1:10	221	184
05/12/2022	12:54:30	156	142	13:1:20	221	187
05/12/2022	12:54:40	170	145	13:1:30	221	160
05/12/2022	12:54:50	172	148	13:1:40	221	185
05/12/2022	12:55:00	176	154	13:1:50	221	179
05/12/2022	12:55:10	187	150	13:2:00	220	182
05/12/2022	12:55:20	197	156	13:2:10	220	182
05/12/2022	12:55:30	203	159	13:2:20	221	184
05/12/2022	12:55:40	204	165	13:2:30	221	189
05/12/2022	12:55:50	202	161	13:2:40	221	175
05/12/2022	12:56:00	201	165	13:2:40	221	238
05/12/2022	12:56:10	198	171	13:3:00	221	118
05/12/2022	12:56:20	203	168	13:3:10	220	222
05/12/2022	13:3:20	219	227	13:10:10	221	225
05/12/2022	13:3:30	220	231	13:10:20	220	229
05/12/2022	13:3:40	219	232	13:10:30	221	220
05/12/2022	13:3:50	220	225	13:10:40	221	220
05/12/2022	13:4:00	221	223	13:10:50	219	216

05/12/2022	13:4:10	218	224	13:11:00	218	212
05/12/2022	13:4:20	217	222	13:11:10	218	219
05/12/2022	13:4:30	216	220	13:11:20	221	221
05/12/2022	13:4:40	217	206	13:11:30	128	212
05/12/2022	13:4:50	218	225	13:11:40	213	215
05/12/2022	13:5:00	224	222	13:11:50	223	215
05/12/2022	13:5:10	215	219	13:12:00	215	150
05/12/2022	13:5:20	217	214	13:12:10	222	299
05/12/2022	13:5:30	215	223	13:12:20	221	152
05/12/2022	13:5:40	211	214	13:12:30	221	193
05/12/2022	13:5:50	209	212	13:12:40	220	188
05/12/2022	13:6:00	224	209	13:12:50	222	184
05/12/2022	13:6:10	212	208	13:13:00	221	194
05/12/2022	13:6:20	214	207	13:13:10	220	194
05/12/2022	13:6:30	205	209	13:13:20	220	193
05/12/2022	13:6:40	213	219	13:13:30	220	194
05/12/2022	13:6:50	220	221	13:13:40	215	173
05/12/2022	13:7:00	220	216	13:13:50	231	195
05/12/2022	13:7:10	215	208	13:14:00	221	198
05/12/2022	13:7:20	219	218	13:14:10	121	166
05/12/2022	13:7:30	222	223	13:14:20	215	151
05/12/2022	13:7:40	221	204	13:14:30	212	197
05/12/2022	13:7:50	195	217	13:14:40	216	194
05/12/2022	13:8:00	207	205	13:14:50	201	178
05/12/2022	13:8:10	206	206	13:15:00	204	178
05/12/2022	13:8:20	209	202	13:15:10	208	182
05/12/2022	13:8:30	214	212	13:15:20	221	199
05/12/2022	13:8:40	209	213	13:15:30	222	200
05/12/2022	13:8:50	217	219	13:15:40	221	201
05/12/2022	13:9:00	211	216	13:15:50	221	204
05/12/2022	13:9:10	219	220	13:16:00	220	209

05/12/2022	13:9:20	220	223	13:16:10	219	199
05/12/2022	13:9:30	220	219	13:16:20	220	203
05/12/2022	13:9:40	220	220	13:16:30	219	196
05/12/2022	13:9:50	222	223	13:16:40	221	197
05/12/2022	13:10:00	222	222	13:16:50	220	197
05/12/2022	13:17:00	217	183	13:23:50	184	156
05/12/2022	13:17:10	219	195	13:24:00	185	160
05/12/2022	13:17:20	220	196	13:24:10	208	149
05/12/2022	13:17:30	221	195	13:24:20	208	159
05/12/2022	13:17:40	220	195	13:24:30	181	177
05/12/2022	13:17:50	221	197	13:24:40	169	152
05/12/2022	13:18:00	220	195	13:24:50	159	149
05/12/2022	13:18:10	220	197	13:25:00	155	146
05/12/2022	13:18:20	220	193	13:25:10	148	145
05/12/2022	13:18:30	220	195	13:25:20	143	142
05/12/2022	13:18:40	203	160	13:25:30	139	143
05/12/2022	13:18:50	131	172	13:25:40	118	119
05/12/2022	13:19:00	215	185	13:25:50	134	138
05/12/2022	13:19:10	197	154	13:26:00	133	139
05/12/2022	13:19:20	206	170	13:26:10	132	135
05/12/2022	13:19:30	214	180	13:26:20	129	137
05/12/2022	13:19:40	205	187	13:26:30	127	102
05/12/2022	13:19:50	211	176	13:26:40	125	136
05/12/2022	13:20:00	219	189	13:26:50	127	135
05/12/2022	13:20:10	222	198	13:27:00	128	134
05/12/2022	13:20:20	222	199	13:27:10	122	121
05/12/2022	13:20:30	214	199	13:27:20	119	123
05/12/2022	13:20:40	224	199	13:27:30	126	117
05/12/2022	13:20:50	220	203	13:27:40	125	143
05/12/2022	13:21:00	219	197	13:27:50	126	136
05/12/2022	13:21:10	216	187	13:28:00	124	127

05/12/2022	13:21:20	216	187	13:28:10	125	134
05/12/2022	13:21:30	213	180	13:28:20	128	137
05/12/2022	13:21:40	211	180	13:28:30	127	140
05/12/2022	13:21:50	214	180	13:28:40	129	137
05/12/2022	13:22:00	216	191	13:28:50	116	138
05/12/2022	13:22:10	211	180	13:29:00	131	140
05/12/2022	13:22:20	211	167	13:29:10	131	140
05/12/2022	13:22:30	210	175	13:29:20	137	142
05/12/2022	13:22:40	214	179	13:29:30	140	138
05/12/2022	13:22:50	216	230	13:29:40	145	145
05/12/2022	13:23:00	212	174	13:29:50	149	147
05/12/2022	13:23:10	195	159	13:30:00	154	150
05/12/2022	13:23:20	183	155	13:30:10	159	150
05/12/2022	13:23:30	184	157	13:30:20	159	147
05/12/2022	13:23:40	181	167	13:30:30	160	148
05/12/2022	13:30:40	160	156	13:37:30	210	167
05/12/2022	13:30:50	169	154	13:37:40	213	174
05/12/2022	13:31:00	168	155	13:37:50	210	171
05/12/2022	13:31:10	164	155	13:38:00	208	166
05/12/2022	13:31:20	166	155	13:38:10	205	167
05/12/2022	13:31:30	163	155	13:38:20	208	168
05/12/2022	13:31:40	174	159	13:38:30	208	169
05/12/2022	13:31:50	179	158	13:38:40	209	168
05/12/2022	13:32:00	193	167	13:38:50	207	167
05/12/2022	13:32:10	214	171	13:39:00	206	167
05/12/2022	13:32:20	218	164	13:39:10	201	164
05/12/2022	13:32:30	210	165	13:39:20	197	167
05/12/2022	13:32:40	205	167	13:39:30	194	169
05/12/2022	13:32:50	207	166	13:39:40	196	162
05/12/2022	13:32:00	210	168	13:39:50	202	163
05/12/2022	13:33:10	212	166	13:40:00	204	163

05/12/2022	13:33:20	210	159	13:40:10	203	170
05/12/2022	13:33:30	205	172	13:40:20	205	16
05/12/2022	13:33:40	210	166	13:40:30	203	164
05/12/2022	13:33:50	212	169	13:40:40	197	161
05/12/2022	13:34:00	212	169	13:40:50	195	160
05/12/2022	13:34:10	213	196	13:41:00	194	160
05/12/2022	13:34:20	241	188	13:41:10	194	161
05/12/2022	13:34:30	225	181	13:41:20	194	159
05/12/2022	13:34:40	181	177	13:41:30	197	161
05/12/2022	13:34:50	210	177	13:41:40	198	160
05/12/2022	13:35:00	212	173	13:41:50	189	159
05/12/2022	13:35:10	213	173	13:42:00	187	166
05/12/2022	13:35:20	212	175	13:42:10	182	158
05/12/2022	13:35:30	196	165	13:42:20	183	157
05/12/2022	13:35:40	190	159	13:42:30	184	157
05/12/2022	13:35:50	182	161	13:42:40	190	158
05/12/2022	13:36:00	182	162	13:42:50	220	157
05/12/2022	13:36:10	199	167	13:43:00	202	161
05/12/2022	13:36:20	203	166	13:43:10	199	158
05/12/2022	13:36:30	205	168	13:43:20	201	194
05/12/2022	13:36:40	196	162	13:43:30	187	160
05/12/2022	13:36:50	194	169	13:43:40	180	157
05/12/2022	13:37:00	198	166	13:43:50	179	159
05/12/2022	13:37:10	205	163	13:44:00	174	156
05/12/2022	13:37:20	208	167	13:44:10	171	157
05/12/2022	13:44:20	172	156	13:51:20	139	148
05/12/2022	13:44:30	174	157	13:51:30	139	154
05/12/2022	13:44:40	173	159	13:51:40	140	144
05/12/2022	13:44:50	192	167	13:51:50	140	154
05/12/2022	13:45:00	196	173	13:52:00	139	153
05/12/2022	13:45:10	207	163	13:52:10	138	153



05/12/2022	13:45:20	206	165	13:52:20	139	167
05/12/2022	13:45:30	210	173	13:52:30	137	167
05/12/2022	13:45:40	205	175	13:52:40	140	156
05/12/2022	13:45:50	193	170	13:52:50	140	154
05/12/2022	13:46:00	193	163	13:53:00	140	149
05/12/2022	13:46:10	166	154	13:53:10	141	157
05/12/2022	13:46:20	160	156	13:53:20	147	158
05/12/2022	13:46:30	153	156	13:53:30	142	156
05/12/2022	13:46:40	152	156	13:53:40	143	152
05/12/2022	13:46:50	152	150	13:53:50	144	158
05/12/2022	13:47:00	150	161	13:54:00	145	161
05/12/2022	13:47:10	150	156	13:54:10	145	160
05/12/2022	13:47:20	149	154	13:54:20	145	160
05/12/2022	13:47:30	147	152	13:54:30	144	160
05/12/2022	13:47:40	147	153	13:54:40	146	162
05/12/2022	13:47:50	146	153	13:54:50	147	162
05/12/2022	13:48:00	146	154	13:55:00	149	163
05/12/2022	13:48:10	144	153	13:55:10	148	163
05/12/2022	13:48:20	144	154	13:55:20	148	163
05/12/2022	13:48:30	141	152	13:55:30	154	161
05/12/2022	13:48:40	143	155	13:55:40	148	163
05/12/2022	13:48:50	144	152	13:55:50	151	157
05/12/2022	13:49:00	142	153	13:56:00	152	164
05/12/2022	13:49:10	141	144	13:56:10	151	163
05/12/2022	13:49:20	141	153	13:56:20	152	164
05/12/2022	13:49:30	139	150	13:56:30	141	166
05/12/2022	13:49:40	139	152	13:56:40	152	180
05/12/2022	13:49:50	140	152	13:56:50	155	166
05/12/2022	13:50:00	138	155	13:57:00	155	164
05/12/2022	13:50:10	139	152	13:57:10	156	167
05/12/2022	13:50:20	139	152	13:57:20	157	166

05/12/2022	13:50:30	138	154	13:57:30	158	166
05/12/2022	13:50:40	138	139	13:57:40	162	167
05/12/2022	13:50:50	139	155	13:57:50	120	167
05/12/2022	13:51:10	138	163	13:58:00	161	168
05/12/2022	13:58:10	160	171	14:5:00	170	160
05/12/2022	13:58:20	160	167	14:5:10	170	160
05/12/2022	13:58:30	162	169	14:5:20	171	160
05/12/2022	13:58:40	161	167	14:5:30	172	158
05/12/2022	13:58:50	162	168	14:5:40	181	151
05/12/2022	13:59:00	160	169	14:5:50	192	160
05/12/2022	13:59:10	162	169	14:6:00	204	162
05/12/2022	13:59:20	161	169	14:6:10	196	159
05/12/2022	13:59:30	160	174	14:6:20	186	159
05/12/2022	13:59:40	161	167	14:6:30	178	157
05/12/2022	13:59:50	160	166	14:6:40	169	156
05/12/2022	14:0:00	160	166	14:6:50	164	152
05/12/2022	14:0:10	153	165	14:7:00	159	122
05/12/2022	14:0:20	162	165	14:7:10	158	148
05/12/2022	14:0:30	161	170	14:7:20	156	151
05/12/2022	14:0:40	161	166	14:7:30	156	151
05/12/2022	14:0:50	160	164	14:7:40	152	151
05/12/2022	14:1:00	162	165	14:7:50	149	147
05/12/2022	14:1:10	163	163	14:8:00	146	147
05/12/2022	14:1:20	163	164	14:8:10	142	148
05/12/2022	14:1:30	165	164	14:8:20	143	147
05/12/2022	14:1:40	161	164	14:8:30	140	147
05/12/2022	14:1:50	165	164	14:8:40	138	139
05/12/2022	14:2:00	167	178	14:8:50	137	143
05/12/2022	14:2:10	222	166	14:9:00	136	143
05/12/2022	14:2:20	204	164	14:9:10	135	143
05/12/2022	14:2:30	199	164	14:9:20	134	144

05/12/2022	14:2:40	204	165	14:9:30	131	130
05/12/2022	14:2:40	203	166	14:9:40	130	141
05/12/2022	14:3:00	203	165	14:9:50	131	139
05/12/2022	14:3:10	205	166	14:10:00	129	139
05/12/2022	14:3:20	205	155	14:10:10	186	141
05/12/2022	14:3:30	206	167	14:10:20	185	138
05/12/2022	14:3:40	207	164	14:10:30	186	137
05/12/2022	14:3:50	205	167	14:10:40	184	135
05/12/2022	14:4:00	206	174	14:10:50	182	135
05/12/2022	14:4:10	204	163	14:11:00	182	135
05/12/2022	14:4:20	204	162	14:11:10	187	141
05/12/2022	14:4:30	202	162	14:11:20	180	135
05/12/2022	14:4:40	172	161	14:11:30	180	133
05/12/2022	14:4:50	171	158	14:11:40	177	133
05/12/2022	14:11:50	178	130	14:18:40	134	123
05/12/2022	14:12:00	181	135	14:18:50	168	124
05/12/2022	14:12:10	177	102	14:19:00	168	121
05/12/2022	14:12:20	176	134	14:19:10	169	107
05/12/2022	14:12:30	176	152	14:19:20	160	121
05/12/2022	14:12:40	178	142	14:19:30	162	133
05/12/2022	14:12:50	178	140	14:19:40	172	123
05/12/2022	14:13:00	178	142	14:19:50	138	113
05/12/2022	14:13:10	178	146	14:20:00	125	131
05/12/2022	14:13:20	178	141	14:20:10	172	117
05/12/2022	14:13:30	178	141	14:20:20	113	131
05/12/2022	14:13:40	178	151	14:20:30	112	117
05/12/2022	14:13:50	181	141	14:20:40	77	111
05/12/2022	14:14:00	177	137	14:20:50	121	101
05/12/2022	14:14:10	176	143	14:21:00	108	117
05/12/2022	14:14:20	176	140	14:21:10	155	124
05/12/2022	14:14:30	177	136	14:21:20	169	102

05/12/2022	14:14:40	177	138	14:21:30	164	126
05/12/2022	14:14:50	173	148	14:21:40	166	120
05/12/2022	14:15:00	176	136	14:21:50	120	115
05/12/2022	14:15:10	176	136	14:22:00	169	113
05/12/2022	14:15:20	178	134	14:22:10	167	112
05/12/2022	14:15:30	173	134	14:22:20	159	117
05/12/2022	14:15:40	174	136	14:22:30	152	115
05/12/2022	14:15:50	174	135	14:22:40	174	123
05/12/2022	14:16:00	174	133	14:22:50	158	114
05/12/2022	14:16:10	171	132	14:23:00	152	134
05/12/2022	14:16:20	172	135	14:23:10	102	116
05/12/2022	14:16:30	185	132	14:23:20	180	115
05/12/2022	14:16:40	172	132	14:23:30	170	120
05/12/2022	14:16:50	172	130	14:23:40	184	111
05/12/2022	14:17:00	139	126	14:23:50	184	106
05/12/2022	14:17:10	148	145	14:24:00	178	103
05/12/2022	14:17:20	164	128	14:24:10	76	103
05/12/2022	14:17:30	131	128	14:24:20	179	104
05/12/2022	14:17:40	145	92	14:24:30	179	102
05/12/2022	14:17:50	122	126	14:24:40	183	119
05/12/2022	14:18:00	166	118	14:24:50	185	117
05/12/2022	14:18:10	141	119	14:25:00	177	129
05/12/2022	14:18:20	166	137	14:25:10	168	121
05/12/2022	14:18:30	120	129	14:25:20	155	123
05/12/2022	14:25:30	139	95	14:32:20	114	31
05/12/2022	14:25:40	184	113	14:32:30	115	33
05/12/2022	14:25:50	186	123	14:32:40	111	32
05/12/2022	14:26:00	185	102	14:32:50	109	32
05/12/2022	14:26:10	183	101	14:32:00	113	31
05/12/2022	14:26:20	182	100	14:33:10	106	30
05/12/2022	14:26:30	184	95	14:33:20	105	30

05/12/2022	14:26:40	184	101	14:33:30	103	29
05/12/2022	14:26:50	184	100	14:33:40	102	26
05/12/2022	14:27:00	183	100	14:33:50	101	28
05/12/2022	14:27:10	183	100	14:34:00	100	29
05/12/2022	14:27:20	182	100	14:34:10	100	28
05/12/2022	14:27:30	180	99	14:34:20	100	31
05/12/2022	14:27:40	180	131	14:34:30	98	23
05/12/2022	14:27:50	180	110	14:34:40	96	30
05/12/2022	14:28:00	166	122	14:34:50	98	29
05/12/2022	14:28:10	174	119	14:35:00	98	28
05/12/2022	14:28:20	179	119	14:35:10	98	25
05/12/2022	14:28:30	180	119	14:35:20	99	35
05/12/2022	14:28:40	168	125	14:35:30	101	28
05/12/2022	14:28:50	136	127	14:35:40	101	29
05/12/2022	14:29:00	176	107	14:35:50	101	25
05/12/2022	14:29:10	173	139	14:36:00	98	26
05/12/2022	14:29:20	172	119	14:36:10	96	25
05/12/2022	14:29:30	175	141	14:36:20	95	44
05/12/2022	14:29:40	175	13	14:36:30	95	26
05/12/2022	14:29:50	169	169	14:36:40	94	22
05/12/2022	14:30:00	109	102	14:36:50	94	28
05/12/2022	14:30:10	176	112	14:37:00	95	27
05/12/2022	14:30:20	163	103	14:37:10	99	26
05/12/2022	14:30:30	141	97	14:37:20	95	26
05/12/2022	14:30:40	141	97	14:37:30	98	51
05/12/2022	14:30:50	125	89	14:37:40	96	26
05/12/2022	14:31:00	22	89	14:37:50	94	51
05/12/2022	14:31:10	139	34	14:38:00	93	29
05/12/2022	14:31:20	129	148	14:38:10	94	26
05/12/2022	14:31:30	174	149	14:38:20	93	27
05/12/2022	14:31:40	166	105	14:38:30	93	24

05/12/2022	14:31:50	117	117	14:38:40	93	26
05/12/2022	14:32:00	168	167	14:38:50	94	25
05/12/2022	14:32:10	164	166	14:39:00	97	24
05/12/2022	14:39:10	97	26	14:46:00	100	36
05/12/2022	14:39:20	99	28	14:46:10	96	37
05/12/2022	14:39:30	99	22	14:46:20	96	35
05/12/2022	14:39:40	98	25	14:46:30	96	32
05/12/2022	14:39:50	92	30	14:46:40	95	35
05/12/2022	14:40:00	93	26	14:46:50	95	19
05/12/2022	14:40:10	93	25	14:48:00	94	21
05/12/2022	14:40:20	92	26	14:48:10	97	36
05/12/2022	14:40:30	78	29	14:48:20	97	37
05/12/2022	14:40:40	74	27	14:48:30	82	30
05/12/2022	14:40:50	78	22	14:48:40	84	28
05/12/2022	14:41:00	74	29	14:48:50	81	30
05/12/2022	14:41:10	101	21	14:49:00	84	34
05/12/2022	14:41:20	104	27	14:49:10	70	33
05/12/2022	14:41:30	104	45	14:49:20	70	35
05/12/2022	14:41:40	104	25	14:49:30	105	33
05/12/2022	14:41:50	104	25	14:49:40	101	31
05/12/2022	14:42:00	104	27	14:49:50	118	8
05/12/2022	14:42:10	104	27	14:50:00	96	27
05/12/2022	14:42:20	106	22	14:50:10	112	24
05/12/2022	14:42:30	101	29	14:50:20	83	25
05/12/2022	14:42:40	104	28	14:50:30	118	115
05/12/2022	14:42:50	105	15	14:50:40	121	25
05/12/2022	14:43:00	104	26	14:50:50	114	87
05/12/2022	14:43:10	102	26	14:51:00	114	25
05/12/2022	14:43:20	105	27	14:51:10	122	39
05/12/2022	14:43:30	116	32	14:51:20	126	33
05/12/2022	14:43:40	118	29	14:51:30	105	122

05/12/2022	14:43:50	113	30	14:51:40	117	26
05/12/2022	14:44:00	113	31	14:51:50	101	124
05/12/2022	14:44:10	109	30	14:52:00	117	71
05/12/2022	14:44:20	113	31	14:52:10	127	0
05/12/2022	14:44:30	110	29	14:52:20	110	117
05/12/2022	14:44:40	109	38	14:52:30	123	113
05/12/2022	14:44:50	114	41	14:52:40	132	82
05/12/2022	14:45:00	111	43	14:52:50	125	29
05/12/2022	14:45:10	107	40	14:53:00	124	121
05/12/2022	14:45:20	104	39	14:53:10	129	97
05/12/2022	14:45:30	101	38	14:53:20	126	36
05/12/2022	14:45:40	104	38	14:53:30	123	133
05/12/2022	14:45:50	105	39	14:53:40	103	35
05/12/2022	14:53:50	129	122	15:0:40	177	80
05/12/2022	14:54:00	107	119	15:0:50	178	98
05/12/2022	14:54:10	130	88	15:1:00	172	90
05/12/2022	14:54:20	137	88	15:1:10	177	105
05/12/2022	14:54:30	131	94	15:1:20	177	92
05/12/2022	14:54:40	138	129	15:1:30	177	85
05/12/2022	14:54:50	125	94	15:1:40	177	125
05/12/2022	14:55:00	137	129	15:1:50	177	178
05/12/2022	14:55:10	120	94	15:2:00	172	86
05/12/2022	14:55:20	126	25	15:2:10	177	178
05/12/2022	14:55:30	134	29	15:2:20	177	59
05/12/2022	14:55:40	140	87	15:2:30	177	90
05/12/2022	14:55:50	135	107	15:2:40	177	165
05/12/2022	14:56:00	123	74	15:2:40	177	153
05/12/2022	14:56:10	117	106	15:3:00	177	89
05/12/2022	14:56:20	133	30	15:3:10	176	121
05/12/2022	14:56:30	118	138	15:3:20	175	178
05/12/2022	14:56:40	133	76	15:3:30	177	173

05/12/2022	14:56:50	136	102	15:3:40	171	151
05/12/2022	14:57:00	134	122	15:3:50	163	178
05/12/2022	14:57:10	137	33	15:4:00	178	89
05/12/2022	14:57:20	138	32	15:4:10	176	171
05/12/2022	14:57:30	140	33	15:4:20	178	162
05/12/2022	14:57:40	141	34	15:4:30	177	84
05/12/2022	14:57:50	47	82	15:4:40	178	84
05/12/2022	14:58:00	152	154	15:4:50	180	83
05/12/2022	14:58:10	129	146	15:5:00	180	85
05/12/2022	14:58:20	163	51	15:5:10	32	107
05/12/2022	14:58:30	157	36	15:5:20	148	54
05/12/2022	14:58:40	164	35	15:5:30	130	59
05/12/2022	14:58:50	166	154	15:5:40	152	55
05/12/2022	14:59:00	166	103	15:5:50	176	53
05/12/2022	14:59:10	167	158	15:6:00	101	63
05/12/2022	14:59:20	153	52	15:6:10	105	69
05/12/2022	14:59:30	163	116	15:6:20	113	79
05/12/2022	14:59:40	167	105	15:6:30	113	83
05/12/2022	14:59:50	174	168	15:6:40	190	75
05/12/2022	15:0:00	175	162	15:6:50	192	74
05/12/2022	15:0:10	176	47	15:7:00	183	75
05/12/2022	15:0:20	177	165	15:7:10	192	87
05/12/2022	15:0:30	177	90	15:7:20	208	99
05/12/2022	15:7:30	216	80	15:14:20	154	83
05/12/2022	15:7:40	184	74	15:14:30	157	83
05/12/2022	15:7:50	171	69	15:14:40	196	76
05/12/2022	15:8:00	171	69	15:14:50	171	58
05/12/2022	15:8:10	187	75	15:15:00	172	55
05/12/2022	15:8:20	203	87	15:15:10	172	43
05/12/2022	15:8:30	169	70	15:15:20	193	114
05/12/2022	15:8:40	165	70	15:15:30	188	184



05/12/2022	15:8:50	166	69	15:15:40	189	36
05/12/2022	15:9:00	165	70	15:15:50	202	57
05/12/2022	15:9:10	162	68	15:16:00	194	52
05/12/2022	15:9:20	160	68	15:16:10	197	94
05/12/2022	15:9:30	159	69	15:16:20	197	88
05/12/2022	15:9:40	160	70	15:16:30	193	78
05/12/2022	15:9:50	166	72	15:16:40	189	189
05/12/2022	15:10:00	169	73	15:16:50	180	56
05/12/2022	15:10:10	171	74	15:17:00	143	43
05/12/2022	15:10:20	172	74	15:17:10	155	43
05/12/2022	15:10:30	174	75	15:17:20	162	39
05/12/2022	15:10:40	176	75	15:17:30	93	20
05/12/2022	15:10:50	174	74	15:17:40	97	23
05/12/2022	15:11:00	174	70	15:17:50	65	24
05/12/2022	15:11:10	174	76	15:18:00	152	26
05/12/2022	15:11:20	174	75	15:18:10	136	27
05/12/2022	15:11:30	173	69	15:18:20	133	29
05/12/2022	15:11:40	173	75	15:18:30	133	35
05/12/2022	15:11:50	170	67	15:18:40	132	25
05/12/2022	15:12:00	150	71	15:18:50	128	21
05/12/2022	15:12:10	143	86	15:19:00	121	20
05/12/2022	15:12:20	161	97	15:19:10	124	26
05/12/2022	15:12:30	197	86	15:19:20	128	26
05/12/2022	15:12:40	195	97	15:19:30	159	24
05/12/2022	15:12:50	193	72	15:19:40	133	35
05/12/2022	15:13:00	150	73	15:19:50	107	25
05/12/2022	15:13:10	196	75	15:20:00	129	25
05/12/2022	15:13:20	193	75	15:20:10	131	29
05/12/2022	15:13:30	156	72	15:20:20	115	167
05/12/2022	15:13:40	158	76	15:20:30	128	53
05/12/2022	15:13:50	156	80	15:20:40	186	58

05/12/2022	15:14:00	155	79	15:20:50	170	58
05/12/2022	15:14:10	150	81	15:21:00	181	67
05/12/2022	15:21:10	189	58	15:28:00	176	118
05/12/2022	15:21:20	178	66	15:28:10	165	171
05/12/2022	15:21:30	182	164	15:28:20	149	135
05/12/2022	15:21:40	166	50	15:28:30	167	135
05/12/2022	15:21:50	149	54	15:28:40	168	130
05/12/2022	15:22:00	138	32	15:28:50	169	160
05/12/2022	15:22:10	183	38	15:29:00	169	172
05/12/2022	15:22:20	167	55	15:29:10	171	148
05/12/2022	15:22:30	158	139	15:29:20	172	136
05/12/2022	15:22:40	156	168	15:29:30	173	130
05/12/2022	15:22:50	178	161	15:29:40	175	130
05/12/2022	15:23:00	171	134	15:29:50	176	118
05/12/2022	15:23:10	179	165	15:30:00	175	119
05/12/2022	15:23:20	169	166	15:30:10	152	165
05/12/2022	15:23:30	171	77	15:30:20	171	134
05/12/2022	15:23:40	170	165	15:30:30	146	135
05/12/2022	15:23:50	172	166	15:30:40	171	138
05/12/2022	15:24:00	179	77	15:30:50	138	132
05/12/2022	15:24:10	172	161	15:31:00	137	133
05/12/2022	15:24:20	148	134	15:31:10	137	132
05/12/2022	15:24:30	177	165	15:31:20	138	132
05/12/2022	15:24:40	168	166	15:31:30	138	134
05/12/2022	15:24:50	176	77	15:31:40	139	136
05/12/2022	15:25:00	166	140	15:31:50	143	136
05/12/2022	15:25:10	175	140	15:32:00	148	141
05/12/2022	15:25:20	178	175	15:32:10	152	153
05/12/2022	15:25:30	167	137	15:32:20	159	152
05/12/2022	15:25:40	152	156	15:32:30	162	154
05/12/2022	15:25:50	172	173	15:32:40	167	157

05/12/2022	15:26:00	154	136	15:32:50	167	159
05/12/2022	15:26:10	176	169	15:32:00	163	154
05/12/2022	15:26:20	162	165	15:33:10	158	151
05/12/2022	15:26:30	178	162	15:33:20	141	147
05/12/2022	15:26:40	167	172	15:33:30	141	150
05/12/2022	15:26:50	176	133	15:33:40	139	147
05/12/2022	15:27:00	164	137	15:33:50	131	141
05/12/2022	15:27:10	160	131	15:34:00	128	139
05/12/2022	15:27:20	168	146	15:34:10	125	139
05/12/2022	15:27:30	165	159	15:34:20	123	137
05/12/2022	15:27:40	169	167	15:34:30	124	136
05/12/2022	15:27:50	175	170	15:34:40	123	135
05/12/2022	15:34:50	125	134	15:37:30	201	201
05/12/2022	15:35:00	125	136	15:37:40	194	194
05/12/2022	15:35:10	127	137	15:37:50	185	188
05/12/2022	15:35:20	134	146	15:38:00	190	188
05/12/2022	15:35:30	142	150	15:38:10	187	195
05/12/2022	15:35:40	137	150	15:38:20	176	182
05/12/2022	15:35:50	145	154	15:38:30	173	180
05/12/2022	15:36:00	179	176	15:38:40	175	179
05/12/2022	15:36:10	188	185	15:38:50	174	181
05/12/2022	15:36:20	199	191	15:39:00	157	173
05/12/2022	15:36:30	201	191	15:39:10	145	169
05/12/2022	15:36:40	188	187	15:39:20	137	166
05/12/2022	15:36:50	191	190	15:39:30	138	163
05/12/2022	15:37:00	203	197	15:39:40	140	165
05/12/2022	15:37:10	210	206	15:39:50	147	167
05/12/2022	15:37:20	210	207	15:40:00	153	174

## RIWAYAT HIDUP



**Nikmal Maula Mirda**, lahir di Aceh Jaya pada tanggal 23 Maret 2001. Anak Pertama dari empat bersaudara, buah pasangan dari Ayahanda **Mirwanda, S.Pd.** dan Ibunda **Dahlina**. Penulis pertama kali menempuh pendidikan pada usia 5 tahun di SD Negeri 3 Pasie Raya tahun 2006 dan selesai pada tahun 2012. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Aceh Jaya dan selesai pada tahun 2015, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri Aceh Jaya dan selesai pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.