



**ALAT PETIK BUAH JERUK DENGAN KOMPONEN  
ELEKTRONIKA BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh  
**Krishna Sanyasa Indrachyana**  
**NIM 161710201047**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Yanu Indriyantoro dan Tjahjaningsih yang selalu memberi semangat, doa dan restu disetiap perjuangan saya selama menempuh pendidikan;
2. Seluruh guru mulai Sekolah Dasar hingga bangku kuliah yang telah membimbing dan menuntun sampai menjadi seperti ini;
3. Seluruh sahabat yang telah banyak memberikan semangat dan motivasinya;
4. Seluruh teman-teman Teknik Pertanian angkatan 2016 yang telah banyak membantu;
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian.

**MOTTO**

*“Orang yang mengatakan tidak punya waktu adalah orang yang pemalas.”*

*(G. C. Lichtenberg)*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Krishna Sanyasa Indracahyana

NIM : 161710201047

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “*Alat Petik Buah Jeruk Dengan Komponen Elektronika Berbasis Mikrokontroler*” adalah benar hasil karya sendiri kecuali jika dalam pengutipan disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juli 2020

Yang menyatakan,



Krishna Sanyasa Indracahyana

NIM. 161710201047

**SKRIPSI**

**ALAT PETIK BUAH JERUK DENGAN KOMPONEN  
ELEKTRONIKA BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

Oleh

**Krishna Sanyasa Indracahyana**

**NIM 161710201047**

Dosen Pembimbing Utama

**Bayu Taruna Wijaya Putra, S. TP., M. Eng., Ph. D**

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Alat Petik Buah Jeruk Dengan Komponen Elektronika Berbasis Mikrokontroler*” telah diuji dan disahkan pada :

1. Hari :
2. Tanggal :

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Bayu Taruna Wijaya Putra, S. TP., M. Eng., Ph.D  
NIP. 198410082008121002

Tim Penguji :

Ketua

Anggota

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Alat Petik Buah Jeruk Dengan Komponen Elektronika Berbasis Mikrokontroler;** Krishna Sanyasa Indracahyana, 161710201047; 2020; 126 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang membudidayakan tanaman jeruk dengan cara tradisional. Hal ini dibuktikan dengan kurangnya pengetahuan dalam budidaya buah yang baik dan kurangnya penerapan teknologi dibidang perkebunan jeruk oleh petani jeruk. Dampak dari penerapan cara panen tradisional tersebut yaitu buah jeruk mudah rusak dan mengalami pembusukan selama penyimpanan, juga dapat menimbulkan kerusakan pada tajuk tanaman akibat proses pemetikan yang salah. Pemanfaatan teknologi pada budidaya jeruk dapat menjadi jalan keluar untuk mengurangi dampak dari cara panen tradisional. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membuat alat petik yang terintegrasi dengan sensor dan mikrokontroler untuk memudahkan proses pemanenan jeruk.

Penelitian ini dilakukan mulai Bulan Agustus 2019 hingga Mei 2020 di Laboratorium *Precision Agriculture and Geoinformatic*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Alat tersebut merupakan alat petik dengan teknologi sensor GPS, *Load Cell* dan inframerah yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GPS pada alat petik memiliki tingkat akurasi penentuan lokasi sebesar 2,360 meter pada lokasi terbuka seperti Agrotechnopark, Universitas Jember dan 5,912 meter pada lokasi dengan vegetasi sedang seperti Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Sensor inframerah pada alat dapat berfungsi sebagai penghitung jumlah buah hasil petikan pada intensitas cahaya dibawah 2236,7 lux atau 201,299 candela. Pengukuran berat buah dengan menggunakan sensor *Load Cell* pada alat memiliki tingkat *error* pengukuran sebesar 1,83% dari hasil pengukuran sebenarnya.

## SUMARRY

**Microcontroller-Based Citrus Fruit Picking Tool With Electronic Component;** Krishna Sanyasa Indracahyana, 161710201047; 2020; 126 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Indonesia is one of tropical climate's country that cultivates citrus plant with traditional method. Evidenced by the lack of knowledge in citrus cultivation and the lack of application of technology in the field of citrus plantations by farmers. The impact of applying the traditional harvesting method is damaging fruit and make fruit decayed more faster during storage, can also cause damage to the crop branch due to incorrect harvesting process. Application of technology in citrus cultivation can be a way out to reduce the impact of traditional harvests. In an effort to implement technology in the field of citrus fruit plantations, a technology-based harvesting tool is made. The purpose of this study is to create a harvest tool that is integrated with sensors and microcontrollers to facilitate the process of harvesting.

This research was conducted from August 2019 to May 2020 at the Laboratory of Precision Agriculture and Geoinformatic, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The tool that will be make, is a harvesting device with GPS, Load Cell and infrared sensor technology that integrated with a microcontroller. The research's result stated that GPS in harvesting equipment had location accuracy 2,360 meters from picking point in open locations such as Agrotechnopark, University of Jember and 5,912 meters from picking point in locations with moderate vegetation such as the Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The infrared sensor on the device can function as a counter at light intensities below 2236.7 lux or 201,299 candela. The error rate of fruit weight measurement using the Load Cell sensor is 1.83% from the actual results.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Alat Petik Buah Jeruk Dengan Komponen Elektronika Berbasis Mikrokontroler”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ayahanda Yanu Indriyantoro dan Ibunda Tjahjaningsih, kakak Reshi Indracahyanto Filosofia dan adik Trinita Dewi Indracahyaningrum, serta seluruh keluarga, terimakasih telah memberikan dorongan dan doa demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Bayu Taruna Wijaya Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku ketua dosen penguji yang telah memberikan waktu, saran, dan kritik dalam ujian skripsi.
4. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si. selaku anggota dosen penguji yang telah memberikan waktu, saran, dan kritik dalam ujian skripsi.
5. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc selaku komisi bimbingan yang telah meluangkan waktu, saran, dan kritik dalam penulisan skripsi ini.
6. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil. selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu dan pikirannya selama penulis menjadi mahasiswa.
7. Rekan pendukung (Triasrani Ragil, Mas Wahyu Nurkholis, Mas Mahrus Irsyam) dan rekan tim *Precision Agriculture and Geoinformatic* (Adit, Catur, Azki, Levana, Indira, Nisa, Hendra, Arga), terimakasih atas kerjasama, kebersamaan, bantuan dan susah senangnya selama penelitian berlangsung.
8. Teman-teman TEP C dan teman-teman TEP angkatan 2016, terimakasih

atas kebersamaan, motivasi, dan semangat yang diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.

9. Keluarga UK-PSM Symphony Choir, terimakasih atas kebersamaan, motivasi, pengalaman, pelajaran, serta banyak cerita yang diberikan kepada penulis dalam berproses di organisasi selama menjadi mahasiswa.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 12 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN/SUMMARY .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN/SUMMARY .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	15
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>i</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Batasan Masalah .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.3 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tanaman Jeruk .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Jeruk Keprok.....	5
2.1.2 Jeruk Manis.....	6
2.1.3 Jeruk Nipis.....	6
<b>2.2 Pemanenan .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.3 Komponen Elektronika .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Arduino Uno .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 <i>Liquid Crystal Display</i> .....	8
2.3.3 <i>Sensor Load Cell 5 kg</i> .....	10
2.3.4 GPS Ublox NEO 6M.....	112
2.3.5 <i>Sensor Inframerah Smartcar Obstacles</i> .....	123
<b>2.4 Gelombang Elektromagnetik.....</b>	<b>13</b>
2.4.1 Intensitas Cahaya .....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>166</b>

<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	166
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	166
3.2.1 Alat.....	166
3.2.2. Bahan.....	166
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	178
3.3.1 Persiapan Penelitian .....	188
3.3.2 Perancangan Alat dan Sensor .....	188
3.3.3 Tahap Perakitan Alat.....	222
3.3.4 Tahap Perakitan Sensor .....	233
3.3.5 Kalibrasi Sensor .....	244
3.3.6 Uji Kinerja Sensor.....	255
3.3.7 Analisis Data.....	277
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	300
<b>4.1 Hasil Perakitan Alat Petik Jeruk</b> .....	301
<b>4.2 Uji Kinerja GPS Alat Petik Jeruk</b> .....	333
4.2.1 Hasil Pengujian GPS di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember .....	344
4.2.2 Hasil Pengujian GPS di Agrotechno Park, Universitas Jember...	366
<b>4.3 Uji Kinerja Sensor Inframerah Alat Petik Jeruk</b> .....	388
4.3.1 Hasil Pengolahan Data Intensitas Cahaya Lampu Halogen .....	3939
4.3.2 Hasil Pengolahan Data Intensitas Cahaya Gelombang 900 nm.	3939
4.3.3 Hubungan Kinerja Sensor Terhadap Intensitas Cahaya .....	400
<b>4.4 Uji Kinerja Sensor Load Cell Alat Petik Jeruk</b> .....	422
4.4.1 Hasil Uji Kinerja Sensor <i>Load Cell</i> Alat Petik Jeruk.....	422
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	466
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	466
<b>5.2 Saran</b> .....	466
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> ... <b>50</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Spesifikasi Arduino Uno .....	9
2.2 Rentang Spektrum Warna Gelombang Elektromagnetik.....	15
3.1 Perbandingan spesifikasi gawai yang digunakan.....	255
4.1 Koordinat titik pengambilan di lokasi pertama.....	344
4.2 Hasil penghitungan akurasi menggunakan persamaan <i>Haversine</i> .....	355
4.3 Koordinat lokasi titik pengambilan di lokasi kedua.....	366
4.4 Hasil penghitungan dengan persamaan Haversine di lokasi kedua .....	377
4.5 Hasil penimbangan seluruh sampel buah .....	433

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Liquid Crystal Display (LCD) ..... 10
2.2	Sensor <i>Load Cell</i> 5 kg ..... 11
2.3	GPS Ublox NEO 6M..... 12
2.4	Sensor Inframerah <i>Smartcar Obstacles</i> ..... 13
3.1	Diagram alir proses perancangan alat petik jeruk ..... 18
3.2	Diagram rancangan operasional..... 19
3.3	Diagram rancangan fungsional ..... 20
3.4	Rancangan struktural alat petik jeruk..... 21
3.5	Desain perakitan jalur sensor dan mikrokontroler pada PCB..... 24
3.6	Posisi pengambilan data intensitas cahaya ..... 26
4.1	Hasil perakitan alat petik jeruk ..... 30
4.2	Bagian atas alat petik jeruk..... 31
4.3	Bagian bawah alat petik jeruk..... 32
4.4	Kotak mikrokontroler dan isinya ..... 32
4.5	Bagian wadah buah alat petik jeruk ..... 33
4.6	Peta data GPS hasil pengambilan di lokasi pertama ..... 34
4.7	Data GPS hasil pengambilan di lokasi kedua ..... 37
4.8	Grafik intensitas cahaya lampu halogen..... 39
4.9	Grafik hubungan intensitas cahaya terhadap jarak pengambilan..... 40
4.10	Grafik hubungan intensitas cahaya terhadap kinerja sensor..... 41
4.11	Grafik perbandingan hasil pengukuran sampel buah ..... 42
4.12	Grafik hubungan berat sampel buah terhadap selisih pengukuran ..... 44

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1	Proses pengrakitan alat dan sensor serta uji coba alat..... 511
4.2	Peta Hasil Pengolahan Data Koordinat dan Penghitungan Jarak Menggunakan Persamaan <i>Haversine</i> ..... 543
4.3	Data Intensitas Cahaya pada Titik Pengambilan dan Pengukuran Luminansi Cahaya..... 577
4.4	Penghitungan Berat Sampel dan Persentase ERMS..... 1088

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman Jeruk (*Citrus sp.*) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang dapat tumbuh pada daerah beriklim tropis. Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang membudidayakan tanaman jeruk. Terdapat banyak jenis tanaman jeruk yang dibudidayakan, mulai dari buah yang berukuran kecil seperti Jeruk Nipis hingga yang berukuran besar seperti Jeruk Bali. Namun secara garis besar, budidaya jeruk di Indonesia masih tergolong tradisional. Hal ini dibuktikan dengan kurangnya pengetahuan dalam budidaya buah dan penerapan teknologi pada kegiatan pemanenan jeruk oleh petani (Kementerian Pertanian, 2012). Umumnya pemanenan dilakukan secara manual dengan cara memetik buah menggunakan tangan, kemudian dipelintir dan ditarik sedikit hingga terlepas dari tangkai daunnya. Proses pemanenan dengan cara ditarik akan memungkinkan kerusakan pada buah dan pembusukan selama penyimpanan. Kerusakan tersebut dikarenakan cara pemetikan yang salah sehingga menyebabkan kulit buah terkelupas. Dampak pada tanaman yaitu kerusakan pada tajuk tanaman akibat proses pemetikan yang salah (Fansuri, 2015).

Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan sebuah alat panen yang dilengkapi dengan teknologi sebagai alat bantu pemanenan. Penggunaan alat panen dengan teknologi seperti sensor dan GPS akan membantu proses pemanenan buah menjadi lebih mudah dan efisien. Pemanfaatan sensor pada alat yaitu sebagai penunjang proses pemanenan buah, seperti penghitung jumlah buah dan berat buah yang dipetik sehingga pengguna dapat mengetahui berapa banyak hasil panen pada satu tanaman secara *realtime*. Selanjutnya fungsi GPS pada alat yaitu untuk menentukan lokasi tanaman yang sedang dipanen. Dengan integrasi antara sensor dan GPS dalam proses pemanenan, maka pemantauan kuantitas buah jeruk yang dipanen dapat dilakukan secara efisien.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



- a. Bagaimana konstruksi alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler?
- b. Bagaimana kinerja sensor GPS pada alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler?
- c. Bagaimana kinerja sensor Inframerah pada alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler?
- d. Bagaimana kinerja sensor berat alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler?

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini dibatasi oleh batasan masalah yaitu parameter yang diukur meliputi tingkat ketelitian timbangan pada alat petik buah jeruk, kinerja sensor infra merah dalam menghitung jumlah buah hasil pemetikan dan perbandingan jarak lokasi pengambilan data menggunakan GPS pada lokasi yang berbeda.

### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang akan dicapai dari penilitan ini adalah sebagai berikut.

- a. Membuat alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler.
- b. Menguji kinerja sensor GPS pada alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler.
- c. Menguji kinerja sensor Inframerah pada alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler.
- d. Menguji kinerja sensor berat pada alat petik buah jeruk dengan komponen elektronika berbasis mikrokontroler.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi Perkembangan IPTEK dapat menjadi acuan pengembangan teknologi dibidang pertanian dan perkebunan, khususnya perkebunan jeruk.

- b. Bagi Instansi Pemerintahan dapat menjadi referensi pengaplikasian teknologi di bidang perkebunan guna meningkatkan kualitas hasil pertanian khususnya hasil perkebunan jeruk.
- c. Bagi Masyarakat dapat menjadi jalan keluar untuk meningkatkan efisiensi waktu dan menurunkan resiko penurunan kualitas buah jeruk pada proses pemanenan serta meningkatkan pengetahuan tentang penerapan teknologi masa kini.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Jeruk

Jeruk adalah buah yang berasal dari Asia yang dapat berbuah sepanjang tahun. Belanda merupakan negara yang pertama kali membawa tanaman jeruk ke Indonesia untuk dibudidayakan. Artinya, usaha budidaya tanaman jeruk di Indonesia telah dilakukan sejak ratusan tahun yang lalu. Belanda sengaja mendatangkan bibit jeruk jenis keprok dan manis dari Italia dan Amerika untuk dijadikan salah satu komoditas perdagangan. Klasifikasi botani tanaman jeruk adalah sebagai berikut:

- Divisi : Spermatophyta
- Sub divisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledonae
- Ordo : Rutales
- Keluarga : Rutaceae
- Genus : Citrus
- Spesies : *Citrus sp.*

Tanaman jeruk memiliki ciri-ciri yang berbeda setiap jenisnya. Untuk membedakan jenis jeruk secara rinci dapat dilihat melalui karakter pentingnya meliputi keberadaan sayap daun, bentuk buah, morfologi bunga, ukuran biji, kerekatan *epicarp/endocarp*, kerekatan juring, dan karakter khusus pada buah (Andayani, 2016). Ciri – ciri tanaman jeruk yaitu pada bagian ujung akar tanaman jeruk didominasi oleh sel – sel muda yang menjadi titik tumbuh akar baru tanaman. Bagian ujung akar tanaman sangat mudah rusak ketika menembus tanah yang padat karena sifat sel akar tanaman jeruk sangat lembut. Setiap ujung akar tanaman dapat ditemukan tudung akar (*calyptra*) yang berfungsi untuk membantu ujung akar tanaman menembus tanah. Akar tanaman jeruk berfungsi sebagai alat untuk memperoleh garam mineral dan air pada tanah.

Karakteristik batang jeruk secara umum dibagi menjadi dua kelompok, yakni kelompok jenis buah kecil seperti Jeruk Nipis dan kelompok jenis buah besar seperti Jeruk Bali. Pada kelompok jenis buah kecil memiliki ciri-ciri kulit batang

yang halus dan banyak ditumbuhi mata tunas. Mata tunas tersebut nantinya dapat tumbuh menjadi cabang batang baru. Ukuran batang relatif kecil dan didominasi oleh ranting tanaman hasil pertumbuhan mata tunas. Berbeda dengan kelompok jenis buah besar yang memiliki kulit bertekstur kasar, berwarna gelap kecoklatan, dan pada mata tunasnya terdapat duri–duri yang panjang. Duri ini mulanya berwarna hijau, namun ketika umur tanaman sudah tua akan berubah warna menjadi coklat dan lapuk. Selain itu ukuran dan bentuk batang tanaman cenderung lebih besar dan tebal. Jika tidak dilakukan pemangkasan pada batang tanaman akan mengakibatkan tanaman tumbuh lurus hingga mencapai ketinggian 15 meter.

Karakteristik daun pada tanaman jeruk yaitu berbentuk oval meruncing dengan warna hijau tua dan berukuran tebal, tulang daun berbentuk menyirip atau berselang–seling. Permukaan daun tanaman jeruk dilapisi dengan lapisan lilin yang mengandung sedikit *pectin* sehingga tetesan air tidak dapat terserap secara langsung pada daun tanaman. Jika daun tanaman jeruk diremas akan menghasilkan aroma sesuai dengan jenis jeruknya. Cara tersebut merupakan salah satu cara untuk membedakan jenis–jenis tanaman jeruk.

Karakteristik bunga pada tanaman jeruk yaitu berbentuk majemuk dalam 1 tangkai, berkelamin 2 jenis di setiap kuntum bunga, berwarna putih, dan berbau harum karena mengandung nektar bunga. Bunga tanaman jeruk dapat tumbuh sepanjang tahun di Indonesia karena keadaan iklim tropis dan tanah yang subur. Dalam kurun waktu 1 tahun, pemanenan dapat dilakukan sebanyak 3 – 4 kali. Bentuk buah jeruk sangat bervariasi, tergantung pada jenis dari tanaman. Secara umum buah jeruk berbentuk bulat atau oval, berkulit relatif tebal dengan dinding berpori yang berisi pectin (Kanisius, 2006).

Selain itu buah jeruk memiliki banyak vitamin dan mineral yang terkandung dalam buah. Menurut Kanisius (2006), kandungan nutrisi dan vitamin dalam 100 gram buah jeruk jenis Jeruk Keprok, Jeruk Manis, dan Jeruk Nipis berbeda-beda. Satuan yang digunakan dosis vitamin dalam jeruk yaitu International Unit ( I. U.) dan untuk satuan dosis nutrisi lainnya menggunakan gram (gr) dan miligram (mgr).

### 2.1.1 Jeruk Keprok

Jeruk Keprok merupakan salah satu jenis jeruk warisan Belanda yang dibudidayakan di Indonesia. Jeruk Keprok sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki warna yang menarik. Selain itu berdasarkan Tabel 1.1 Jeruk Keprok memiliki kandungan vitamin A dan C yang lebih tinggi dibanding jenis jeruk yang lain. Tumbuhan Jeruk Keprok dapat tumbuh dengan tinggi 2-8 meter. Ciri – ciri tanaman Jeruk Keprok yaitu tidak terdapat duri pada ranting dan pada tangkai daun memiliki ukuran 1-1,5 mm. Tangkai daun tanaman Jeruk Keprok berbentuk sayap sangat sempit dengan ukuran 0,5-1,5 cm. Bentuk daunnya yaitu berbentuk bulat telur memanjang dengan ujung daun tumpul dan sedikit melekuk ke dalam. Bunga tanaman ini memiliki diameter 1,5-2,5 cm, berkelamin dua (*hermaphroditus*) dengan daun mahkota bunga yang berwarna putih. Buah dari tanaman Jeruk Keprok berbentuk bola dengan diameter 5-8 cm, dengan ketebalan kulit 0,2-0,3 cm, dan daging buahnya secara umum berwarna oranye. Tanaman Jeruk Keprok akan mulai berbuah pada umur 3 tahun dan akan mencapai optimum produktivitas buah ketika tanaman berumur 10 tahun (Steenis, 1975).

#### 2.1.2 Jeruk Manis

Jeruk Manis merupakan salah satu jenis jeruk yang memiliki rasa dominan yaitu manis. Jeruk Manis sering diolah menjadi minuman berupa sari buah yang didapatkan dengan cara diperas. Tanaman Jeruk Manis dapat mencapai ketinggian 3-10 m. Ciri – ciri tanaman ini yaitu pada tangkai daun berukuran 0,5-3,5 cm. Daun dari tanaman Jeruk Manis berbentuk elips atau bulat telur memanjang, dengan ujung tumpul atau meruncing tumpul. Buah yang dihasilkan berbentuk bulat dengan ketebalan kulit sekitar 0.3 – 0.5 cm. Daging buah memiliki warna kuning, jingga atau kemerah-merahan. Selain itu, daging buah terbagi-bagi atas 8-13 segmen yang mengelilingi bagian tengah buah. Bentuk biji Jeruk Manis yaitu bulat telur dan berwarna putih (Soelarso, 1996).

#### 2.1.3 Jeruk Nipis

Jeruk Nipis merupakan salah satu jenis jeruk yang diyakini berasal dari negara di Asia seperti Cina dan India. Jeruk Nipis merupakan kerabat dekat dari Jeruk Lemon yang memiliki rasa asam. Selain itu Jeruk Nipis memiliki ukuran buah yang kecil dibandingkan dengan buah jeruk jenis lainnya. Berdasarkan bentuk tumbuhannya, Jeruk Nipis termasuk tanaman perdu atau tanaman berkayu yang memiliki banyak cabang. Pada ranting dan cabang tanaman ditemukan duri – duri kecil. Selain itu tanaman Jeruk Nipis memiliki akar yang kuat dan dalam sehingga dapat tumbuh baik disegala jenis tanah. Tanaman Jeruk Nipis memiliki ketinggian antara 150 – 400 cm yang dapat tumbuh rimbun dengan banyak ranting dan daun. Bentuk daun tanaman Jeruk Nipis yaitu bulat panjang dan bergerigit pada tepi daun namun pada bagian ujung daunnya berbentuk tumpul. Warna pada bagian atas daun tanaman Jeruk Nipis yaitu hijau tua yang mengkilap dan pada bagian bawah daun berwarna hijau muda. Daun tanaman Jeruk Nipis berukuran antara 2,5 – 9 cm dengan lebar daun 2,5 cm. Selanjutnya bunga pada tanaman Jeruk Nipis akan muncul di ketiak daun atau pucuk ranting yang tersusun dalam karangan. Warna bunganya yaitu putih kekuning – kuning dengan 5 lembar daun mahkota pada setiap kuntum bunga. Selanjutnya bakal buah pada tanaman Jeruk Nipis berbentuk bulat dan setelah menjadi buah akan berubah bentuk menjadi bundar menyerupai bola. Ukuran diameter buah Jeruk Nipis 4 – 6 cm dengan panjang buah antara 3,5 – 5 cm. Warna Jeruk Nipis yang masih muda yaitu hijau dan buah Jeruk Nipis yang sudah matang memiliki warna kuning kehijauan (Rukmana, 2003).

## **2.2 Pemanenan**

Pemanenan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengambil hasil budidaya tanaman yang didasari oleh umur, waktu, dan cara sesuai dengan karakteristik produk. Kegiatan yang dilakukan pada proses pemanenan meliputi pemungutan hasil, pewadahan, bongkar muat dari kebun ke lapang atau tempat pengumpulan, dan pengumpulan di tempat lapang. Proses pemanenan dapat dilakukan melalui dua cara yaitu dengan menggunakan alat panen atau di petik langsung dari tanamannya (Peraturan Menteri Pertanian, 2013). Pemanenan dibagi menjadi dua metode yaitu pemanenan dengan cara manual dan pemanenan dengan

menggunakan alat. Pemanenan manual merupakan kegiatan pengambilan hasil budidaya tanaman yang dilakukan tanpa menggunakan alat bantu. Pemanenan buah secara manual dilakukan dengan memanjat pohon dan memetik buah dengan menggunakan tangan. Pemanenan dengan cara tersebut memiliki kelemahan pada segi kapasitas pemanenan. Proses pemanenan secara manual memerlukan jumlah tenaga kerja dan waktu yang banyak. Beberapa contoh tanaman yang sering dilakukan pemanenan secara manual yaitu cengkeh, jeruk, dan apel (Siregar *et al.*, 2012). Pemanenan menggunakan alat digunakan untuk mempermudah proses pemanenan atau pada kondisi tanaman yang tidak dapat dijangkau langsung oleh tangan manusia. Berbagai alat panen tradisional telah dibuat dan dipakai oleh petani dalam proses pemanenan buah. Salah satu contoh alat panen yang sering dijumpai yaitu Galah.



Gambar 2.1 Prototipe alat pemetik buah mangga (Suparlan *et al.*, 2006)

## 2.3 Komponen Elektronika

Rangkaian elektronika merupakan beberapa alat atau benda yang menjadi bagian pendukung sebuah rangkaian elektronik yang bekerja sesuai dengan fungsinya. Rangkaian elektronika terdiri dari satu atau lebih bahan elektronika yang membentuk suatu kesatuan. Berikut merupakan beberapa komponen elektronika yang berhubungan dengan penelitian.

### 2.3.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang terdapat mikrokontroler ATmega328 (sebuah *Integrated Circuit* yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Berikut merupakan spesifikasi dari Arduino Uno menurut Gustomo (2015).

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Komponen	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Bahasa program	C++

(Sumber : Gustomo, 2015)

Berdasarkan Tabel 2.1 diketahui bahwa Arduino memiliki 14 pin digital *input* dan *output* (pin 0-13), 6 pin *analog input* (pin 0 – 5) dan 6 pin *output analog* (pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11). Sumber tegangan Arduino Uno didapatkan dari USB *charger* yang terhubung ke komputer dengan kabel USB. Selain itu, sumber tegangan juga bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai yang dihubungkan ke Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino memiliki kelebihan yaitu papan Arduino relatif murah dibandingkan dengan *platform* mikrokontroler lainnya, Arduino *software* IDE dapat dijalankan pada sistem operasi Windows, Macintosh OSX, dan juga Linux, dan bersifat *open source*. Dalam pengaplikasiannya, mikrokontroler Arduino dimanfaatkan menjadi rangkaian elektronik atau robotik mulai dari yang sederhana hingga kompleks (Santoso, 2016).

### 2.3.2 Liquid Crystal Display

*Liquid Cristal Display* (LCD) adalah salah satu jenis layar elektronik yang dibuat dengan teknologi *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya, tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan



elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan pada LCD memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Mazidi, 2010).



Gambar 2.1 Liquid Crystal Display (LCD)

### 2.3.3 Sensor Load Cell 5 kg

*Load Cell* adalah suatu alat yang mampu mengubah suatu energi ke bentuk energi lain atau disebut juga dengan *Tranducer*. *Load Cell* mengkonversi berat menjadi energi listrik. *Load Cell* dapat memberikan pengukuran akurat dari gaya dan beban yang diberikan dengan mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel. Nantinya variabel tersebut akan menghasilkan tegangan keluaran yang sesuai dengan *input* beban yang diberikan (Dermawan, 2018). *Load Cell* umumnya berisi 4 buah *strain guage* yang tersusun sebagai rangkaian jembatan *Wheatstone*. Sensor load cell bekerja jika bagian lain yang lebih elastik mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gauge*. Hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya sehingga membuat keseimbangan 4 buah *strain gauge* tersebut terganggu. Dengan adanya rangsangan tegangan pada *Load Cell*, maka ketidakseimbangan jembatan *Wheatstone* yang disebabkan oleh gaya tekan pada *Load Cell* akan diubah menjadi sinyal tegangan (Kusriyanto dan Saputra, 2017).

Pengoperasian *Load Cell* sama dengan halnya mengoperasikan timbangan digital. Beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam melakukan pengukuran menggunakan *Load Cell* menurut yaitu sebagai berikut.

1. Titik bantalan *Load Cell* harus pada nilai 0 dan tidak bergerak. Bantalan yang tidak tetap pada tempatnya akan mengurangi tingkat presisi pengukuran.
2. Memberi batas mekanik untuk menghindari kelebihan beban.
3. Menghindari gesekan dengan benda lain
4. Melakukan kalibrasi ulang akibat adanya pengaruh suhu, elastisitas bahan dan variasi tegangan pada *Load Cell* (Kurnianto, 2018).



Gambar 2.2 Sensor *Load Cell* 5 kg

#### 2.3.4 GPS Ublox NEO 6M

*Global Positioning System* (GPS) merupakan sistem navigasi yang berbasis teknologi satelit. GPS merekam lokasi tertentu dalam bentuk koordinat, dimana terdapat dua buah nomor yang panjang. Nomor pertama disebut dengan garis Bujur yang menunjukkan berapa jauh posisi pengguna dari Timur atau Barat. Nomor kedua disebut dengan garis Lintang yang menunjukkan berapa jauh posisi pengguna dari Utara atau Selatan. Dengan menggunakan aplikasi navigasi pada gawai, maka GPS dapat digunakan untuk memperkirakan lokasi dan jarak yang akan dituju. Persamaan *Haversine* merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik lokasi di bumi berdasarkan titik bujur dan lintangnya. Nilai *Haversine* biasanya ditulis dalam bentuk fungsi  $Haversine(\Theta) = \sin^2(\Theta/2)$  (Nichat, 2013). Namun, lokasi penggunaan GPS juga perlu diperhatikan, karena data hasil pengambilan di lokasi langit terbuka dan tempat dengan banyak tutupan

(vegetasi) akan berbeda. Tingkat akurasi GPS pada lokasi terbuka seperti lapangan bola sebesar 1 – 5 meter, pada lokasi hutan muda yang memiliki tutupan vegetasi sedang sebesar dan 11 – 15 meter pada lokasi hutan dengan banyak tutupan vegetasi sebesar 6 – 10 meter (Wing *et al.*, 2005). Lokasi hutan merupakan tempat dengan tingkat *multipath* tinggi akan menyebabkan nilai rata-rata koordinat menjadi rendah dan menghasilkan standar deviasi yang tinggi (Atıncı, 2008). Hal ini dikarenakan pepohonan mampu menghalangi sinyal yang dikirim oleh GPS dalam menentukan lokasi sehingga menyebabkan *multipath error*. GPS sangat sensitif terhadap vegetasi tanaman yang berukuran besar serta memiliki kanopi lebar (Small *et al.*, 2010).

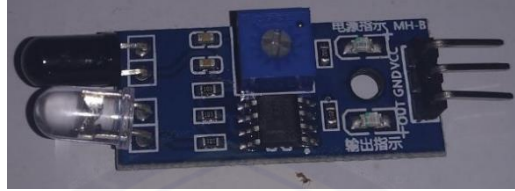


Gambar 2.3 GPS Ublox NEO 6M

### 2.3.5 Sensor Inframerah *Smartcar Obstacles*

Sensor inframerah merupakan komponen elektronik yang memiliki kemampuan untuk menangkap gelombang cahaya inframerah. Komponen sensor inframerah terdiri dari *Light Emitting Diode* (LED) inframerah yang berfungsi sebagai pemancar cahaya inframerah dan fototransistor yang berfungsi sebagai penerima cahaya dari inframerah. Fototransistor terbuat dari bahan Galium Arsenida ( $GaAs$ ) yang mampu menerima gelombang cahaya antara 800 nm hingga 2,0  $\mu m$ . Cara kerja dari sensor inframerah yaitu dengan memancarkan dan menerima kembali cahaya inframerah yang dipantulkan oleh benda. Cahaya inframerah akan dipancarkan oleh LED inframerah, nantinya cahaya tersebut akan dipantulkan kembali oleh benda yang menghalangi dan diterima oleh fototransistor sensor. Pemanfaatan sensor inframerah dalam kehidupan yaitu

sebagai media transmisi data mulai diaplikasikan pada berbagai peralatan seperti TV, gawai, sampai pada transfer data PC (Rumagit *et al.*, 2015).



Gambar 2.4 Sensor Inframerah *Smartcar Obstacles*

## 2.4 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terbentuk dari aktifitas antara medan listrik dan medan magnetik. Kedua gelombang ini merupakan gelombang transversal yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang elektromagnetik memiliki perberbedaan dengan gelombang mekanik, yaitu tidak memerlukan medium rambatan untuk mentransmisikan gelombang. Dengan kemampuan tersebut, gelombang elektromagnetik mampu merambat di ruang hampa (National Aeronautics and Space Administration, 2010).

Gelombang elektromagnetik terdiri dari berbagai jenis gelombang yang terbagi berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya. Panjang gelombang didapatkan dari jarak antara titik puncak satu dengan yang lainnya. Berikut merupakan panjang gelombang dari masing – masing jenis gelombang.

Tabel 2.2 Rentang Spektrum gelombang elektromagnetik

Jenis Gelombang	Panjang gelombang (m)
Sinar Gamma	$10^{-12} - 10^{-11}$
Sinar-X	$0,10^{-11} - 10^{-8}$
Ultraviolet	$10^{-8} - 3,8^{-7}$
Cahaya Tampak ( <i>Visible</i> )	$3,8^{-7} - 7,8^{-7}$
Inframerah	$7,8^{-7} - 10^{-4}$
Microwave	$10^{-4} - 10^{-1}$
Gelombang Radio	diatas $10^{-1}$

(Sumber : National Aeronautics and Space Administration, 2010)

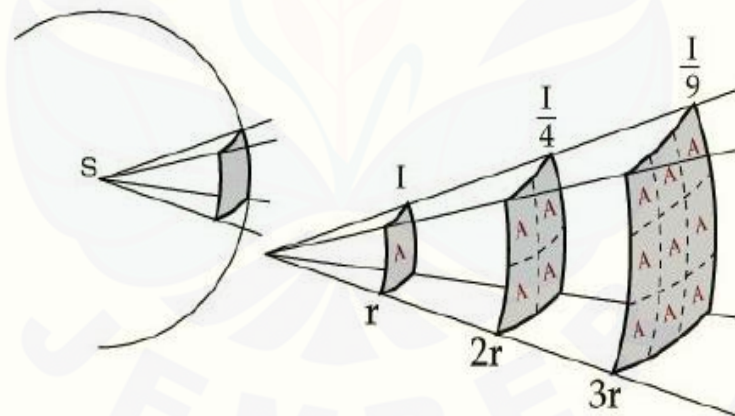
Cahaya tampak merupakan rentang gelombang cahaya yang dapat dideteksi oleh reseptor indra manusia. Jika panjang gelombang kurang dari rentang cahaya tampak, maka mata manusia tidak mampu melihatnya. Gelombang tersebut meliputi gelombang sinar Gamma, sinar X, dan *Ultraviolet*. Selain itu, mata manusia juga tidak mampu menangkap gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak. Namun kulit manusia

mampu mendeteksi gelombang diatas 750 nm, karena pada rentang tersebut gelombang elektromagnetik mampu menghantarkan energi foton. Contoh dari peristiwa tersebut yaitu manusia mampu merasakan hangat sinar matahari, namun tidak mampu melihat warna yang dipancarkan karena tergolong sinar Inframerah.

#### 2.4.1 Intensitas Cahaya

Cahaya adalah pancaran energi elektromagnetik yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan. Cahaya memiliki gelombang dengan berbagai spektrum, sehingga kita dapat melihat benda disekitar kita. Sumber cahaya merupakan suatu benda yang mampu memancarkan energi elektromagnetik seperti matahari, lampu dan lilin. Setiap sumber cahaya memiliki nilai kuat cahaya (intensitas cahaya) yang berbeda-beda. Intensitas cahaya adalah jumlah banyaknya cahaya yang ada dalam satuan luas permukaan. (Zelfani dan Albar, 2018).

Nilai intensitas cahaya dipengaruhi oleh jarak sumber cahaya itu sendiri. Hal ini dinyatakan dalam persamaan kuadrat terbalik.



Gambar 2.5 Simulasi intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber kuantitas fisik (Voudoukis, 2017)

Pada Gambar 2.5 jika  $s$  adalah sumber intensitas cahaya dalam jarak  $r$ , maka energi yang dipancarkan adalah sebesar permukaan  $A$ , sehingga besar intensitas cahayanya adalah  $I$ . Pada jarak  $2r$  jumlah energi yang dipancarkan adalah sebesar permukaan  $4A$ , sehingga intensitasnya menjadi  $I/4$ . Begitu juga pada jarak  $3r$

jumlah energi yang dipancarkan sebesar permukaan 9A, sehingga nilai intensitasnya menjadi  $I/9$  (Voudoukis, 2017).



## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Precision Agriculture and Geoinformatic, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan Agrotechnopark, Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2019 hingga Mei 2020.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

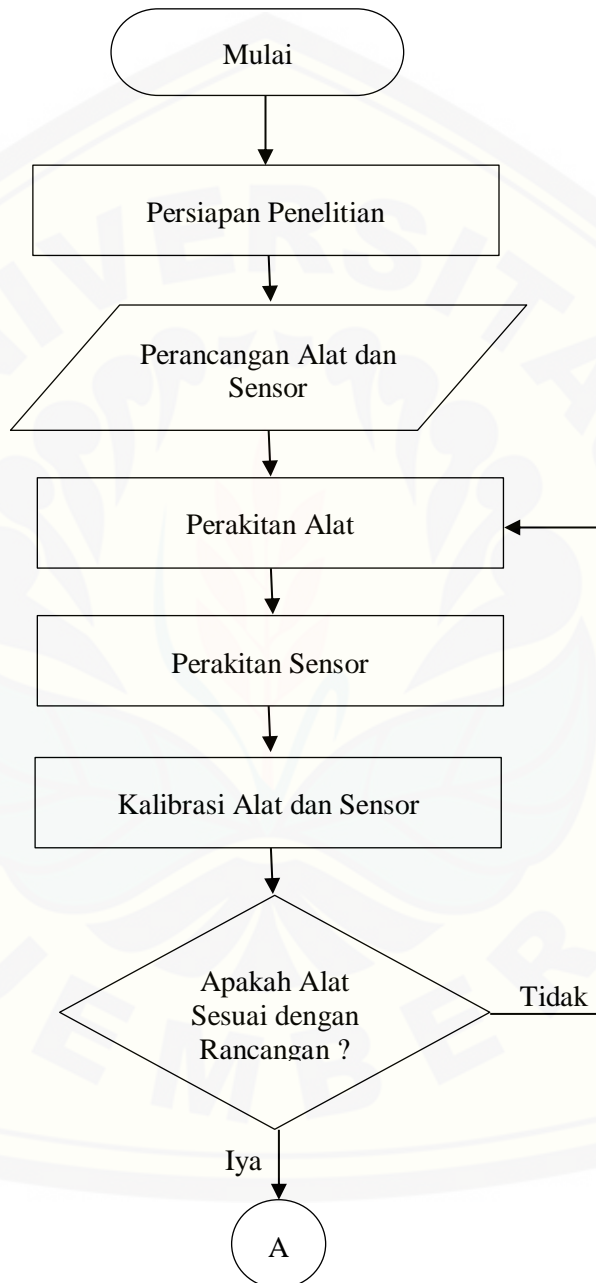
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: laptop, *software* Arduino IDE, gawai Oppo dan Asus, lampu halogen 50 W, timbangan digital, Spektrometer.

#### 3.2.2. Bahan

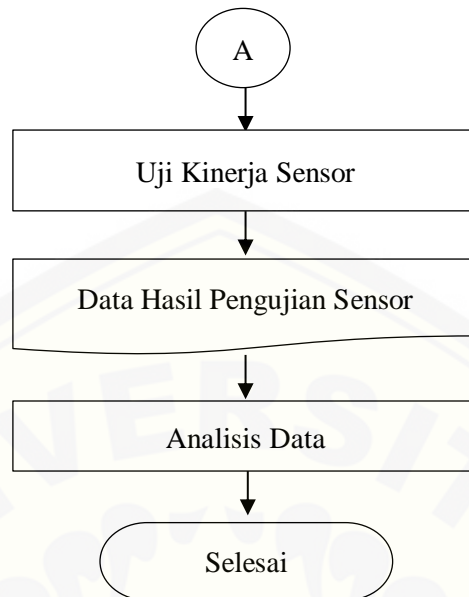
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Arduino Uno, Kabel UTP, GPS Ublox NEO 6M, Sensor *Load Cell* 5 kg, LCD *crystal* 2x16, Sensor LED *smartcar obstacles infrared*, kabel *jumper* pelangi, *powerbank* 10.000 mAh, timah, pipa paralon ukuran 3", kabel rem sepeda, tuas rem sepeda, karet kemudi sepeda, gunting ranting, tongkat aluminium 150 cm, cat semprot warna *black mat*, jaring paranet ukuran 2 x 0,5 meter, tabung plastik diameter 20 cm.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 3.1







Gambar 3.1 Diagram alir proses perancangan alat petik jeruk berbasis mikrokontroler

### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian merupakan tahap awal yang dilakukan dalam penelitian. Persiapan penelitian meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan. Studi literatur bertujuan untuk menemukan ide dasar dari alat petik yang akan dibuat. Sumber literatur meliputi informasi terkait buah jeruk, proses pemanenan, dan informasi komponen elektronika yang akan digunakan. Studi literatur didapatkan dari jurnal penelitian, buku, dan *website* resmi yang terpercaya. Tahap selanjutnya yaitu persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan ide alat petik yang akan dibuat.

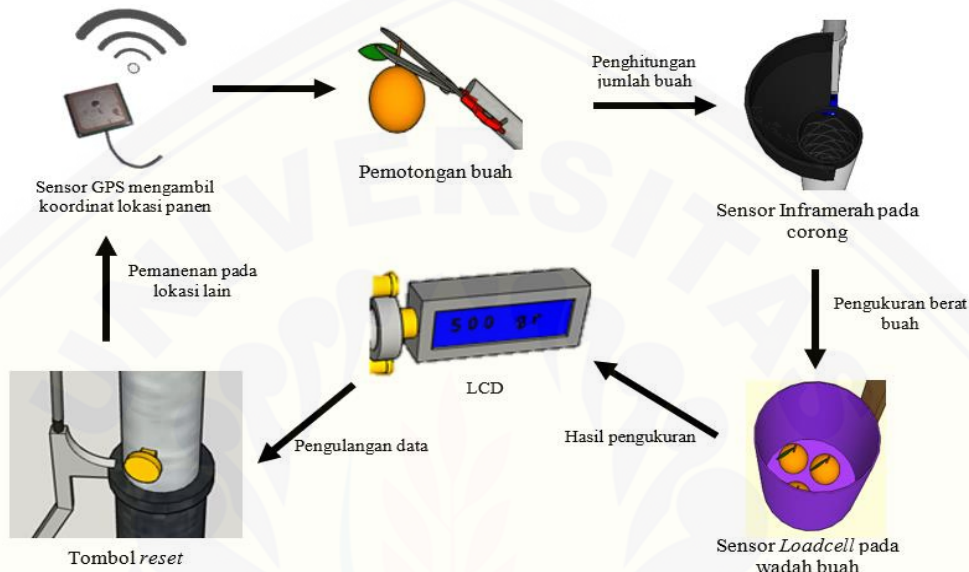
### 3.3.2 Perancangan Alat dan Sensor

Tahap perancangan ini dibagi menjadi tiga macam tahapan yaitu rancangan operasional, rancangan fungsional, dan rancangan struktural.

#### a. Rancangan operasional

Rancangan operasional menjelaskan prinsip kerja dari alat petik jeruk untuk proses pemetikan. Alat memiliki sensor yang dirakit untuk merekam data lokasi pemetikan buah, berat buah, dan jumlah buah. Pembacaan data

lokasi akan ditunjukkan dengan angka koordinat bujur dan lintang, hasil pengukuran berat ditunjukkan dengan satuan gram (g) dan untuk hasil penghitungan jumlah buah akan ditunjukkan dengan bilangan ordinal. Semua sensor nantinya akan beroperasi secara bersamaan, dan hasil data dari masing – masing akan muncul pada layar LCD yang terpasang pada alat.

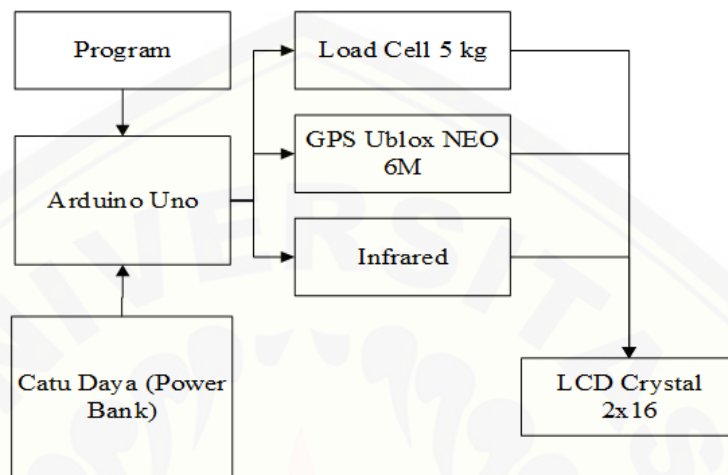


Gambar 3.2 Diagram rancangan operasional

Alat petik jeruk dioperasikan ketika pemanenan berlangsung. Sebelum alat digunakan, masing – masing sensor pada alat dihubungkan pada kotak Arduino dengan menggunakan kabel UTP. Ketika semua sensor terhubung, maka titik koordinat pemetikan akan direkam oleh perangkat GPS secara otomatis dan ditampilkan oleh LCD pada alat. Selanjutnya gunting pada alat disesuaikan dengan posisi tangkai buah dan tuas rem yang terpasang pada alat ditarik hingga tangkai buah terpotong. Buah yang dipotong akan melewati corong yang terpasang pada alat. Corong tersebut dipasang sensor Inframerah sebagai penghitung jumlah buah yang dipetik. Selanjutnya buah yang dipetik akan turun menuju wadah buah melalui jaring paranet yang dipasang pada corong. Wadah buah pada alat petik dilengkapi dengan sensor *Load Cell* sebagai penghitung berat buah hasil petik. Pengulangan pengukuran dapat dilakukan dengan menekan tombol *reset* yang terpasang pada alat, sehingga hasil penghitungan jumlah buah hasil petik akan kembali 0.

b. Rancangan fungsional

Rancangan fungsional menjelaskan fungsi dari masing – masing sensor dan komponen yang digunakan. Rancangan fungsional alat petik jeruk ini dapat dilihat pada Gambar 3.3



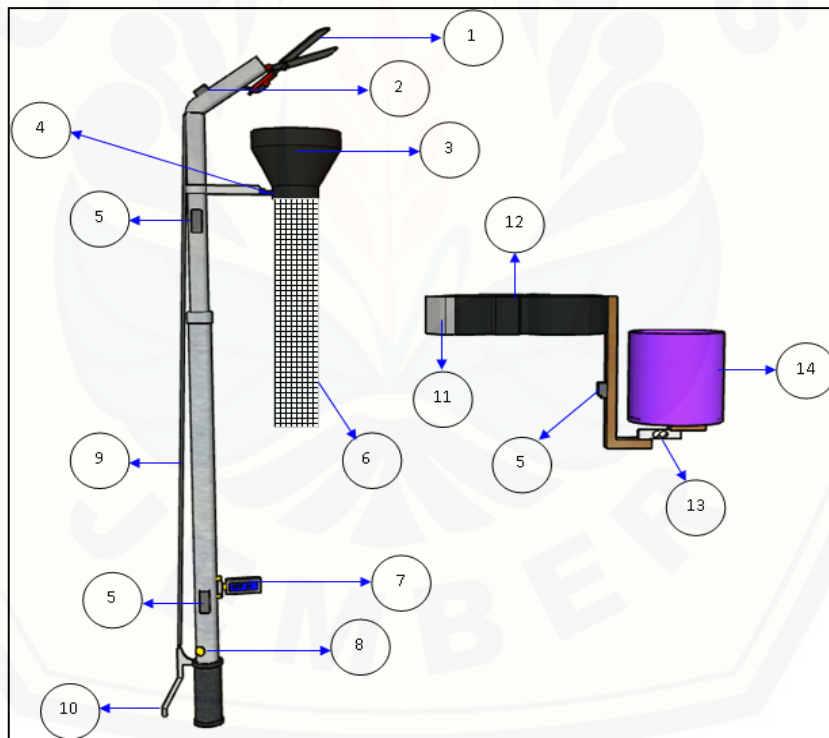
Gambar 3.3 Diagram rancangan fungsional

Gambar 3.3 menunjukkan diagram blok rancangan fungsional memiliki berbagai komponen yang saling berhubungan. Fungsi dari catu daya yaitu sebagai sumber energi yang dapat menyuplai daya papan Arduino untuk mengoperasikan semua sensor. Ketika papan Arduino dialiri daya, maka sensor – sensor yang terhubung dengan papan akan dialiri daya juga. Catu daya yang digunakan pada alat petik ini adalah *powerbank*. Selanjutnya fungsi Arduino Uno pada rangkaian alat ini adalah sebagai pengolah data dan pengatur sensor. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program yang dimasukkan ke dalam sistem Arduino. Program merupakan komponen yang penting untuk menjalankan komponen lain. Program dibuat melalui aplikasi Arduino IDE lalu ditransfer ke dalam mikrokontroler dan akan tersimpan sebagai sistem pengaturan. Program yang terdapat pada Arduino Uno bertujuan untuk mengolah data dengan membaca data hasil pengukuran dari sensor dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Fungsi sensor pada alat yaitu sebagai alat perekam data berat buah, jumlah buah, dan koordinat lokasi pemetikan. Sensor *Load Cell* berfungsi untuk mengukur berat buah yang telah dipetik, sensor Inframerah berfungsi untuk menghitung jumlah buah yang

dipetik dan perangkat GPS berfungsi untuk mengetahui lokasi ketika pemetikan buah jeruk berlangsung. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil data yang diperoleh dari pengoperasian sensor.

c. Rancangan struktural

Rancangan struktural merupakan proses perancangan desain alat petik jeruk. Rancangan struktural alat secara keseluruhan dibagi menjadi tiga bagian, bagian atas alat, bawah alat dan wadah buah. Bagian atas alat dilengkapi dengan gunting ranting, perangkat GPS, corong yang dimodifikasi dengan sensor inframerah dan jaring paranet, dan *port* RJ45. Pada bagian bawah alat dilengkapi dengan tuas rem, LCD, dan tombol *reset*. Selanjutnya bagian wadah buah dilengkapi dengan sensor *Load Cell*, wadah plastik, kotak mikrokontroler, dan sabuk.



Keterangan : (1) Gunting Ranting, (2) GPS, (3) Corong, (4) Sensor Inframerah, (5) *port* RJ45, (6) Jaring paranet, (7) LCD, (8) Tombol *reset*, (9) Kabel rem, (10) Tuas rem, (11) Kotak Arduino, (12) Sabuk wadah, (13) Sensor *Load Cell*, (14) Wadah buah

Gambar 3.4 Rancangan struktural alat petik jeruk

Berdasarkan Gambar 3.4 diketahui bahwa alat petik terdiri dari 2 bagian yaitu bagian alat pemotong dan bagian wadah buah. Pada alat pemotong buah diperlukan

bahan utama berupa tongkat alumunium dengan ukuran 150 cm. Bagian ujung tongkat nantinya akan dimodifikasi dengan gunting ranting. Selanjutnya posisi kemiringan dari gunting ranting terhadap alat disesuaikan hingga mendekati  $45^{\circ}$  dari tongkat. Pada bagian belakang gunting ranting pada alat dipasang dengan GPS Neo 6M dan corong yang telah dimodifikasi. Corong tersebut berdiameter 20 cm yang dipotong menjadi setengah bagian dimodifikasi dengan pipa paralon berdiameter 3" (tiga inch = 7,26 cm). Pipa tersebut dimodifikasi dengan sensor inframerah dan jaring paranet. Pada bagian ujung alat yang lainnya akan dipasang dengan tuas rem yang berfungsi untuk menggerakkan gunting ranting. Pada bagian atas tuas rem akan dipasang komponen LCD dan tombol *reset*. Pada bagian wadah buah dilengkapi dengan wadah plastik dengan ukuran diameter 20 cm dan tinggi 25 cm. selain itu terdapat juga sabuk dengan ukuran 150 cm yang dapat diatur sesuai dengan ukuran pinggang pengguna alat. Pada bagian sabuk dilengkapi juga dengan kotak mikrokontroler dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 10 cm dan tinggi 3 cm.

### 3.3.3 Tahap Perakitan Alat

Tahap perakitan alat meliputi berbagai macam proses yaitu penyambungan, pengeboran, pengecatan, dan pemasangan komponen penunjang alat.

#### a. Penyambungan

Penyambungan dilakukan dengan menggunakan mesin las listrik. Proses ini dilakukan untuk menyambungkan gunting ranting pada tongkat pemanen. Proses penyambungan menghasilkan tongkat modifikasi dengan gunting ranting pada bagian ujungnya.

#### b. Pengeboran

Pengeboran dilakukan menggunakan mesin bor tangan dengan diameter 3 mm dan 7 mm. Lubang hasil pengeboran menggunakan mata bor diameter 3 mm nantinya akan digunakan untuk kabel rem sehingga posisi kabel rem berada di dalam tongkat. Selain itu hasil pengeboran menggunakan mata bor 7 mm akan digunakan untuk engsel pada LCD.

#### c. Pengecatan

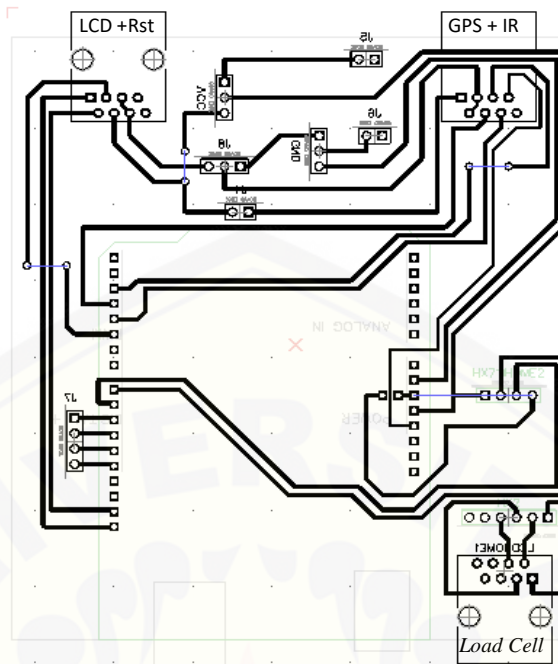
Pengecatan dilakukan dengan menggunakan cat semprot berwarna hitam pekat (*black matt*). Tujuan dari pengecatan ini yaitu melindungi alat dari korosi serta meningkatkan nilai estetika dari alat karena cat hitam tidak mudah kotor.

d. Perakitan

Perakitan dilakukan untuk menyatukan alat dengan komponen penunjang seperti corong dan wadah buah, tuas rem, dan komponen elektronika. Corong diletakkan pada bagian bawah gunting ranting agar buah yang telah dipotong dapat langsung masuk ke dalam corong untuk dihitung jumlahnya. Wadah buah dipasang pada sabuk khusus yang dapat disesuaikan dengan ukuran pinggang pengguna.

### 3.3.4 Tahap Perakitan Sensor

Tahap perakitan sensor dilakukan dengan merangkai komponen sensor dengan papan Arduino menggunakan kabel *jumper*. Bersamaan dengan perakitan sensor, penyusunan program juga dilakukan untuk mengetahui apakah sensor telah terhubung dengan papan Arduino atau tidak. Penyusunan program dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan menggunakan laptop dan beberapa aksesoris pendukung seperti *keyboard*, *mouse*, dan kabel *Unshielded Twisted Pair* (UTP). Penyusunan program dilakukan untuk menentukan langkah – langkah yang akan dilakukan oleh sensor menggunakan bahasa komputer dasar yaitu bahasa C++. Setelah penyusunan program berhasil dilakukan, mikrokontroler akan dimodifikasi dan dipasang pada papan cetak sirkuit atau *printed circuit board* (PCB). Hal ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan kabel *jumper* sehingga wadah mikrokontroler dapat berukuran lebih tipis dan ringan.



Gambar 3.5 Desain perakitan jalur sensor dan mikrokontroler pada PCB

Untuk menghubungkan mikrokontroler dengan sensor, maka dilakukan modifikasi dengan menambahkan komponen *port* RJ45 pada PCB dan masing – masing sensor. Ketika sensor telah terhubung dengan mikrokontroler Arduino, maka masing – masing sensor diletakkan sesuai dengan tempat dan fungsinya. Sensor inframerah diletakkan pada corong alat petik. Sensor berat akan dipasang pada wadah buah dan perangkat GPS akan dipasang pada bagian ujung atas alat.

### 3.3.5 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi merupakan proses yang digunakan untuk menstandarkan sensor pada alat petik buah jeruk. Pada tahap ini, sensor yang digunakan akan disesuaikan hingga berfungsi seperti peralatan standar yang sudah ada.

#### a. Sensor Inframerah

Sensor Inframerah dikalibrasi dengan meletakkan benda pada jarak tertentu, kemudian jarak penerimaan sinyal antara LED inframerah dengan fototransistor pada sensor disesuaikan. Dengan demikian sensor inframerah dapat menerima sinyal pada jarak yang telah ditentukan yaitu pada rentang 1 – 6 cm (d disesuaikan dengan diameter pipa paralon)

b. Sensor *Load Cell* 5 kg

Sensor *Load Cell* dikalibrasi setelah wadah buah dipasang pada sensor. Hasil yang ditunjukkan pada LCD akan menggambarkan berat buah hasil petik. Kalibrasi pada sensor *Load Cell* dilakukan dengan memberi pemberat yang memiliki berat 100 gram dan 500 gram. Hal ini dilakukan untuk menentukan nilai yang mendekati dengan nilai 0 gram, sehingga tingkat bias pada pengukuran berta buah dapat diminimalisir.

### 3.3.6 Uji Kinerja Sensor

Uji kinerja sensor merupakan tahap yang dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kemampuan sensor yang ada pada alat. Sensor yang diuji meliputi Sensor GPS, Sensor Inframerah dan Sensor *Load Cell*.

a. Sensor GPS

Pengujian dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi GPS pada alat. Cara yang dilakukan yaitu dengan menghitung selisih jarak (*error*) dari titik pengambilan sebenarnya terhadap titik koordinat GPS pada alat dan dua jenis gawai. Perbandingan spesifikasi dari masing – masing gawai disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perbandingan spesifikasi gawai yang digunakan

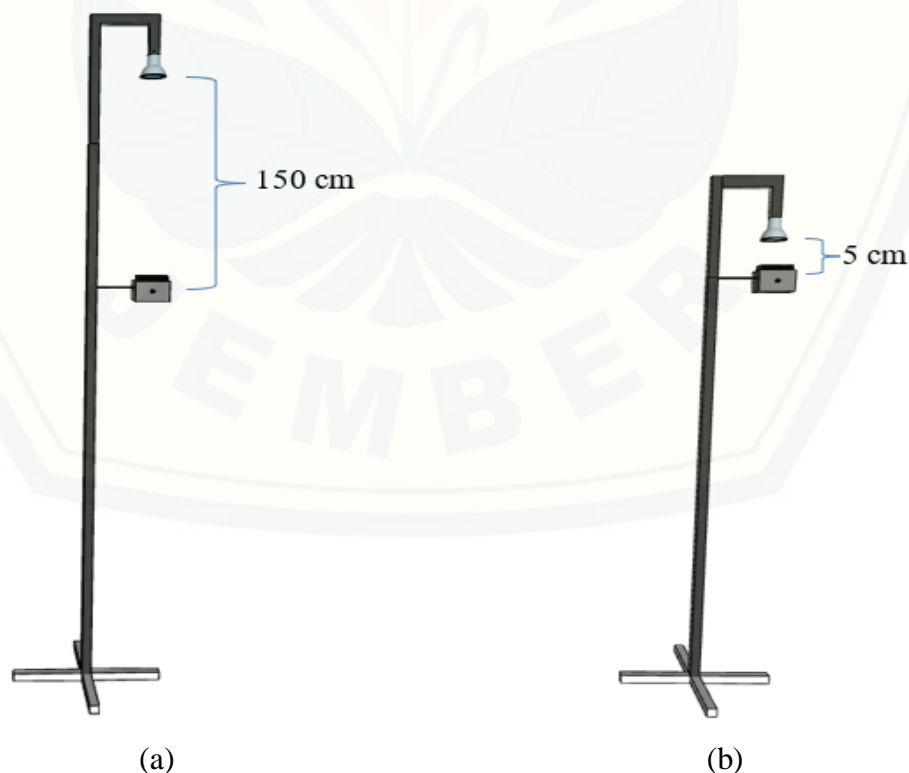
Parameter	Oppo	Asus
Tahun Produksi	2016	2019
Prosesor	Qualcomm Snapdragon 660 MSM8956	Mediatek MT 6750
Versi Android	Android v5.1.1	Android v8.1
Jenis GPS	A-GPS	A-GPS, GLONASS

Lokasi pengambilan data dibagi menjadi dua perlakuan yaitu lokasi pengambilan pertama berada di lokasi dengan banyak tutupan tanaman. Lokasi yang sesuai dengan persyaratan tersebut yaitu di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Lokasi pengambilan kedua berada di lokasi dengan sedikit tutupan. Lokasi yang sesuai dengan persyaratan tersebut yaitu di Agrotechnopark, Universitas Jember. Jumlah data yang diambil pada masing – masing lokasi yaitu 10 titik yang terpencar.



b. Data Sensor Inframerah

Pengujian dilakukan untuk menentukan besaran intensitas cahaya yang dapat diterima oleh sensor inframerah. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan memasang lampu halogen 50 Watt pada tiang dengan ketinggian 150 cm dari titik pengukuran. Pada titik pengukuran diletakkan Spektrometer yang berfungsi untuk menghitung intensitas cahaya dari sorotan lampu halogen. Selanjutnya ketinggian lampu halogen diturunkan 5 cm mulai dari ketinggian awal (150 cm) hingga berjarak 5 cm dari Spektrometer seperti pada Gambar 3.6. Hasil dari pengukuran tersebut yaitu besar intensitas cahaya pada masing – masing titik pengukuran. Selanjutnya hal serupa juga dilakukan pada corong modifikasi untuk mengetahui intensitas cahaya yang dapat diterima sensor. Setiap penurunan 5 cm dilakukan pengecekan kinerja sensor dengan melewati benda pada corong modifikasi hingga sensor tidak memberikan respon penangkapan sinyal. Ketika sensor tidak memberikan respon penangkapan sinyal, menandakan bahwa sensor tidak dapat menerima sinya sinar inframerah pada intensitas tersebut.



Gambar 3.6 (a) Posisi awal pengambilan data dan (b) posisi akhir pengambilan data

c. Data Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan untuk menentukan persentase kesalahan pengukuran pada sensor *Load Cell*. Proses pengukuran dilakukan dengan menimbang 30 sampel buah yang terbagi menjadi 3 kelompok. Masing – masing kelompok buah yang diukur yaitu Jeruk Keprok (Kp), Jeruk Manis (Jm), dan Jeruk Nipis (Js). Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan pada setiap sampel buah. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan 2 jenis alat ukur yang berbeda. Alat ukur pertama yang digunakan yaitu timbangan digital dengan tipe SF-400 dengan tingkat ketelitian 1 gram. Timbangan yang selanjutnya yaitu *Load Cell* pada wadah buah dengan tingkat ketelitian yang sama dengan timbangan digital yaitu 1 gram. Kapasitas maksimum dari kedua timbangan tersebut yaitu 5000 gram. Dalam penelitian ini, timbangan digital tipe SF-400 berperan sebagai timbangan yang terstandar, karena telah memiliki standar yang telah dikeluarkan oleh pabrik, sedangkan *Load Cell* berperan sebagai timbangan yang diteliti.

### 3.3.7 Analisis Data

Analisis data meliputi penentuan akurasi GPS pada alat, penentuan nilai intensitas cahaya maksimal yang dapat mempengaruhi kinerja sensor inframerah dan penentuan tingkat kesalahan pengukuran pada sensor *Load Cell*.

a. Penentuan akurasi GPS

Penentuan akurasi GPS dilakukan dengan cara menghitung selisih jarak antara titik pengambilan dengan GPS lainnya menggunakan persamaan *Haversine* (Nichat,2013) :

$$d = 2r \sin^{-1} \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \right) + \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \sin^2 \left( \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right)} \right) \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- |   |   |
|---|---|
| $d$ : Jarak antara dua titik.             | $r$ : Konstanta radius bumi (6371,1 km) |
| $\theta_1$ : Garis lintang titik pertama. | $\theta_2$ : Garis lintang titik kedua. |
| $\varphi_1$ : Garis bujur titik pertama.  | $\varphi_2$ : Garis bujur titik kedua   |

Standar akurasi GPS yaitu berkisar 1-5 meter. Jika nilai selisih hasil penghitungan melebihi 5 meter maka tingkat akurasi GPS dapat dikatakan rendah.

b. Penentuan intensitas cahaya maksimal sensor inframerah

Penentuan intensitas cahaya maksimal agar sensor inframerah dapat beroperasi dilakukan dengan cara menghitung nilai luminansi cahaya lampu halogen dengan menggunakan persamaan berikut (Zelviani dan Albar, 2018).

$$E = \frac{I}{r^2} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

$I$  = intensitas cahaya (cd)

$E$  = luminansi (lux atau lm/m<sup>2</sup>)

$r$  = jarak (m)

Persamaan (3.2) merupakan persamaan kuadrat terbalik yang menyatakan besar lumiansi cahaya lampu halogen merupakan hasil dari intensitas cahaya dibagi dengan kuadart jarak. Semakin besar jarak sumber cahaya terhadap titik pengamatan maka nilai intensitas cahaya akan semakin kecil.

c. Penentuan tingkat kesalahan pengukuran sensor *Load Cell*

Penentuan tingkat kesalahan pengukuran sensor *Load Cell* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan *Root Mean Squared Error* berikut (Yandra *et al.*, 2016).

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{D_{Obs}-D_{Kal}}{D_{Obs}}\right)^2}{n}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\%error = E_{RMS} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

$D_{obs}$  = Data Observasi (timbangan load cell)

$D_{kal}$  = Data Kalkulasi (timbangan digital)

$n$  = Jumlah Data

$E_{RMS}$  = root mean square error

Untuk menentukan hasil pengukuran pada masing-masing sampel dapat digunakan persamaan berikut (Manege *et al.*, 2017).

rata-rata hasil pengukuran Load Cell digunakan persamaan :

$$(\bar{W}) = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i)}{n} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

$(\bar{W})$  = Rerata hasil pengukuran

$W_i$  = Rerata data  $i$

$n$  = Jumlah sampel

Persentase kesalahan dan keberhasilan pengukuran pada Load Cell digunakan persamaan :

$$\%kesalahan = \left| \frac{W_{LC} - W_{TD}}{W_{LC}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\%ketelitian = 100\% - \%kesalahan \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

$W_{LC}$  = Hasil pengukuran *Load Cell*

$W_{TD}$  = Hasil pengukuran timbangan digital SF-400

Hasil dari penghitungan dengan menggunakan persamaan akan dilakukan analisis hubungan antara berat sampel dengan selisih berat hasil pengukuran sampel dengan menggunakan sensor *Load Cell*

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama proses perancangan, perakitan dan uji kinerja didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat petik jeruk hasil perakitan memiliki ukuran 170 cm yang terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu tongkat petik, wadah buah dan kotak mikrokontroler.
2. Akurasi GPS alat di lokasi Agrotechnopark, Universitas Jember sebesar 2,360 meter dan pada lokasi Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember sebesar 5,912 meter.
3. Intesitas cahaya sebesar 201,299 candela atau 2236,7 lux merupakan batas maksimal yang dapat diterima oleh sensor inframerah untuk beroperasi.
4. *Error* pengukuran pada sensor *Load Cell* sebesar 1,83% dan berat sampel mempengaruhi tingkat selisih pengukuran pada *Load Cell*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun saran-saran sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui hubungan berat buah terhadap tingkat *error* pengukuran, maka diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan sensor berat dengan kapasitas yang lebih besar.
2. Untuk meningkatkan kemampuan sensor inframerah dalam menghasilkan data maka diperlukan adanya perbaikan atau penambahan pelindung yang dapat mengurangi intensitas cahaya.

**DAFTAR PUSTAKA**

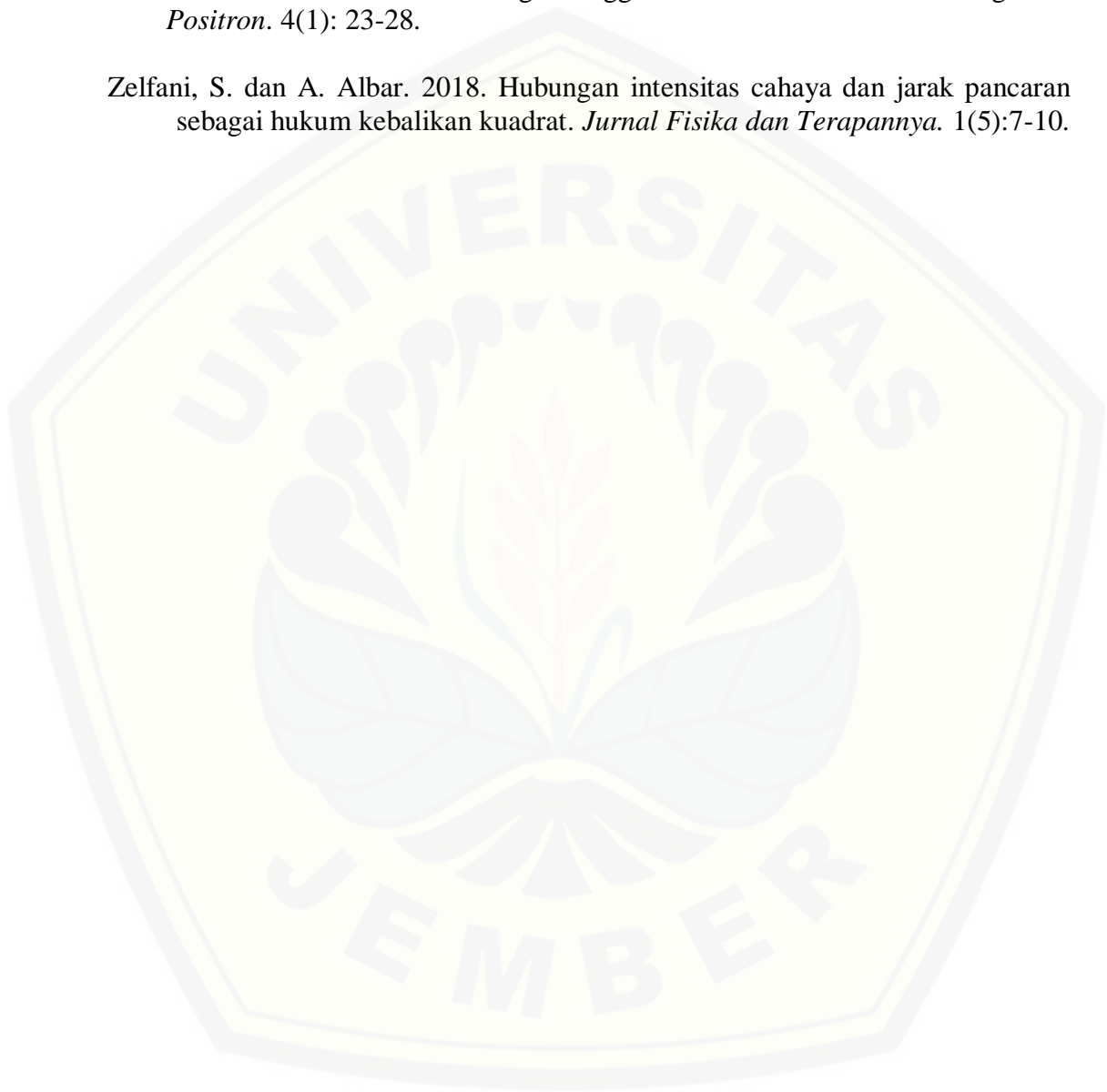
- Andayani, S. 2016. Tips Membedakan Jenis Jeruk. <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/tips-membedakan-jenis-jeruk/>. [Diakses pada 10 Mei 2020].
- Atıncı, P. 2008. Accuracy analysis of gps positioning near the forest environment. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 29(2):189-199.
- Dermawan, T., Sukarsono, dan E. P. Handayani. 2018. Analisa Load Cell Sebagai Sensor Untuk Penimbang Bahan. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*. 24 Juli 2018. *STTN-BATAN* :129-132.
- Fansuri, B. A. 2015. Teknologi Kunci Pasca Panen Dalam Meningkatkan Daya Saing Jeruk Keprok SoE – Balitjestro. <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/teknologi-kunci-pasca-panen-dalam-meningkatkan-daya-saing-jeruk-keprok-soe/>. [Diakses pada 25 Mei 2020].
- Gustomo, B. 2015. *Pengenalan Arduino dan Pemrogramannya*. Bandung: Informatika Bandung.
- Kanisius, A. A. 2006. *Budi Daya Tanaman Jeruk*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kurnianto, A. 2018. Load Cell/Sensor Berat. <https://www.semesin.com/project/2018/03/12/loadcell-sensor-berat/>. [Diakses pada tanggal 3 Juni 2020].
- Kusriyanto, M. dan A. Saputra. 2017. Rancang bangun timbangan digital terintegrasi informasi bmi dengan keluaran suara berbasis arduino mega 2560. *Teknoin*. 22(4):269–275.
- Manege, P. M. N., E. K. Allo, dan Bahrin. 2017. Rancang bangun timbangan digital dengan kapasitas 20kg berbasis *microcontroller*. *E-Jurnal Teknik Elektro*. 6(1):57-62.
- Mazidi, M.A., Naimi, S., Naimi, S. 2010. *AVR Microcontroller and Embedded Systems : Using Assembly and C*. United States: Pearson Education.
- National Aeronautics and Space Administration. 2010. *Anatomy of an Electromagnetic Wave*. [https://science.nasa.gov/ems/02\\_anatomy](https://science.nasa.gov/ems/02_anatomy). [Diakses pada tanggal 28 Juni 2020].

- National Aeronautics and Space Administration. 2010. *Introduction to the Electromagnetic Spectrum*. [http://science.nasa.gov/ems/01\\_intro](http://science.nasa.gov/ems/01_intro). [Diakses pada tanggal 22 Juni 2020].
- Nichat, M.K. 2013. Landmark based shortest path detection by using a\* algorithm and haversine formula. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*. 1(2):6
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013. *Pedoman Panen, Pasca Panen, Dan Pengelolaan Bangsal Pasca Panen Hortikultura Yang Baik*. 24 Juli 2013. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 947. Jakarta.
- Rukmana, R. 2003. *Jeruk Nipis, Prospek Agribisnis, Budi Daya & Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rumagit, F. D., J. O. Wuwung, S. R. U. A. Sompie, B. S. Narsiang. 2015. Perancangan sistem switching 16 lampu secara nirkabel menggunakan remote control. *Teknik Elektro-FT*. 5: 1-5.
- Santoso, H. 2016. *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula V.1*. Trenggalek: elangsakti.
- Siregar, S. A., S. B. Daulay, S. Panggabean., dan R. Sigalinging. 2012. Uji jenis mata pisau pada alat pemetik buah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 1(1) 94-96.
- Small, E. E., K. M. Larson, dan J. Braun. Sensing vegetation growth with reflected GPS signal. *Geophysical Research Letter*. 2010. 37:1-5.
- Soelarso, R. B. 1996. *Budidaya Jeruk Bebas Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius.
- Steenis, V. 1975. *Flora Voor de Scholen in Indonesie*. Terjemahan oleh M. Sorjowinoto. 1988. *Flora Untuk Tanaman di Indonesia*. Cetakan Kelima. Jakarta Pusat: P.T. Pradnya Paramita.
- Suparlan., R. Gultom., P. Widodo., dan Supriyanto. 2006. Rekayasa dan evaluasi kinerja alat pemetik buah mangga. *Jurnal Enjiniring Pertanian*. 4(2) 53 – 60.
- Sutopo. 2012. Kelemahan Revitalisasi Jeruk Nasional – Balitjestro. <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/kelemahan-revitalisasi-jeruk-nasional/>. [Diakses pada 12 Mei 2020].
- Voudoukis, N., dan S. Oikonomidis. 2017. Inverse square law for light and radiation: a unifying educational approach. *European Journal of Engineering Research and Science*. 2(11):23-27.

Wing, M. G., A. Eklund dan L. D. Kellog, 2005. Consumer grade global positioning system (GPS) accuracy and reliability. *Journal of Forestry*. 103(4): 169 – 173.

Yandra, E. F., Boni P. L., dan Muh I. J. 2016. Rancang bangun timbangan digital berbasis sensor beban 5 kg menggunakan mikrokontroler atmega328. *Positron*. 4(1): 23-28.

Zelfani, S. dan A. Albar. 2018. Hubungan intensitas cahaya dan jarak pancaran sebagai hukum kebalikan kuadrat. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. 1(5):7-10.





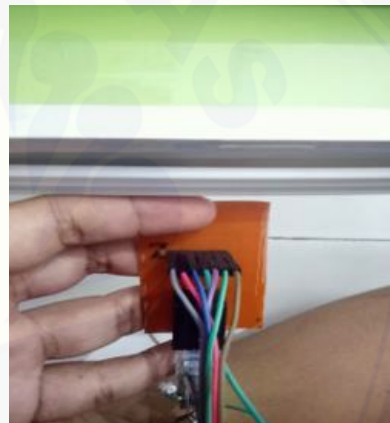
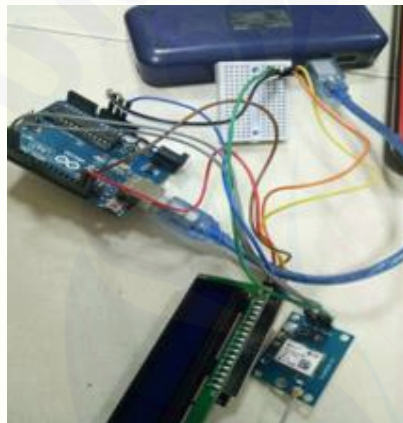


**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

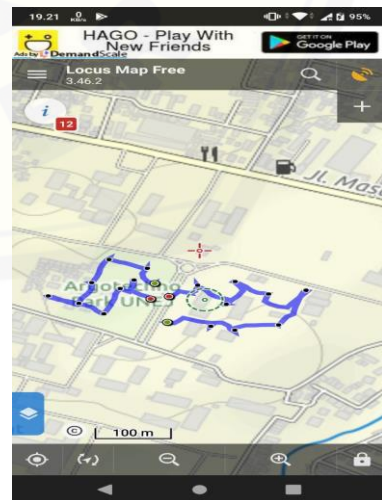
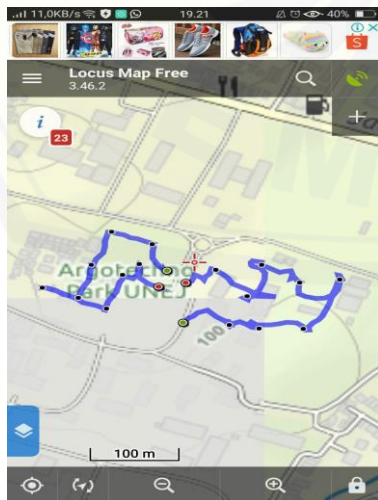
**Lampiran 4.1** Proses pengrakitan alat dan sensor serta uji coba alat.



Perakitan alat panen jeruk



Perakitan sensor



Pengambilan data lokasi menggunakan aplikasi *Locus Map* pada gawai Oppo dan Asus



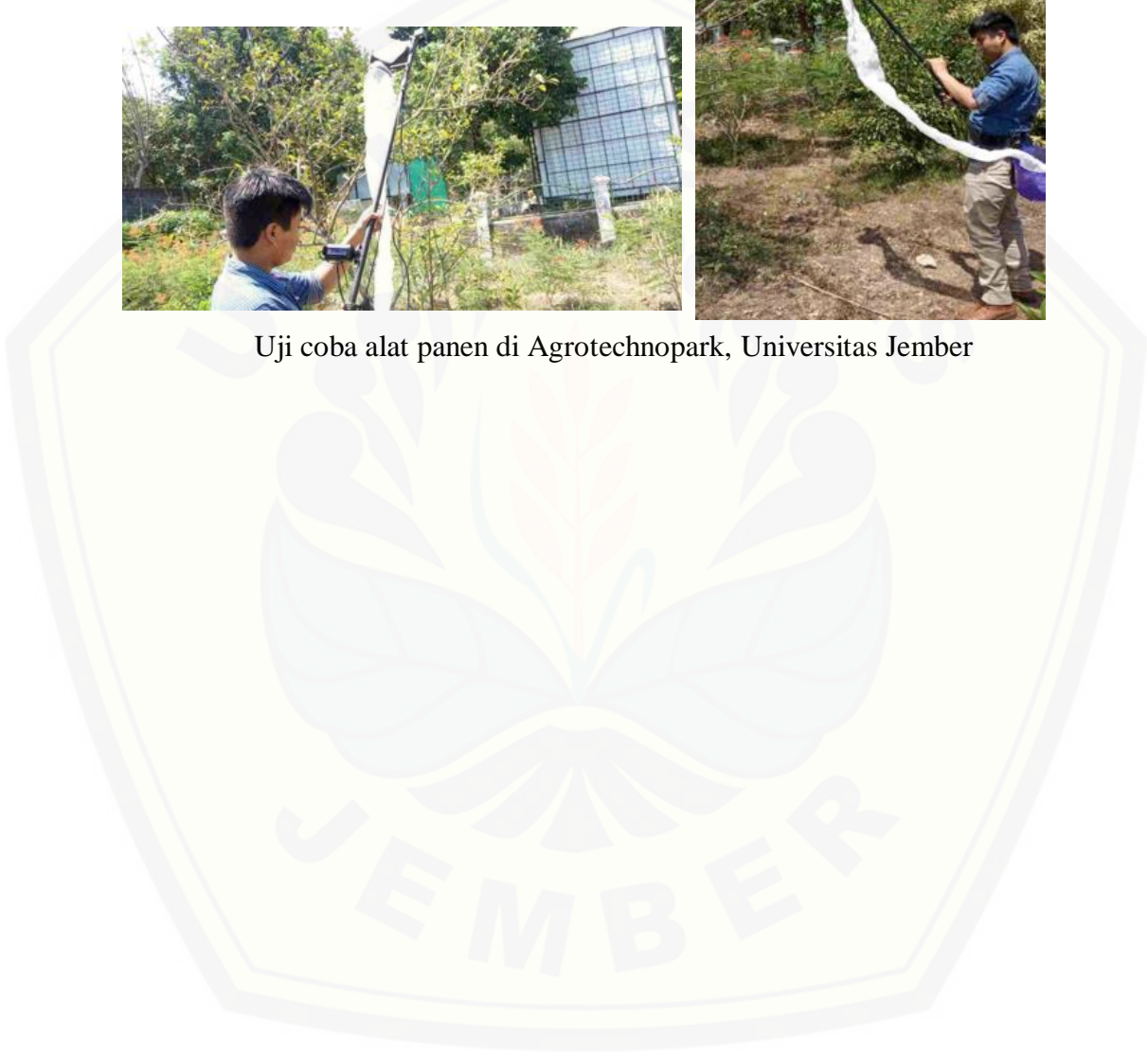
Pengujian sensor inframerah



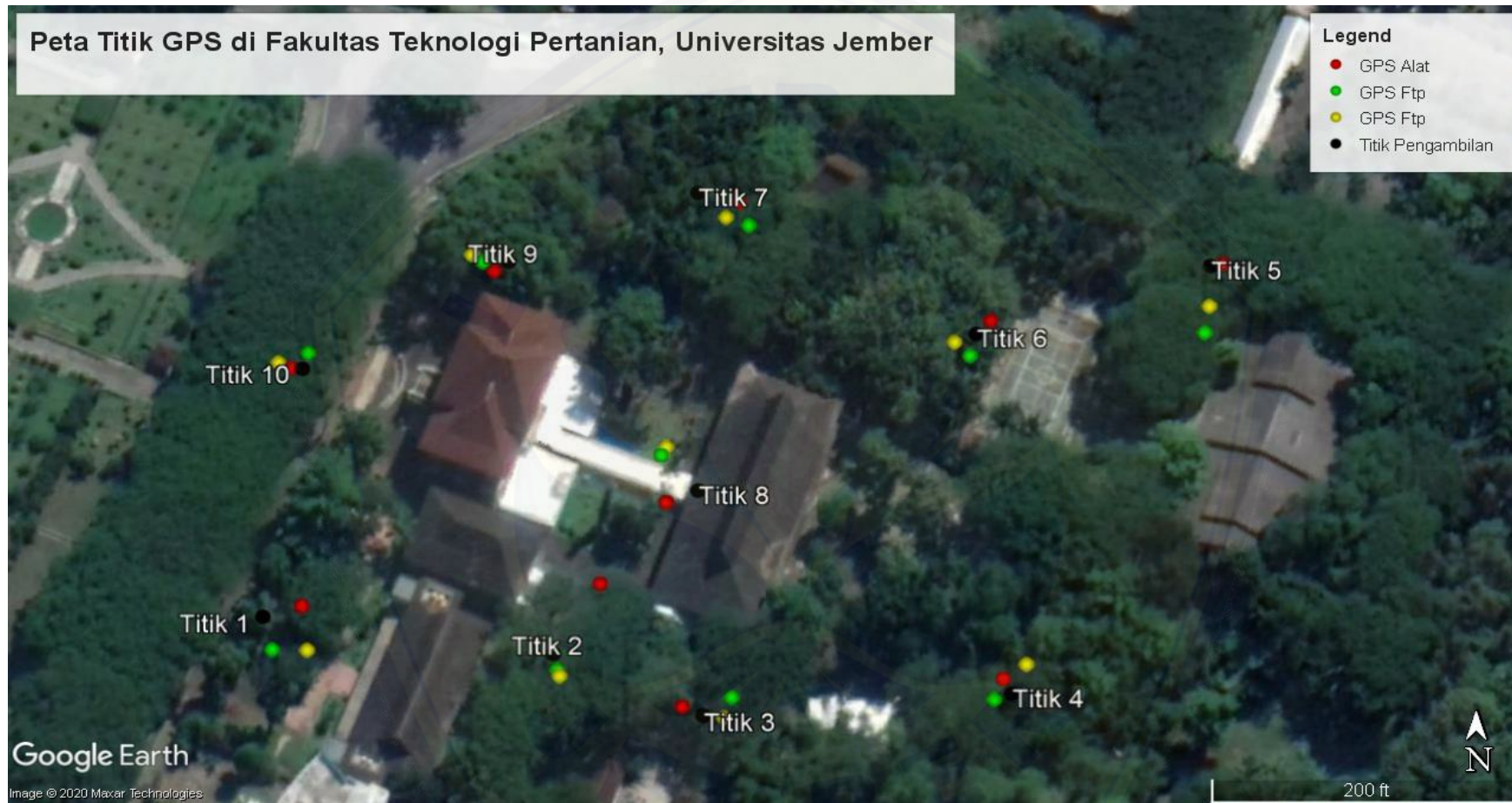
Pengujian sensor Load Cell

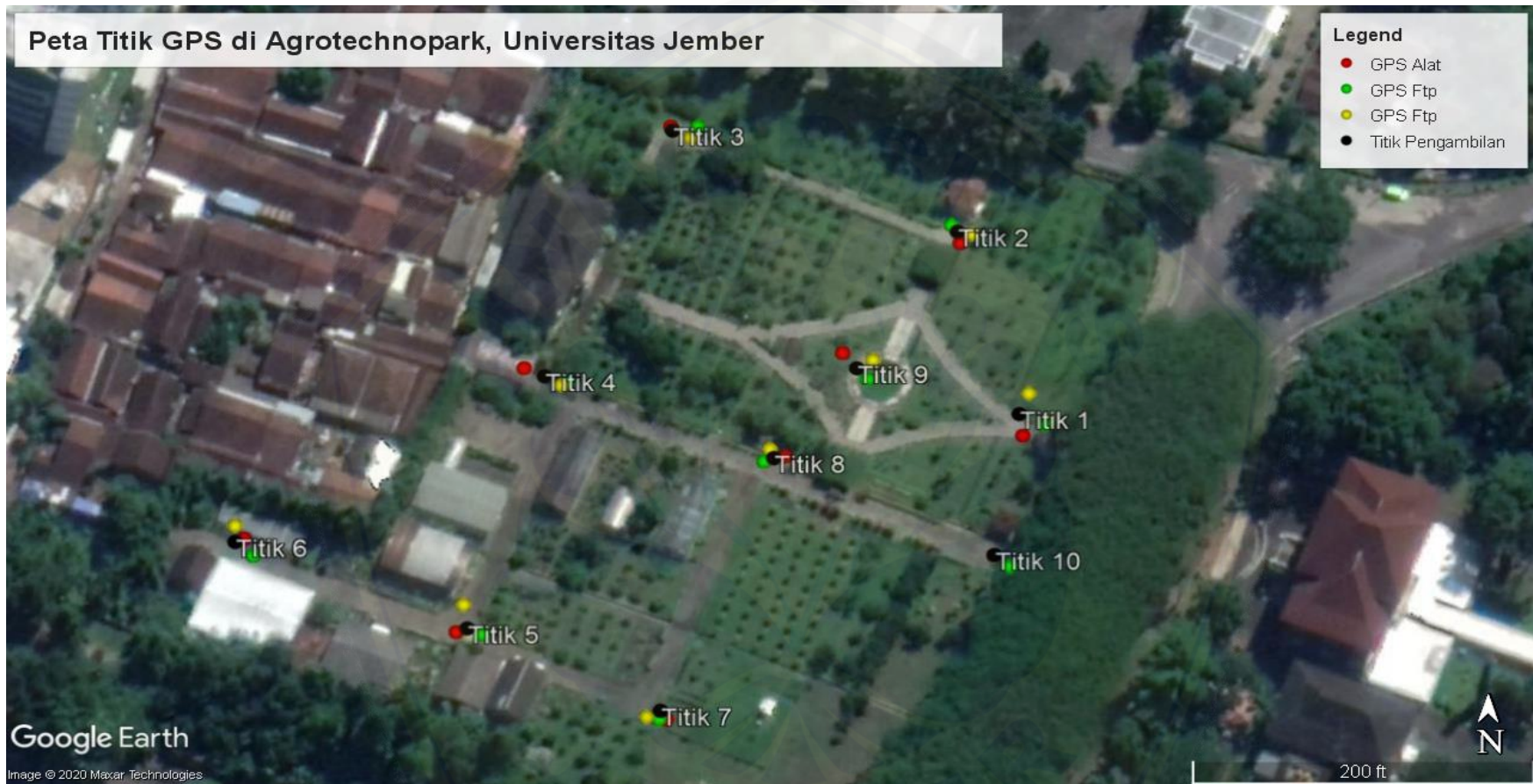


Uji coba alat panen di Agrotechnopark, Universitas Jember



Lampiran 4.2 Peta Hasil Pengolahan Data Koordinat dan Penghitungan Jarak Menggunakan Persamaan *Haversine*





Penghitungan Selisih Jarak GPS Menggunakan *Haversine* pada Titik GPS 1 Alat, Fakultas Teknologi Pertanian.

$$d = 2r \sin^{-1} \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \right) + \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \sin^2 \left( \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right)} \right)$$

Satuan permukaan bola merupakan sudut (dalam radians) maka,

$$\begin{aligned} \sin^2 \frac{\theta_2 - \theta_1}{2} &= \frac{\text{Radians}(\theta_1) - \text{Radians}(\theta_2)}{2} \\ &= \frac{\text{Radians}(-8,162811) - \text{Radians}(-8,162891)}{2} \\ &= \frac{0,142468277 - (-0,142467928)}{2} \\ &= -0,00000017453 \end{aligned}$$

$$\sin^2 - 0,00000017453 = 3,046\text{E}^{-14}$$

$$\begin{aligned} \cos(\theta_1) &= \cos(\text{Radians}(-8,162811)) \\ &= 0,9898685 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos(\theta_2) &= \cos(\text{Radians}(-8,162891)) \\ &= 0,9898686 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \left( \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) &= \frac{\text{Radians}(\varphi_1) - \text{Radians}(\varphi_2)}{2} \\ &= \frac{\text{Radians}(113,718598) - \text{Radians}(113,718666)}{2} \\ &= \frac{1,984763956 - 1,984765143}{2} \\ &= 0,00000059341 \end{aligned}$$

$$\sin^2 0,00000059341 = 3,521\text{E}^{-13}$$

$$\cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \sin^2 \left( \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) = 3,45\text{E}^{-13}$$

$$\begin{aligned} d &= 2 * 6371,1 * \sin^{-1} \left( \sqrt{3,046\text{E}^{-14} + 3,45\text{E}^{-13}} \right) \\ &= 12742,2 * 6,128\text{E}^{-7} \\ &= 0,0078082 \text{ km} \\ &= 7,808 \text{ meter} \end{aligned}$$

**Lampiran 4.3** Data Intensitas Cahaya pada Titik Pengambilan dan Pengukuran Luminansi Cahaya

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
290	61	62	53	47	42	42	41	36	35	35	35	34	33	30	33
291	58	60	52	44	41	40	39	34	32	33	32	32	29	27	32
292	58	60	52	44	40	40	39	34	33	32	32	32	29	26	31
293	58	58	50	44	39	38	39	34	33	31	31	32	28	26	30
294	61	62	54	46	43	42	42	36	37	35	33	36	32	30	35
295	63	62	54	47	43	42	44	36	36	35	34	37	33	30	34
296	63	61	53	47	43	42	44	37	35	35	35	37	32	30	32
297	62	62	54	47	43	42	42	38	36	36	34	37	31	31	33
298	58	59	52	44	41	39	40	35	34	34	31	36	30	29	31
299	59	58	51	42	41	40	39	34	32	34	31	34	30	28	31
300	60	60	52	42	41	41	39	34	32	34	32	34	29	28	32
301	63	62	54	45	42	42	41	35	34	35	34	34	30	28	32
302	62	60	52	46	40	40	39	33	33	34	32	33	28	25	30
303	62	60	51	47	41	40	40	34	33	34	31	34	29	26	31
304	62	61	53	47	42	41	41	35	34	34	32	34	31	27	32
305	61	60	53	45	40	39	40	34	33	33	30	34	30	25	32
306	64	61	54	46	41	40	41	36	34	34	32	36	31	27	33
307	63	61	53	47	40	39	41	36	34	32	31	36	31	28	32
308	66	64	57	50	43	41	44	38	38	35	34	38	33	30	33
309	66	61	56	47	42	41	44	36	36	34	33	37	32	28	31
310	64	59	55	45	41	40	42	35	35	34	32	35	31	28	30
311	63	60	56	46	42	40	42	36	35	34	33	35	31	30	31
312	62	61	55	45	41	39	41	35	34	32	32	34	30	29	31
313	62	61	56	44	42	40	40	34	34	34	33	35	31	29	32
314	64	63	58	47	43	42	41	36	37	37	35	36	32	30	32
315	64	64	58	47	41	40	41	34	36	35	36	35	30	29	30



$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
316	63	63	57	47	41	39	42	32	35	34	35	35	31	28	29
317	63	63	58	49	43	40	43	33	36	36	35	36	33	29	30
318	66	66	60	50	44	41	44	36	38	38	37	37	34	31	33
319	63	62	58	48	41	39	41	34	36	34	34	35	30	28	31
320	66	64	61	50	43	42	43	37	38	36	37	37	33	30	33
321	67	65	60	49	42	43	44	37	38	37	37	37	32	30	32
322	66	63	57	48	42	43	42	35	37	36	36	35	31	29	31
323	66	63	55	48	41	43	42	34	36	34	35	34	32	29	32
324	64	64	55	48	41	42	41	34	36	35	35	34	31	27	33
325	64	63	56	49	41	42	42	36	38	38	35	35	30	28	33
326	63	63	56	49	41	41	40	34	36	36	33	34	29	27	31
327	62	62	56	49	41	40	39	34	34	34	33	33	28	28	31
328	64	64	57	49	44	42	42	37	36	37	35	35	31	30	33
329	64	64	56	48	43	41	41	35	36	36	33	35	32	27	31
330	67	66	58	48	44	42	42	36	36	37	35	36	33	28	32
331	67	66	58	48	43	41	43	37	36	38	35	35	33	28	32
332	68	67	60	48	44	42	44	38	37	39	36	37	34	29	33
333	66	65	59	46	43	39	41	35	35	38	35	35	32	29	31
334	67	66	58	48	44	40	43	35	35	37	36	34	32	30	32
335	68	67	59	50	45	42	43	35	36	38	37	35	33	32	32
336	66	65	57	49	43	39	40	32	35	36	34	34	29	29	30
337	66	66	57	49	43	40	41	33	34	35	33	34	30	29	31
338	69	69	58	52	46	43	42	36	36	37	35	37	32	30	33
339	69	71	59	53	46	46	44	37	37	38	36	38	34	32	34
340	67	68	58	51	43	44	42	36	36	37	34	36	33	30	33
341	67	68	57	51	43	42	40	34	36	36	34	35	33	29	32
342	69	70	59	52	46	44	43	35	39	38	36	37	35	31	33
343	68	68	59	51	46	44	43	35	39	38	36	36	34	31	33
344	68	66	58	50	44	42	42	34	38	37	35	34	33	30	32
345	69	67	58	51	44	43	42	35	39	36	36	35	33	30	34

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
316	63	63	57	47	41	39	42	32	35	34	35	35	31	28	29
317	63	63	58	49	43	40	43	33	36	36	35	36	33	29	30
318	66	66	60	50	44	41	44	36	38	38	37	37	34	31	33
319	63	62	58	48	41	39	41	34	36	34	34	35	30	28	31
320	66	64	61	50	43	42	43	37	38	36	37	37	33	30	33
321	67	65	60	49	42	43	44	37	38	37	37	37	32	30	32
322	66	63	57	48	42	43	42	35	37	36	36	35	31	29	31
323	66	63	55	48	41	43	42	34	36	34	35	34	32	29	32
324	64	64	55	48	41	42	41	34	36	35	35	34	31	27	33
325	64	63	56	49	41	42	42	36	38	38	35	35	30	28	33
326	63	63	56	49	41	41	40	34	36	36	33	34	29	27	31
327	62	62	56	49	41	40	39	34	34	34	33	33	28	28	31
328	64	64	57	49	44	42	42	37	36	37	35	35	31	30	33
329	64	64	56	48	43	41	41	35	36	36	33	35	32	27	31
330	67	66	58	48	44	42	42	36	36	37	35	36	33	28	32
331	67	66	58	48	43	41	43	37	36	38	35	35	33	28	32
332	68	67	60	48	44	42	44	38	37	39	36	37	34	29	33
333	66	65	59	46	43	39	41	35	35	38	35	35	32	29	31
334	67	66	58	48	44	40	43	35	35	37	36	34	32	30	32
335	68	67	59	50	45	42	43	35	36	38	37	35	33	32	32
336	66	65	57	49	43	39	40	32	35	36	34	34	29	29	30
337	66	66	57	49	43	40	41	33	34	35	33	34	30	29	31
338	69	69	58	52	46	43	42	36	36	37	35	37	32	30	33
339	69	71	59	53	46	46	44	37	37	38	36	38	34	32	34
340	67	68	58	51	43	44	42	36	36	37	34	36	33	30	33
341	67	68	57	51	43	42	40	34	36	36	34	35	33	29	32
342	69	70	59	52	46	44	43	35	39	38	36	37	35	31	33
343	68	68	59	51	46	44	43	35	39	38	36	36	34	31	33
344	68	66	58	50	44	42	42	34	38	37	35	34	33	30	32
345	69	67	58	51	44	43	42	35	39	36	36	35	33	30	34

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
346	67	64	58	50	43	40	41	33	36	33	34	33	32	27	31
347	68	65	59	52	43	40	41	33	36	33	35	35	33	28	30
348	70	68	61	53	46	43	44	36	38	36	37	37	36	30	33
349	69	69	61	53	47	44	43	36	37	37	37	37	35	29	33
350	69	68	60	51	45	44	41	35	36	37	36	36	34	28	32
351	70	68	61	51	45	44	42	36	38	38	37	36	34	29	33
352	72	70	64	52	48	45	44	38	40	41	38	38	36	32	36
353	71	70	62	52	47	44	45	37	39	39	37	38	35	32	35
354	71	71	62	52	46	44	45	38	38	38	37	39	35	30	34
355	73	71	61	52	47	44	43	37	38	37	36	38	35	30	35
356	70	69	59	51	44	41	41	34	35	35	34	36	31	27	32
357	72	71	60	52	44	42	42	35	36	36	34	36	31	28	33
358	75	73	63	53	45	45	43	37	37	38	36	37	33	30	35
359	75	74	64	55	46	46	44	37	38	37	37	38	34	29	35
360	73	73	64	55	46	45	44	36	39	37	36	35	33	29	33
361	74	72	64	56	45	45	45	35	39	37	36	34	33	29	32
362	76	75	66	58	46	47	47	38	40	39	39	37	35	32	33
363	76	75	65	58	46	47	47	39	40	39	39	36	34	32	32
364	78	77	64	57	47	47	48	39	40	39	38	37	33	32	33
365	79	78	67	58	48	48	48	41	41	41	38	38	35	34	35
366	77	76	65	57	46	45	45	40	38	39	36	37	34	31	33
367	77	76	65	56	45	45	44	38	38	37	36	34	34	29	33
368	78	78	67	57	47	46	44	38	38	39	38	35	35	30	34
369	79	78	66	57	47	46	45	38	38	39	39	37	34	31	34
370	78	77	66	57	46	45	44	37	37	37	38	35	33	29	33
371	77	76	66	56	44	45	44	36	37	38	37	34	32	29	32
372	77	78	66	56	44	45	45	35	38	38	37	35	32	29	31
373	79	78	66	56	45	45	44	34	38	37	37	35	32	29	32
374	82	81	69	58	47	47	45	36	39	39	38	36	33	30	35
375	83	83	70	60	49	47	46	37	40	39	38	38	35	32	34

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
376	84	83	70	59	47	47	44	37	40	38	38	36	35	32	32
377	87	84	72	61	49	48	46	38	41	40	39	37	36	33	34
378	89	86	74	61	51	50	46	39	41	40	39	40	37	32	36
379	89	86	74	61	51	49	47	39	40	38	38	41	36	31	36
380	89	86	74	62	50	48	47	38	40	38	37	40	35	31	34
381	90	87	73	60	49	47	46	37	40	36	36	38	34	30	32
382	92	90	75	61	50	49	47	39	42	37	38	40	35	32	33
383	92	90	74	61	50	48	47	39	40	36	38	39	35	31	33
384	92	89	74	61	50	47	46	38	38	35	37	38	34	31	32
385	94	95	78	65	53	50	48	41	42	39	40	40	37	34	34
386	95	98	80	66	53	53	49	42	43	41	41	40	39	35	35
387	98	100	82	67	53	53	50	43	44	42	42	41	38	35	36
388	100	101	83	67	54	53	51	45	44	43	43	42	39	35	36
389	100	100	83	66	54	52	50	45	43	42	42	40	38	34	36
390	102	102	84	67	54	52	50	44	42	41	40	39	37	33	36
391	105	104	85	69	54	54	52	45	42	42	41	40	37	34	37
392	107	104	86	70	56	54	52	44	43	43	41	40	37	34	37
393	106	103	84	70	55	52	50	41	41	41	39	39	36	31	35
394	108	104	86	71	56	52	49	42	41	41	39	40	37	31	35
395	112	105	89	72	58	54	52	45	42	41	41	41	39	33	37
396	114	108	90	73	61	54	51	46	42	43	41	41	38	33	37
397	116	111	92	75	61	54	51	46	42	45	42	42	38	34	36
398	121	116	96	78	61	56	53	48	44	47	44	44	40	35	39
399	122	118	97	78	62	56	53	48	45	46	43	42	40	35	38
400	126	121	99	79	62	58	55	49	46	45	43	43	40	36	37
401	129	123	100	80	62	59	55	49	46	45	44	42	41	36	38
402	130	125	102	80	61	58	54	49	45	44	43	39	39	35	37
403	133	127	105	82	62	60	56	51	47	45	44	42	39	38	38
404	136	129	107	84	64	60	57	50	47	48	45	43	40	37	39
405	136	130	106	84	62	59	53	48	46	45	42	41	38	35	36

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
406	140	134	109	86	63	61	56	50	46	46	44	42	40	36	37
407	144	138	113	89	66	64	59	53	48	48	46	44	43	38	40
408	148	142	116	91	69	66	60	54	50	49	46	45	44	39	42
409	149	143	117	93	69	66	61	55	50	49	46	45	44	39	42
410	152	146	118	94	68	65	60	55	51	48	46	44	43	38	42
411	157	152	122	97	71	68	62	56	54	50	48	47	45	41	44
412	159	156	123	97	71	69	62	55	52	50	46	46	44	40	43
413	159	157	124	96	70	68	61	53	50	49	45	45	43	38	41
414	164	161	128	100	72	70	62	54	51	50	47	47	44	39	42
415	167	163	130	102	73	71	62	55	52	50	46	47	45	39	42
416	170	166	133	102	73	71	64	54	50	49	45	46	44	39	41
417	174	169	136	103	74	71	65	54	50	49	46	46	44	40	41
418	177	172	139	104	74	71	65	53	50	48	46	45	43	38	42
419	184	177	142	108	76	73	67	56	52	50	47	46	44	40	43
420	189	182	147	113	79	77	70	60	56	53	50	49	47	42	45
421	192	186	148	113	79	77	69	59	56	51	48	48	45	40	44
422	198	191	153	117	82	80	71	61	55	53	51	49	46	41	45
423	203	196	159	122	85	84	74	63	58	57	54	54	48	45	47
424	206	199	160	122	85	84	74	62	59	57	53	53	45	45	47
425	207	200	159	121	83	83	71	61	55	54	51	49	42	42	44
426	211	204	164	124	84	83	72	63	56	54	51	50	45	42	44
427	218	211	169	129	88	86	76	66	59	56	54	52	48	45	47
428	222	214	171	130	89	87	76	65	59	56	52	52	48	44	46
429	226	216	174	132	88	87	76	64	59	56	53	52	47	44	46
430	231	222	179	136	90	89	79	66	60	57	55	54	50	45	47
431	235	225	182	137	90	91	79	65	59	57	55	53	50	46	46
432	240	230	186	139	92	92	81	65	60	58	56	54	50	47	47
433	248	238	191	145	96	97	84	70	63	62	59	56	52	48	48
434	253	242	195	148	98	97	86	73	64	62	59	56	53	48	48
435	260	248	201	152	101	98	88	74	65	63	60	58	55	51	50

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
436	266	251	203	156	102	100	87	74	65	63	61	57	56	52	51
437	270	254	206	156	100	99	84	72	64	60	59	56	53	49	49
438	276	260	211	158	104	101	87	73	67	62	61	59	55	50	51
439	282	264	216	163	107	104	89	76	68	64	63	59	57	51	52
440	288	268	218	165	107	103	87	74	67	64	62	58	55	50	50
441	296	278	223	169	110	105	90	77	69	66	64	60	56	52	52
442	304	290	229	174	114	110	95	81	72	69	65	62	57	54	53
443	307	295	232	176	113	111	94	79	70	68	65	62	55	53	52
444	316	305	239	183	117	116	99	83	74	71	70	66	58	57	54
445	326	313	246	188	123	119	104	86	78	73	73	68	61	60	57
446	334	322	252	190	126	123	106	87	80	73	74	68	63	59	57
447	338	326	257	192	125	124	105	88	80	71	72	67	63	58	57
448	344	331	262	197	127	125	107	90	81	73	73	67	64	59	58
449	351	337	267	200	129	125	109	90	80	74	73	66	64	59	57
450	357	342	273	204	132	127	111	91	80	74	72	67	63	59	58
451	364	347	278	207	134	128	111	91	80	73	72	67	61	59	58
452	373	352	284	212	138	132	114	93	82	75	74	68	64	60	61
453	380	357	288	214	139	133	114	93	82	74	74	69	64	58	61
454	386	364	294	218	140	135	115	93	82	76	75	70	64	59	60
455	396	373	302	225	146	143	121	98	88	80	79	75	69	64	64
456	406	381	307	230	149	145	123	100	92	82	79	77	71	65	65
457	411	386	309	231	150	145	123	101	90	80	79	74	69	64	63
458	423	397	317	237	155	148	128	105	93	82	81	77	73	68	65
459	430	404	322	239	156	149	129	106	93	82	81	77	73	67	65
460	437	411	325	241	155	150	128	106	92	82	81	73	70	65	64
461	447	421	333	248	160	154	132	107	94	85	83	76	72	67	65
462	456	430	340	254	164	157	135	108	95	86	84	77	74	68	67
463	466	440	347	260	167	160	136	109	96	88	85	78	73	68	68
464	474	449	352	264	170	164	138	112	97	89	86	80	73	71	68
465	485	458	359	268	173	166	141	113	97	90	88	81	74	72	68

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
466	497	470	368	275	177	169	142	115	100	92	90	82	77	73	70
467	508	480	377	282	181	174	145	119	104	94	93	85	81	76	73
468	522	493	385	288	184	178	148	121	105	94	94	86	82	77	73
469	534	503	394	296	189	182	152	125	107	97	96	88	84	78	74
470	544	513	403	302	193	186	157	128	110	99	98	90	86	79	76
471	555	525	412	307	197	190	158	130	112	98	98	91	84	79	78
472	566	534	419	313	199	193	159	130	113	99	99	91	83	80	78
473	579	546	429	319	202	196	163	132	116	101	101	93	84	81	78
474	586	555	435	321	204	198	163	132	115	102	100	92	84	80	78
475	595	564	442	325	206	199	166	134	116	103	103	94	86	82	79
476	611	577	453	333	212	203	171	139	121	106	108	95	89	83	81
477	620	586	459	336	213	204	173	139	123	105	106	94	89	83	80
478	631	597	468	343	217	208	177	142	126	109	109	97	91	87	82
479	643	610	478	352	223	212	181	147	129	113	111	101	95	90	85
480	650	616	481	355	222	212	180	148	127	112	111	102	95	90	85
481	662	625	489	362	224	216	183	150	129	114	113	103	95	91	86
482	675	636	497	369	229	221	188	153	132	116	115	105	97	94	87
483	684	642	502	372	229	223	189	153	131	114	114	105	96	93	86
484	697	651	511	376	233	227	191	156	133	116	116	106	97	93	86
485	711	666	519	383	238	232	195	160	137	119	120	110	101	97	88
486	721	676	524	387	240	233	196	161	137	120	119	108	101	96	89
487	733	689	533	395	245	237	199	161	140	122	120	109	101	96	90
488	745	701	545	404	250	243	204	165	143	126	123	113	103	100	93
489	756	709	553	409	251	244	206	166	144	126	123	114	103	101	92
490	772	723	566	417	257	248	209	168	146	128	124	115	106	102	95
491	787	739	579	427	265	255	214	173	150	132	128	119	109	105	99
492	801	750	587	431	269	258	215	175	151	133	129	119	111	105	98
493	819	764	599	440	275	262	219	178	154	134	132	121	115	107	99
494	835	780	611	450	280	267	224	183	159	138	137	124	118	109	102
495	853	798	623	458	283	271	227	186	160	140	139	126	120	110	103

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
496	866	811	633	465	287	274	229	187	160	141	139	126	120	111	102
497	882	827	644	475	293	281	234	192	164	145	142	130	122	114	106
498	900	843	654	485	299	288	237	195	166	148	145	132	123	117	109
499	912	856	664	491	301	290	240	195	167	149	144	132	122	118	108
500	927	870	676	499	307	297	245	199	170	152	147	135	125	119	110
501	944	885	688	506	311	302	247	201	173	153	148	136	127	121	111
502	958	897	697	514	314	306	251	204	174	154	149	136	129	122	111
503	977	911	710	524	321	313	257	209	180	159	153	141	134	127	115
504	997	926	723	534	326	317	262	212	183	160	155	144	135	129	118
505	1010	937	732	542	328	321	266	214	183	162	155	145	135	128	119
506	1025	952	744	551	333	326	271	219	187	165	160	149	139	131	122
507	1039	966	754	557	337	328	273	220	188	166	162	150	139	132	122
508	1050	977	762	563	339	330	273	220	188	167	161	151	139	132	122
509	1065	990	772	571	342	334	277	224	191	169	164	153	142	134	123
510	1077	999	779	576	344	337	279	224	191	169	164	153	142	135	121
511	1093	1014	790	585	350	341	284	226	194	170	164	154	142	137	121
512	1108	1028	801	591	356	345	288	231	198	173	169	156	144	141	125
513	1120	1038	808	595	358	346	289	232	197	173	169	156	145	141	125
514	1137	1051	819	603	360	350	292	235	200	173	171	158	147	142	125
515	1153	1063	831	611	364	356	298	239	204	179	176	162	150	145	129
516	1165	1075	839	617	367	359	301	239	204	180	177	163	151	144	131
517	1180	1090	850	626	373	366	305	243	208	182	181	166	154	145	134
518	1196	1105	863	637	380	373	310	247	212	186	185	170	159	148	139
519	1207	1117	870	641	382	374	310	247	212	185	184	169	159	148	139
520	1223	1133	880	648	386	376	312	248	212	187	184	169	158	148	137
521	1239	1148	892	654	391	381	318	251	216	192	186	171	159	151	138
522	1250	1159	900	659	394	384	318	252	216	193	185	169	157	150	137
523	1265	1172	910	668	399	389	320	255	218	195	187	170	159	153	140
524	1287	1192	926	679	404	395	326	261	221	197	190	173	163	157	143
525	1303	1205	936	686	408	399	330	263	222	198	191	174	164	158	143



$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
526	1323	1221	950	697	417	406	334	268	227	201	194	178	167	161	146
527	1347	1242	964	709	426	414	340	274	233	204	198	183	171	164	149
528	1364	1258	974	717	430	417	344	277	233	205	200	185	172	165	149
529	1386	1278	991	728	436	424	349	282	238	208	204	187	174	167	151
530	1412	1303	1011	744	446	433	354	289	243	213	209	190	178	170	155
531	1428	1318	1020	753	449	436	356	289	243	215	209	190	178	169	155
532	1447	1335	1035	764	453	442	361	293	247	217	211	192	179	171	156
533	1464	1354	1047	773	460	447	366	296	249	219	214	194	183	173	158
534	1486	1375	1061	784	467	454	371	299	252	223	216	194	185	176	160
535	1509	1391	1077	794	474	462	377	303	255	226	220	198	187	180	162
536	1530	1407	1091	804	479	468	380	307	258	228	223	201	191	180	163
537	1546	1424	1104	813	482	471	383	310	261	230	224	201	191	180	163
538	1567	1444	1120	823	488	476	388	314	263	232	226	204	192	182	165
539	1587	1460	1133	834	494	483	395	318	267	236	229	208	195	186	167
540	1607	1476	1144	844	498	488	399	323	270	239	230	210	197	187	169
541	1629	1492	1160	855	505	492	403	325	274	240	232	213	198	190	172
542	1645	1508	1172	865	511	497	408	327	278	243	234	216	201	194	175
543	1658	1521	1183	872	514	501	411	330	280	244	236	218	202	194	176
544	1673	1531	1191	878	515	502	412	331	280	244	236	217	201	193	175
545	1693	1548	1203	887	522	507	416	334	282	248	238	219	204	195	176
546	1707	1564	1212	894	527	512	420	336	285	249	240	220	205	197	178
547	1720	1575	1218	901	530	514	423	337	285	249	239	219	205	196	177
548	1735	1591	1231	909	536	521	428	342	290	252	245	223	208	200	181
549	1751	1606	1242	916	542	526	432	344	292	252	247	226	211	201	183
550	1766	1618	1252	922	546	531	436	346	294	253	249	226	213	202	184
551	1783	1635	1268	933	552	538	442	351	299	259	253	230	218	207	187
552	1799	1647	1277	940	555	541	444	353	300	260	254	231	218	206	188
553	1819	1662	1290	947	561	546	449	358	304	263	257	233	220	208	190
554	1839	1679	1303	955	567	552	455	363	309	268	260	236	223	212	194
555	1852	1692	1312	960	569	555	456	363	309	269	260	236	223	212	192

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
556	1869	1706	1325	970	574	560	460	367	312	272	263	239	224	213	193
557	1888	1722	1337	981	580	563	463	368	314	274	265	241	224	213	194
558	1905	1737	1347	989	585	567	466	370	317	276	265	243	224	214	195
559	1924	1753	1359	1000	591	575	473	374	319	279	269	247	227	218	199
560	1940	1765	1368	1008	595	578	474	376	319	279	270	246	226	218	199
561	1965	1786	1385	1022	602	585	479	380	322	282	274	249	230	221	203
562	1985	1804	1400	1033	608	593	485	384	326	285	278	253	234	225	205
563	2006	1823	1413	1041	614	596	487	388	327	286	279	253	233	227	204
564	2031	1844	1433	1053	623	605	494	393	333	290	285	258	238	231	209
565	2060	1866	1454	1067	630	613	501	397	339	296	289	262	243	235	213
566	2082	1883	1464	1075	632	614	504	398	339	297	288	262	243	234	213
567	2103	1904	1478	1086	639	620	510	402	342	301	292	266	247	236	216
568	2122	1923	1490	1096	644	625	514	405	345	302	293	268	249	238	216
569	2144	1941	1502	1106	649	630	517	408	347	303	295	269	248	239	215
570	2171	1964	1519	1117	657	638	523	414	349	305	297	268	250	242	218
571	2194	1983	1534	1129	662	643	529	419	352	308	300	270	253	245	221
572	2214	2000	1549	1140	666	648	534	424	354	311	303	272	255	246	223
573	2236	2019	1564	1152	673	654	539	427	358	314	305	275	259	248	226
574	2263	2043	1582	1167	681	662	545	432	363	320	310	281	264	251	229
575	2281	2060	1593	1175	685	667	549	434	365	321	312	283	263	252	229
576	2300	2078	1604	1183	690	672	554	436	368	322	313	285	263	255	229
577	2319	2098	1618	1195	698	679	560	443	374	325	318	288	267	258	232
578	2333	2112	1628	1201	702	683	562	445	374	327	319	290	268	258	234
579	2353	2129	1642	1209	708	688	567	448	375	328	320	291	270	260	234
580	2371	2145	1655	1221	715	694	570	453	378	330	323	292	273	262	237
581	2383	2157	1663	1227	717	697	570	455	379	332	322	292	273	262	237
582	2396	2171	1672	1234	722	702	575	458	383	336	326	295	277	266	241
583	2406	2179	1678	1240	725	702	576	458	381	335	327	294	278	265	240
584	2420	2189	1689	1247	730	706	579	460	382	335	328	295	278	266	241
585	2433	2199	1698	1254	735	710	584	464	386	338	331	298	281	269	244

$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
586	2441	2206	1703	1256	734	710	583	462	386	338	329	296	279	266	242
587	2453	2217	1711	1262	737	714	588	465	389	341	330	297	280	268	242
588	2466	2227	1717	1267	740	718	593	468	391	344	333	299	282	270	245
589	2479	2238	1725	1272	741	722	594	469	390	344	334	300	284	271	246
590	2492	2249	1734	1279	747	725	596	473	393	345	337	302	286	274	248
591	2503	2259	1740	1285	751	730	599	476	395	348	338	305	288	276	249
592	2512	2267	1747	1289	754	733	601	478	397	350	339	307	289	278	250
593	2522	2275	1752	1292	756	735	602	477	398	350	339	308	288	277	248
594	2539	2287	1760	1300	760	739	606	481	401	353	342	311	291	279	250
595	2551	2295	1766	1304	764	742	609	483	401	353	342	311	293	279	251
596	2561	2304	1773	1310	765	745	611	484	402	352	341	311	293	280	250
597	2574	2315	1783	1319	769	748	615	487	406	355	344	314	295	284	252
598	2583	2324	1789	1326	771	750	615	486	407	355	343	313	293	283	252
599	2594	2336	1799	1331	774	755	618	488	408	357	346	315	294	285	254
600	2611	2350	1811	1338	779	759	622	490	410	359	348	317	297	285	256
601	2625	2360	1820	1344	784	763	626	492	412	361	349	318	300	286	258
602	2641	2373	1829	1352	790	769	629	495	415	366	354	321	303	290	263
603	2651	2384	1836	1356	791	769	629	496	416	366	353	320	303	289	262
604	2666	2396	1849	1367	795	775	635	502	421	370	357	323	306	294	266
605	2681	2407	1859	1374	799	777	638	504	422	370	357	324	306	295	269
606	2698	2419	1869	1380	801	779	638	503	421	365	357	322	307	294	267
607	2714	2434	1880	1390	805	785	642	507	425	367	359	325	310	297	268
608	2731	2449	1890	1399	810	789	646	511	428	370	360	328	311	297	268
609	2748	2461	1899	1407	815	791	648	513	431	373	361	328	312	297	268
610	2763	2475	1909	1414	818	794	650	514	432	374	361	328	312	297	269
611	2782	2491	1923	1424	823	800	655	519	435	377	364	331	315	300	271
612	2803	2511	1938	1436	830	809	662	523	441	382	368	334	318	302	274
613	2822	2529	1952	1445	837	816	668	528	445	385	372	336	320	306	275
614	2846	2547	1968	1456	844	823	676	533	450	389	377	340	326	310	280
615	2866	2564	1980	1465	847	826	680	536	453	391	379	341	326	311	280

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
616	2885	2582	1993	1476	856	831	685	539	456	395	383	345	330	315	284
617	2900	2594	2003	1482	860	833	687	540	455	396	382	346	329	315	283
618	2917	2611	2014	1488	865	838	689	543	457	397	384	347	330	316	284
619	2939	2631	2033	1501	873	846	693	548	463	400	386	349	333	319	287
620	2959	2644	2046	1511	876	851	695	549	465	401	386	350	332	319	287
621	2978	2661	2059	1520	881	857	701	552	466	403	388	351	333	321	288
622	2995	2677	2071	1529	886	863	706	554	467	406	391	355	336	323	291
623	3011	2690	2081	1536	889	868	709	558	468	407	394	356	337	324	293
624	3023	2702	2088	1542	892	871	713	560	470	408	395	356	338	325	293
625	3041	2716	2098	1550	899	876	719	565	475	412	400	362	343	328	296
626	3057	2728	2110	1559	903	879	723	568	477	415	402	362	343	329	297
627	3066	2737	2118	1566	905	880	724	570	478	416	402	361	343	328	296
628	3077	2746	2131	1575	910	885	729	574	482	420	405	366	346	330	299
629	3086	2753	2138	1578	911	888	730	574	483	421	405	367	347	330	300
630	3098	2762	2142	1579	913	891	731	576	483	421	407	367	348	331	302
631	3104	2765	2143	1578	910	889	728	574	480	417	405	363	345	328	298
632	3109	2770	2147	1582	913	890	730	576	482	419	407	365	346	331	299
633	3114	2772	2148	1584	916	891	731	577	483	420	409	365	347	331	301
634	3116	2774	2151	1585	915	891	730	576	480	419	408	365	346	329	300
635	3119	2780	2154	1587	918	892	731	578	481	419	407	367	347	331	300
636	3124	2785	2157	1588	919	893	732	578	482	421	407	367	349	332	302
637	3128	2786	2160	1592	918	895	732	579	482	421	409	367	350	332	301
638	3134	2790	2164	1596	919	896	736	582	483	422	408	369	351	334	302
639	3141	2796	2168	1601	921	899	739	585	487	426	411	373	353	337	304
640	3141	2796	2165	1601	920	898	737	585	485	426	411	371	352	336	304
641	3145	2798	2167	1603	923	901	741	588	489	428	412	374	355	338	307
642	3144	2796	2169	1603	921	899	739	587	489	425	410	372	353	337	304
643	3143	2796	2171	1602	921	897	738	584	486	423	408	370	351	334	303
644	3151	2801	2178	1606	923	900	741	585	488	427	409	372	352	337	306
645	3158	2805	2177	1607	922	898	741	581	487	426	409	369	351	335	304

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
646	3162	2812	2177	1609	922	900	743	583	487	428	408	370	352	334	305
647	3167	2817	2182	1612	924	903	744	585	489	429	410	371	353	336	307
648	3171	2819	2183	1612	924	904	744	585	490	428	410	371	353	336	307
649	3175	2820	2185	1612	925	904	743	583	490	427	410	370	353	335	305
650	3186	2826	2191	1619	929	909	747	587	494	430	414	372	358	338	308
651	3191	2831	2195	1622	932	910	747	587	494	429	415	374	358	338	309
652	3197	2836	2199	1625	934	912	747	590	493	430	416	375	358	339	309
653	3201	2841	2204	1630	937	916	752	593	495	433	419	378	358	342	311
654	3207	2847	2207	1632	937	915	752	594	493	434	419	378	356	341	310
655	3220	2856	2214	1638	938	918	754	595	496	435	419	379	357	343	311
656	3227	2861	2218	1640	938	918	753	594	494	431	416	376	357	341	309
657	3239	2870	2224	1647	942	920	756	597	497	434	418	378	359	342	311
658	3253	2881	2232	1652	945	922	759	599	500	436	418	380	360	343	312
659	3262	2888	2238	1656	946	924	761	599	499	435	420	379	360	345	313
660	3268	2893	2244	1660	948	925	763	600	501	435	421	379	360	345	312
661	3278	2901	2250	1666	950	928	768	603	504	438	423	380	362	345	312
662	3290	2907	2255	1669	952	929	768	604	504	441	423	382	362	346	313
663	3305	2916	2265	1676	958	934	772	605	506	445	425	386	366	348	315
664	3319	2927	2275	1684	963	938	776	609	509	448	429	389	369	350	318
665	3325	2935	2282	1688	964	939	776	610	508	447	429	387	368	350	318
666	3334	2945	2289	1694	968	942	780	613	512	450	432	390	369	351	320
667	3340	2952	2291	1695	968	942	779	612	511	448	430	388	370	348	320
668	3347	2958	2292	1698	969	944	781	614	511	448	431	389	370	349	320
669	3357	2964	2298	1705	971	947	783	615	512	451	432	390	371	351	322
670	3364	2971	2303	1709	973	949	783	614	514	452	432	390	373	352	322
671	3370	2974	2305	1710	974	949	783	614	514	452	431	390	372	352	321
672	3378	2979	2310	1713	978	953	785	617	515	454	433	391	374	355	324
673	3381	2983	2312	1714	978	954	787	618	516	453	432	390	372	355	324
674	3389	2987	2317	1718	980	956	789	620	518	454	434	393	374	358	327
675	3392	2987	2317	1718	979	953	787	617	516	453	432	391	374	355	324

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
676	3396	2989	2320	1719	982	954	791	620	518	455	434	394	376	357	324
677	3397	2989	2317	1720	981	954	792	622	518	455	435	394	377	357	325
678	3395	2985	2313	1717	977	953	789	621	517	454	434	392	374	356	324
679	3399	2986	2317	1720	980	955	790	621	518	456	437	394	376	357	326
680	3398	2988	2318	1721	981	954	790	621	519	457	437	393	376	356	325
681	3395	2984	2315	1718	980	952	788	618	518	455	435	393	373	354	324
682	3391	2979	2311	1715	977	951	786	616	516	455	434	392	373	356	325
683	3385	2974	2310	1710	976	950	785	616	515	455	434	392	374	356	325
684	3375	2966	2304	1704	972	945	781	614	514	453	431	389	373	355	323
685	3373	2961	2301	1703	972	944	780	616	514	452	431	390	373	355	322
686	3369	2954	2294	1697	969	943	778	611	511	448	428	385	370	350	318
687	3365	2948	2289	1695	966	942	778	610	512	446	428	385	369	351	317
688	3364	2944	2287	1695	966	941	778	610	512	447	428	387	370	352	320
689	3362	2941	2283	1693	966	941	778	608	511	448	428	388	370	352	320
690	3357	2934	2276	1687	964	938	777	608	509	445	426	387	369	349	318
691	3354	2927	2273	1684	964	937	777	608	509	446	427	387	370	351	319
692	3345	2918	2266	1680	961	935	774	606	508	444	425	386	369	350	317
693	3341	2916	2264	1679	959	936	774	606	507	444	427	387	369	351	318
694	3335	2910	2256	1674	954	932	767	602	503	441	423	383	365	347	315
695	3332	2908	2253	1674	954	930	767	603	504	442	424	383	366	348	316
696	3329	2902	2252	1672	952	927	765	602	503	442	423	382	364	347	316
697	3323	2896	2247	1667	950	925	766	600	501	441	421	380	363	345	315
698	3321	2891	2242	1662	948	922	766	599	501	439	419	379	363	345	315
699	3316	2886	2239	1660	948	922	765	599	501	439	419	380	365	345	316
700	3310	2879	2235	1658	945	921	762	596	499	438	420	378	365	343	314
701	3309	2877	2232	1658	945	923	762	598	501	440	422	380	366	346	316
702	3302	2871	2226	1654	942	920	759	595	498	437	420	378	362	344	315
703	3298	2865	2221	1651	941	918	758	594	498	435	419	378	361	344	314
704	3298	2863	2218	1651	941	919	760	596	499	436	418	380	363	346	315
705	3293	2859	2212	1647	937	915	756	594	497	434	414	378	360	344	312

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
706	3287	2852	2206	1644	935	911	753	593	495	432	412	376	359	342	311
707	3282	2846	2203	1640	933	910	752	589	495	430	411	375	358	342	311
708	3279	2841	2200	1634	932	909	752	589	494	430	412	375	357	340	311
709	3272	2836	2195	1629	928	906	749	585	492	429	410	374	356	338	310
710	3268	2831	2191	1626	926	906	749	584	493	430	411	374	356	339	311
711	3262	2821	2185	1621	924	901	746	581	489	428	407	371	354	337	308
712	3258	2816	2181	1620	924	902	746	583	491	428	409	371	355	339	310
713	3252	2806	2177	1618	921	899	743	579	489	424	407	368	352	338	308
714	3251	2801	2176	1617	924	898	744	581	492	426	408	371	355	338	309
715	3247	2799	2173	1615	924	897	743	580	491	426	407	371	356	338	307
716	3243	2795	2168	1611	921	896	742	579	490	426	407	369	356	337	306
717	3239	2790	2162	1606	919	894	740	577	489	424	408	369	354	336	306
718	3233	2784	2156	1603	918	895	739	578	488	423	407	370	354	336	306
719	3223	2773	2147	1596	913	889	734	574	484	420	405	366	351	334	303
720	3221	2767	2144	1596	913	888	734	575	484	420	406	366	352	335	305
721	3211	2761	2138	1591	909	883	729	572	480	418	403	364	349	332	302
722	3202	2757	2132	1587	906	880	727	571	479	417	402	363	348	332	301
723	3195	2747	2124	1582	903	878	725	568	477	415	402	361	348	331	300
724	3185	2736	2116	1575	899	874	722	565	475	414	400	360	347	329	300
725	3178	2725	2108	1570	894	872	720	562	474	413	397	359	346	328	299
726	3174	2713	2104	1568	892	872	722	563	475	414	397	360	347	329	301
727	3167	2702	2096	1562	888	869	720	561	472	412	394	358	346	329	300
728	3161	2698	2089	1555	888	870	719	561	473	412	395	360	346	329	301
729	3146	2688	2078	1547	883	865	714	557	469	409	392	356	343	326	298
730	3135	2679	2070	1542	883	861	713	557	469	410	392	356	343	328	299
731	3121	2666	2061	1536	878	855	709	553	467	408	390	355	340	326	296
732	3108	2652	2051	1526	873	849	702	550	463	403	386	351	338	322	294
733	3097	2640	2037	1519	870	845	697	547	462	399	385	349	335	321	292
734	3087	2632	2026	1515	866	842	696	546	460	398	384	350	336	321	291
735	3075	2621	2017	1508	861	837	692	545	458	396	382	348	335	319	290

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
736	3058	2608	2007	1501	855	833	689	542	455	395	380	347	333	318	288
737	3042	2591	1995	1492	850	829	686	538	453	393	378	344	331	316	286
738	3025	2574	1982	1483	845	823	681	533	450	389	374	342	328	314	283
739	3011	2561	1970	1478	842	819	680	532	448	389	373	342	328	315	283
740	2995	2546	1959	1470	838	815	676	530	446	388	372	341	328	313	281
741	2979	2534	1950	1464	834	811	673	528	445	388	372	340	327	312	281
742	2958	2517	1935	1454	825	804	664	522	438	383	368	336	324	308	278
743	2942	2503	1925	1448	821	802	663	518	437	384	369	337	325	309	279
744	2925	2485	1911	1436	816	796	658	514	434	382	367	333	323	307	277
745	2903	2463	1894	1422	808	788	653	509	430	378	363	329	319	305	274
746	2881	2444	1877	1411	802	781	647	505	428	375	359	327	316	302	270
747	2864	2427	1865	1402	797	778	643	503	426	373	359	326	315	301	270
748	2841	2407	1852	1390	789	771	639	498	422	369	355	322	312	298	266
749	2819	2389	1838	1377	784	767	636	495	419	367	354	321	311	298	266
750	2792	2368	1820	1363	774	759	628	490	413	363	351	317	307	294	264
751	2771	2349	1802	1352	767	754	624	487	410	361	349	315	305	292	262
752	2749	2326	1784	1342	763	748	620	483	406	360	347	314	303	291	261
753	2725	2304	1769	1330	757	742	615	480	404	357	343	312	301	288	260
754	2697	2282	1753	1317	750	733	608	475	402	352	339	308	298	285	257
755	2675	2263	1740	1309	746	728	604	473	400	351	338	308	298	284	256
756	2652	2240	1724	1296	739	719	600	468	394	347	336	306	294	281	252
757	2627	2220	1706	1287	733	713	595	464	390	345	334	306	293	280	252
758	2599	2194	1684	1269	721	703	586	456	382	339	328	299	286	273	245
759	2576	2173	1669	1254	714	698	581	454	379	337	325	297	284	272	244
760	2557	2157	1656	1243	709	693	577	450	377	336	323	296	281	270	243
761	2529	2132	1638	1229	699	685	569	443	373	333	319	292	276	266	239
762	2503	2110	1622	1217	693	679	564	439	370	330	318	289	276	265	237
763	2474	2083	1601	1204	685	668	556	432	365	324	312	283	270	260	234
764	2449	2058	1584	1192	678	660	552	427	362	323	309	281	270	258	233
765	2426	2037	1570	1182	672	654	548	426	361	322	308	282	271	257	233



$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
766	2402	2018	1553	1171	667	650	544	424	360	320	308	279	269	255	231
767	2377	1996	1536	1156	660	643	537	419	354	317	304	276	266	251	228
768	2354	1976	1522	1147	655	639	533	419	354	315	304	275	266	251	228
769	2329	1951	1504	1134	647	631	528	413	348	311	301	270	262	248	225
770	2305	1932	1490	1122	641	627	522	409	345	309	297	268	260	248	223
771	2278	1910	1473	1107	631	618	513	402	339	303	291	263	254	242	219
772	2256	1891	1458	1097	625	614	509	398	338	301	289	263	252	240	217
773	2232	1870	1441	1085	619	608	503	394	336	299	287	261	250	238	216
774	2206	1849	1426	1073	612	600	496	390	332	296	283	257	248	235	212
775	2187	1831	1413	1064	609	596	493	388	331	295	281	257	248	233	211
776	2162	1805	1395	1051	602	587	487	382	324	291	275	251	242	228	206
777	2140	1786	1379	1039	596	581	484	378	322	288	275	249	241	227	205
778	2118	1770	1366	1029	592	577	481	377	322	286	275	247	241	228	207
779	2094	1753	1351	1020	586	573	479	375	321	285	273	245	241	227	207
780	2072	1736	1336	1009	578	568	473	371	317	282	269	243	238	224	206
781	2052	1719	1324	1001	574	565	471	368	316	280	269	244	238	224	206
782	2028	1698	1307	988	565	557	466	362	311	276	264	242	234	222	202
783	2007	1682	1294	978	560	551	461	357	309	276	261	242	231	220	201
784	1982	1662	1277	965	551	542	454	352	302	270	256	236	226	215	196
785	1961	1646	1262	954	545	537	450	350	302	267	255	233	225	213	196
786	1941	1630	1249	945	538	532	445	346	299	264	252	230	223	211	194
787	1924	1615	1236	937	531	526	440	343	295	259	248	226	220	208	192
788	1907	1601	1226	929	530	521	436	343	294	258	248	226	220	207	193
789	1886	1582	1212	919	525	516	429	339	289	253	245	222	217	203	189
790	1868	1566	1201	912	522	511	424	338	287	251	246	221	216	201	189
791	1850	1551	1191	905	518	507	422	336	284	251	246	221	216	201	188
792	1836	1537	1181	897	515	503	420	333	285	251	245	219	215	202	188
793	1817	1523	1170	886	508	498	416	330	282	247	241	216	213	200	187
794	1803	1511	1161	881	504	497	416	330	282	248	242	217	213	201	187
795	1784	1493	1146	872	497	491	410	327	277	243	238	213	210	198	183

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
796	1768	1480	1136	865	492	486	407	324	274	243	236	213	208	198	181
797	1753	1467	1126	856	487	481	402	320	271	240	233	210	206	194	178
798	1735	1453	1115	847	482	474	398	316	269	237	230	208	203	192	175
799	1722	1439	1106	841	480	472	395	315	267	237	230	208	203	191	175
800	1706	1423	1093	830	473	467	389	311	263	233	226	204	199	188	172
801	1691	1413	1083	824	470	467	388	310	262	233	225	203	199	188	172
802	1674	1397	1070	815	464	462	383	306	259	229	221	200	196	184	170
803	1657	1386	1059	809	460	460	381	304	258	229	221	201	195	182	170
804	1641	1373	1050	801	458	456	377	303	256	228	221	200	196	183	171
805	1624	1358	1041	793	453	451	373	299	254	226	218	199	193	182	169
806	1615	1350	1034	790	452	449	373	299	254	227	219	199	194	183	170
807	1600	1333	1022	780	444	441	366	294	249	222	214	195	190	179	166
808	1585	1320	1013	773	441	438	365	294	250	222	214	195	191	180	167
809	1567	1308	1003	764	437	435	361	291	248	220	213	193	190	179	166
810	1547	1294	992	756	431	428	357	287	245	215	209	190	187	175	164
811	1530	1280	982	748	425	424	353	284	242	213	208	188	185	174	162
812	1516	1268	972	741	421	420	352	282	241	212	207	187	183	175	161
813	1496	1253	959	731	414	413	347	277	236	208	202	184	181	171	158
814	1484	1242	951	724	410	412	347	275	234	208	202	182	181	169	156
815	1469	1228	940	717	406	405	343	273	231	207	202	180	180	167	155
816	1453	1213	927	709	400	400	338	269	226	204	198	176	175	164	153
817	1441	1203	919	704	399	399	336	269	226	206	201	178	176	166	155
818	1426	1189	908	696	395	395	332	267	224	204	199	177	174	165	154
819	1411	1176	899	688	393	392	331	265	225	203	198	177	175	165	154
820	1390	1160	886	677	385	386	326	258	221	199	193	174	172	162	150
821	1377	1147	880	670	381	382	323	257	219	196	191	173	171	161	150
822	1363	1138	871	664	378	379	321	256	219	196	191	173	171	161	152
823	1346	1122	858	655	372	372	315	251	215	191	187	171	167	158	149
824	1331	1110	847	648	369	369	313	250	214	191	186	171	166	158	148
825	1314	1094	838	639	363	364	310	245	211	188	184	167	164	155	146

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
826	1302	1080	831	631	359	361	307	244	210	189	183	165	162	154	144
827	1287	1069	819	622	355	357	303	241	208	188	180	163	161	151	143
828	1272	1057	811	616	351	352	300	237	205	185	178	161	159	148	140
829	1258	1048	802	611	349	348	299	236	205	185	177	161	158	148	140
830	1241	1034	790	603	343	342	294	232	200	182	174	157	155	146	138
831	1229	1025	784	600	342	341	293	231	200	182	174	157	156	148	139
832	1216	1014	775	593	340	339	291	229	198	179	173	157	155	148	139
833	1201	1000	765	587	337	336	287	226	196	176	172	155	152	144	137
834	1186	986	757	580	332	333	285	225	194	174	170	153	151	142	135
835	1175	974	751	574	328	331	281	224	193	174	169	151	149	140	133
836	1162	962	743	566	324	328	278	222	191	172	167	149	147	140	132
837	1149	950	734	561	322	325	275	221	191	172	166	150	147	140	131
838	1134	941	724	555	318	321	272	220	189	169	164	149	147	139	129
839	1118	928	713	546	313	318	267	217	186	166	161	146	144	137	126
840	1106	920	704	541	310	315	266	217	185	166	160	146	144	136	126
841	1094	910	695	533	305	311	263	214	183	163	158	144	141	133	125
842	1082	899	688	527	303	309	260	212	181	162	157	142	139	132	123
843	1072	889	681	522	300	305	259	209	181	161	155	141	137	130	123
844	1060	882	674	518	298	304	257	207	180	161	155	141	137	129	122
845	1050	875	669	513	297	302	257	206	179	162	156	142	137	130	123
846	1038	865	659	507	291	297	253	203	176	160	154	140	135	128	121
847	1031	859	655	504	290	296	253	203	177	159	154	140	136	129	122
848	1019	849	647	499	286	293	250	201	175	157	153	139	135	127	121
849	1005	837	639	489	279	289	245	196	171	153	148	135	133	124	115
850	996	829	632	485	277	287	243	195	171	152	148	135	133	122	116
851	982	819	623	478	273	283	238	193	168	150	146	132	132	120	114
852	972	812	619	475	272	283	238	193	168	151	146	133	132	122	115
853	962	802	613	470	269	278	235	191	166	148	145	132	130	122	115
854	951	792	607	465	266	275	233	188	165	145	143	131	128	121	114
855	941	786	601	462	265	273	231	187	165	145	143	131	128	122	113

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
856	930	777	596	457	262	269	227	184	163	143	141	130	125	120	112
857	924	772	594	456	261	270	228	187	164	145	141	132	127	121	114
858	912	763	584	449	256	265	223	183	161	142	138	128	126	118	111
859	902	755	576	447	255	262	221	182	160	141	136	127	125	116	110
860	894	747	570	442	254	261	222	183	160	142	138	127	127	119	110
861	884	738	563	435	249	255	220	180	158	140	135	123	124	117	107
862	877	733	558	429	247	254	219	180	157	140	136	122	123	116	106
863	864	722	550	418	243	249	216	176	152	136	131	119	118	111	102
864	858	717	547	417	242	248	215	174	153	135	132	120	118	111	103
865	851	711	543	415	242	248	215	174	152	136	134	121	120	112	105
866	839	699	535	408	238	243	210	169	150	132	131	117	117	110	102
867	830	692	530	405	236	241	209	169	149	131	130	117	117	110	101
868	817	682	522	399	231	237	205	165	146	130	126	115	115	108	100
869	810	675	515	394	229	234	203	164	145	129	125	114	114	107	99
870	801	669	510	392	230	235	205	166	146	129	126	115	114	109	100
871	790	662	503	387	227	233	202	165	146	128	126	115	111	107	99
872	786	658	501	387	227	234	202	165	147	130	127	115	111	109	102
873	777	650	495	381	223	230	198	160	143	126	124	111	108	106	99
874	772	647	493	379	221	229	199	160	142	126	124	112	108	106	99
875	769	641	490	378	222	228	200	158	143	127	123	113	109	107	99
876	764	637	486	373	219	225	196	156	141	124	120	110	108	105	97
877	764	636	486	373	219	225	198	158	143	126	121	110	110	106	99
878	759	633	483	371	216	223	196	158	141	125	121	109	109	103	97
879	755	630	480	368	215	223	195	157	139	125	120	109	108	103	97
880	752	630	479	368	217	223	195	158	139	125	121	109	110	104	97
881	746	627	477	365	214	220	192	155	137	123	119	107	107	101	93
882	745	626	478	367	214	221	194	157	140	124	121	108	109	103	94
883	742	623	477	365	212	219	192	155	139	123	119	107	108	101	93
884	738	619	474	364	212	218	192	155	139	123	119	108	109	101	93
885	734	616	472	362	213	218	193	155	139	124	119	110	110	103	95

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
886	728	611	468	359	211	215	190	153	136	121	117	109	108	100	95
887	724	607	465	359	213	218	192	154	138	123	118	110	111	103	98
888	719	602	460	355	209	215	189	152	135	122	116	109	110	101	97
889	711	597	453	350	205	214	185	148	131	118	113	106	107	98	92
890	706	594	450	350	204	215	184	151	132	118	115	107	108	101	93
891	700	589	446	346	203	212	182	151	131	116	113	106	106	99	90
892	695	587	445	346	202	212	183	150	132	116	114	106	106	99	92
893	688	582	441	342	199	209	181	146	130	115	113	104	104	97	90
894	682	577	438	339	197	207	180	144	128	113	112	102	103	94	89
895	678	573	434	336	198	207	180	145	129	115	114	103	105	96	90
896	670	567	429	333	195	204	177	144	127	113	112	100	103	95	89
897	665	564	425	332	195	204	178	143	127	113	111	102	103	96	91
898	659	560	423	330	195	202	178	143	126	113	111	103	104	96	91
899	651	551	418	328	192	200	175	140	123	110	109	101	101	94	89
900	647	547	415	328	193	201	175	141	124	114	111	103	103	96	91
901	641	540	411	325	191	199	173	139	122	112	109	100	101	94	88
902	634	535	406	322	190	197	171	137	121	111	108	99	99	94	89
903	627	528	401	318	185	194	166	134	120	109	105	96	97	90	85
904	621	521	397	315	182	192	164	133	118	107	105	95	95	89	83
905	616	517	393	312	180	189	164	132	117	106	104	94	95	88	83
906	609	512	389	309	179	187	164	132	117	105	103	94	94	87	83
907	602	506	384	306	178	186	163	131	117	104	102	95	93	87	82
908	595	499	379	303	175	184	160	129	115	104	101	93	92	86	81
909	592	496	377	301	175	184	160	129	115	104	102	95	93	87	82
910	583	489	371	295	172	180	157	125	112	101	99	90	92	84	80
911	577	485	370	292	172	180	158	126	113	104	101	91	94	85	82
912	570	480	366	287	169	178	157	124	113	103	100	89	94	86	80
913	563	474	361	283	167	173	154	122	110	102	98	88	91	84	79
914	558	469	358	281	167	174	154	124	111	103	99	90	92	86	80
915	549	463	353	277	163	170	151	122	109	99	97	88	88	84	79

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
916	542	457	347	274	161	168	149	120	108	96	95	87	88	82	78
917	539	453	344	273	160	168	148	120	107	96	96	88	87	81	78
918	531	444	340	269	157	166	145	117	104	95	94	86	85	79	76
919	526	439	337	267	157	166	145	117	105	96	94	86	86	80	78
920	513	430	331	259	152	160	140	112	101	92	90	83	83	77	75
921	508	425	327	257	150	159	139	111	101	92	90	83	82	77	73
922	501	418	321	253	148	158	138	110	101	92	90	83	83	77	75
923	492	412	314	250	147	156	136	109	99	90	88	82	81	76	73
924	487	410	314	251	148	156	138	112	101	93	90	84	84	78	76
925	481	406	310	248	148	155	139	111	99	91	90	83	84	78	76
926	473	398	305	243	145	153	138	108	96	90	89	81	83	75	74
927	467	394	304	241	144	153	139	108	96	90	91	81	84	76	74
928	459	388	299	235	140	150	135	106	95	87	90	80	82	74	72
929	454	383	297	232	138	150	133	107	94	87	89	79	82	74	72
930	447	377	290	227	136	146	132	104	91	86	87	77	80	72	72
931	439	369	286	224	133	144	131	102	90	86	86	77	78	72	71
932	434	365	283	222	133	141	128	101	90	84	84	75	77	71	70
933	427	358	279	219	130	137	124	100	89	84	84	75	76	69	69
934	420	353	275	217	129	136	123	99	88	83	83	76	75	70	70
935	414	349	271	214	129	135	122	99	89	84	82	75	75	71	70
936	410	346	269	214	129	134	122	100	91	86	82	76	75	72	71
937	400	337	262	207	125	130	118	96	87	83	80	71	73	68	66
938	394	332	260	207	126	130	118	96	87	82	81	73	74	69	65
939	388	329	255	204	123	127	116	94	88	81	82	72	73	69	65
940	382	325	250	201	121	126	114	93	87	80	81	71	72	68	64
941	376	322	248	199	122	127	115	94	90	81	82	72	72	69	67
942	367	314	241	194	117	123	110	91	85	77	77	69	69	67	65
943	360	309	237	191	114	120	108	88	82	75	75	67	67	65	64
944	355	307	234	189	114	120	107	89	82	76	75	68	68	65	65
945	349	300	230	186	111	118	103	87	80	74	73	66	66	62	63

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
946	344	294	226	184	111	117	103	86	80	76	72	66	67	63	64
947	339	289	221	180	107	114	100	83	76	73	70	64	66	60	61
948	332	283	216	177	106	111	99	82	75	72	70	63	65	60	60
949	328	280	215	175	105	111	99	82	75	72	70	63	67	60	61
950	323	275	212	173	104	109	99	80	74	71	69	63	65	61	59
951	320	273	212	172	103	109	100	81	74	71	70	64	66	62	61
952	315	270	209	169	102	108	100	81	76	72	70	64	66	61	62
953	312	269	206	167	102	108	100	82	76	72	70	64	66	61	62
954	304	260	199	162	98	104	95	78	73	69	66	61	63	59	59
955	299	256	198	160	98	104	95	79	74	70	66	63	64	60	60
956	293	251	195	158	97	103	94	79	72	70	65	62	62	58	60
957	286	246	191	155	95	100	92	77	70	69	63	60	59	56	58
958	281	241	188	154	94	100	91	78	69	70	65	61	60	57	59
959	275	236	183	150	92	99	89	74	68	68	64	58	60	55	57
960	271	232	181	148	91	97	87	72	68	68	64	57	60	56	57
961	267	230	181	147	92	96	89	72	70	68	66	58	61	58	58
962	260	223	176	144	89	93	87	70	67	65	64	57	58	56	56
963	256	220	175	143	88	93	87	71	67	65	64	58	58	56	55
964	253	217	171	141	86	93	86	71	66	64	64	58	57	55	55
965	249	214	169	140	85	92	85	71	66	66	64	58	58	57	56
966	247	211	167	138	83	91	85	71	65	65	64	56	59	57	56
967	242	209	165	136	83	90	86	71	65	66	63	58	59	56	55
968	238	206	162	135	84	87	86	72	65	65	63	58	59	55	54
969	232	202	158	132	82	85	83	71	63	64	61	56	57	54	52
970	229	200	156	130	82	85	82	72	64	64	62	57	58	54	52
971	222	193	151	125	78	82	77	68	61	60	59	53	55	51	50
972	219	191	151	123	77	82	76	68	61	60	58	54	55	52	51
973	216	188	148	121	78	81	76	67	60	60	57	54	57	51	51
974	209	183	142	117	75	78	74	64	59	57	55	51	54	49	50
975	206	181	141	116	77	78	75	64	59	57	57	53	56	49	51

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	0,35 m	0,40 m	0,45 m	0,50 m	0,55 m	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m
976	203	177	139	114	76	77	72	63	57	56	56	52	54	49	50
977	199	172	137	111	74	75	70	60	56	54	55	50	52	48	49
978	197	171	136	110	74	76	71	63	58	56	58	53	54	50	51
979	195	171	134	110	73	76	71	62	58	57	58	53	54	50	52
980	192	169	133	108	73	75	72	63	60	58	58	54	55	51	54
981	189	165	130	107	71	73	72	63	59	58	57	53	54	50	53
982	188	163	130	107	73	75	74	66	60	60	58	54	56	51	54
983	182	159	125	104	71	73	70	63	56	58	57	52	53	49	51
984	178	155	123	102	69	71	69	61	55	57	56	51	51	48	49
985	174	153	121	101	69	70	69	60	56	57	55	52	51	48	50
986	169	149	117	98	67	69	67	59	55	54	53	51	49	47	47
987	166	147	116	97	67	69	66	59	56	56	52	51	49	47	49
988	162	143	113	94	66	68	63	56	55	53	50	49	47	46	47
989	158	140	109	91	66	68	60	56	54	53	50	49	47	46	46
990	157	139	110	90	65	68	61	56	55	54	51	50	49	47	47
991	154	137	108	89	65	67	61	56	55	54	51	51	49	47	48
992	152	136	107	88	64	67	63	56	55	53	50	51	50	47	49
993	151	133	104	88	64	66	63	55	55	53	51	50	50	46	48
994	150	132	103	88	64	67	64	57	56	53	53	52	51	47	50
995	143	127	100	84	61	63	61	55	53	51	50	48	48	44	47
996	142	126	100	85	63	65	61	57	53	53	51	50	49	47	48
997	140	124	98	84	63	64	60	55	52	53	51	48	49	46	47
998	137	120	92	81	60	62	58	53	50	50	48	45	46	44	44
999	136	119	92	80	60	61	58	53	51	50	49	45	46	45	44
1000	137	120	92	81	60	61	58	54	50	50	49	45	46	44	44



$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
290	33	31	35	34	36	36	29	30	32	32	34	33	31	32	36
291	31	28	33	32	34	33	26	29	28	29	32	31	28	32	33
292	32	28	32	31	33	32	26	28	28	28	32	31	28	32	33
293	31	28	31	30	33	32	25	27	28	29	32	30	26	30	32
294	34	31	36	34	37	36	29	31	32	33	35	33	29	33	35
295	34	31	35	36	37	36	30	30	32	32	33	34	31	33	34
296	34	32	35	36	36	36	30	30	31	32	33	34	31	33	33
297	33	32	36	36	35	35	30	29	31	32	34	34	30	34	34
298	31	29	35	34	32	33	28	27	29	31	31	31	29	32	32
299	32	28	35	33	33	32	28	27	29	31	31	30	27	31	31
300	32	30	35	33	36	32	29	28	30	32	31	31	27	32	32
301	32	32	36	35	36	34	31	30	32	35	32	32	29	33	34
302	30	30	34	33	34	34	28	27	29	32	28	31	27	30	32
303	29	30	32	33	34	34	27	27	29	31	28	31	26	30	33
304	29	30	30	32	34	34	27	27	30	31	29	32	28	32	33
305	28	28	30	31	33	34	27	26	30	29	28	30	27	32	32
306	31	30	32	34	35	34	29	29	31	31	30	31	28	33	33
307	32	30	32	35	34	34	29	29	32	32	31	31	29	32	32
308	34	32	35	36	36	37	32	31	35	34	33	35	32	35	34
309	32	28	32	34	36	36	30	29	33	32	31	33	31	34	33
310	32	27	31	33	34	34	29	28	31	32	31	32	30	32	33
311	32	27	32	33	33	34	30	29	33	32	32	33	30	31	33
312	32	26	31	32	32	33	29	28	30	30	29	32	28	32	31
313	33	28	31	33	32	33	28	27	30	31	29	32	28	32	32
314	33	30	33	35	33	35	30	29	33	33	31	34	30	34	33
315	32	29	32	34	34	34	30	27	31	32	30	34	29	32	32

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
316	32	30	31	33	34	34	29	27	30	31	30	33	28	31	33
317	32	30	33	34	33	36	29	28	32	33	32	33	30	32	33
318	34	31	34	37	34	38	31	30	34	35	34	34	31	34	35
319	33	29	31	33	32	35	28	27	30	33	31	31	27	32	32
320	34	32	34	35	35	37	29	29	31	35	34	33	30	34	34
321	33	33	34	36	35	37	30	29	31	34	34	33	30	33	34
322	32	32	33	35	33	35	30	28	29	32	33	33	29	33	34
323	32	32	32	34	33	35	30	28	29	32	32	33	28	32	33
324	31	31	31	35	33	35	29	28	30	31	31	33	28	33	33
325	31	31	32	37	33	36	31	29	31	32	32	33	29	34	34
326	30	29	32	36	32	35	29	27	30	31	30	31	27	32	33
327	30	28	32	34	32	35	28	27	29	30	29	31	25	31	32
328	32	30	34	37	33	36	30	30	32	34	32	32	28	34	34
329	30	29	32	36	34	34	28	30	32	32	31	31	27	33	32
330	31	31	32	37	34	36	29	30	34	33	31	33	28	32	33
331	31	32	32	38	33	38	30	29	34	34	32	32	29	31	33
332	32	32	34	39	34	38	32	30	34	35	34	33	31	32	34
333	30	30	32	36	33	35	30	28	31	34	31	33	29	31	32
334	31	30	32	37	35	36	30	28	30	33	31	33	30	32	32
335	32	31	33	37	35	36	31	28	31	34	32	34	31	34	34
336	30	30	30	34	33	33	29	27	31	32	30	32	29	33	32
337	31	30	30	34	32	34	29	29	32	33	31	31	29	33	31
338	33	32	32	36	34	37	31	30	33	34	34	32	32	35	32
339	34	35	33	37	36	39	31	31	35	35	36	35	33	35	34
340	33	34	32	36	35	38	30	30	33	34	34	34	31	34	34
341	32	31	31	35	33	36	30	29	31	32	33	33	30	32	32
342	33	32	34	37	36	38	32	30	35	34	34	34	31	34	34
343	33	31	32	36	36	37	31	29	34	33	34	34	29	34	35
344	32	31	30	34	35	34	30	28	31	32	33	33	29	32	34
345	33	31	30	34	35	35	30	28	31	32	34	32	29	32	35

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
346	30	28	27	33	32	34	28	26	28	31	32	30	26	30	33
347	30	30	29	34	33	35	30	26	28	32	32	30	28	31	32
348	33	31	33	35	36	37	32	28	31	34	33	34	31	35	34
349	33	31	33	35	37	37	32	28	32	36	34	34	31	35	34
350	34	32	33	33	36	37	31	28	33	35	34	33	29	34	33
351	35	32	34	33	36	37	32	28	34	36	34	34	28	34	34
352	37	33	35	37	38	39	34	30	36	38	35	36	31	35	36
353	36	33	33	37	38	38	33	30	35	38	34	34	32	34	36
354	35	33	31	36	37	38	33	28	34	37	34	33	31	33	36
355	34	33	33	37	36	37	33	29	34	37	35	36	31	34	36
356	31	30	30	34	34	34	31	27	31	34	32	34	28	31	34
357	30	30	32	34	34	34	30	27	32	35	32	34	29	32	35
358	32	31	33	37	35	36	31	29	34	37	35	37	30	34	36
359	33	31	33	38	37	36	32	30	34	37	35	37	31	34	36
360	32	31	31	37	37	35	31	30	33	36	33	35	29	33	35
361	31	30	30	36	35	34	31	30	32	35	33	35	28	33	34
362	34	32	34	37	36	35	34	32	33	36	34	38	31	35	36
363	34	32	33	37	36	35	33	31	33	35	33	38	31	35	35
364	33	33	33	36	36	36	34	30	32	36	32	37	31	34	35
365	35	34	36	38	37	38	36	32	33	37	34	38	33	35	36
366	34	32	33	37	35	36	32	30	31	35	32	35	30	33	34
367	33	32	32	36	35	34	33	29	30	33	31	33	29	31	32
368	35	33	32	37	38	35	34	31	32	35	34	35	30	33	33
369	35	32	32	36	36	36	34	30	32	36	33	35	31	33	34
370	32	30	31	34	32	35	31	28	30	34	32	33	29	31	33
371	31	28	30	33	31	34	31	28	30	33	31	31	28	31	32
372	32	28	32	33	31	34	32	27	31	33	31	32	29	32	31
373	33	29	32	34	32	34	31	26	31	34	30	32	29	30	31
374	33	31	32	36	35	35	32	29	31	35	31	34	30	31	34
375	33	32	33	37	35	36	31	30	31	36	32	36	31	33	34

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
376	34	32	33	35	35	34	29	29	31	35	32	34	30	32	376
377	35	33	35	36	37	37	32	30	34	34	34	35	32	33	377
378	36	35	36	37	37	38	33	31	35	35	34	36	33	34	378
379	35	36	34	36	37	37	33	30	34	35	32	36	31	35	379
380	33	34	33	35	36	35	32	29	33	34	31	35	29	33	380
381	30	32	31	34	34	34	31	28	31	32	30	34	28	31	381
382	33	34	32	35	35	35	32	30	33	34	32	36	29	33	382
383	34	33	31	34	34	35	31	28	31	32	31	35	28	31	383
384	34	32	31	34	33	34	30	27	29	31	31	33	28	29	384
385	38	35	33	37	35	37	33	31	32	34	34	36	31	34	385
386	38	34	34	38	35	37	33	31	34	35	34	36	32	34	386
387	37	33	35	39	36	36	33	32	34	36	34	37	33	34	387
388	38	34	36	39	37	38	33	33	35	36	34	37	33	35	388
389	37	32	35	38	35	37	31	30	33	33	32	35	30	33	389
390	36	32	34	37	35	36	30	29	33	32	32	34	30	33	390
391	36	34	35	38	36	38	31	30	33	33	33	34	30	34	391
392	36	34	34	38	37	39	33	30	32	35	33	35	30	34	392
393	33	32	31	36	35	37	32	27	31	32	32	34	28	32	393
394	34	31	32	35	35	36	32	27	32	33	32	33	28	33	394
395	37	33	35	36	37	36	34	29	34	35	35	34	30	33	395
396	36	33	34	36	36	37	33	28	34	35	34	34	30	32	396
397	35	33	35	36	35	38	32	28	34	34	32	34	30	33	397
398	38	36	38	37	36	39	33	31	35	35	34	35	32	35	398
399	39	36	37	37	35	38	34	30	34	36	33	34	32	34	399
400	39	35	37	38	37	38	34	30	33	37	33	35	31	34	400
401	39	36	38	37	37	38	33	30	33	37	35	36	31	34	401
402	37	34	36	36	36	36	33	29	31	34	34	34	29	33	402
403	38	35	37	38	39	37	34	31	33	35	35	36	32	34	403
404	39	36	38	38	39	38	34	31	35	36	37	36	32	34	404
405	37	34	34	36	36	35	32	29	33	33	34	33	30	32	405

$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
406	37	36	36	37	37	37	34	30	33	35	35	35	31	34	406
407	39	37	39	39	40	38	37	32	35	37	37	36	32	36	407
408	39	38	39	40	41	39	38	34	36	38	36	38	33	37	408
409	40	38	37	41	40	40	37	34	35	38	35	37	33	37	409
410	39	37	37	39	39	39	37	34	34	37	34	35	32	36	410
411	42	40	39	41	41	41	39	36	37	39	36	37	34	38	411
412	42	39	39	41	40	40	37	34	37	39	37	36	33	37	412
413	40	38	37	39	37	38	35	32	36	37	35	34	30	35	413
414	41	39	38	40	39	41	36	35	37	37	36	35	32	34	414
415	41	38	39	40	39	41	35	34	36	35	35	35	33	33	415
416	40	38	38	40	39	40	35	33	36	34	34	34	31	33	416
417	41	39	38	40	40	39	36	33	36	34	36	35	32	33	417
418	40	37	38	39	38	38	35	31	35	34	35	34	31	32	418
419	41	39	39	41	38	40	36	32	36	36	35	34	32	34	419
420	43	42	41	43	43	44	37	34	36	39	35	36	34	37	420
421	43	40	39	42	42	42	35	32	35	36	34	36	32	37	421
422	44	41	41	42	43	43	37	33	37	38	37	37	32	38	422
423	47	44	44	44	46	44	40	35	39	42	39	39	36	39	423
424	45	43	41	44	44	42	39	34	38	41	39	38	35	38	424
425	42	41	38	43	41	40	38	32	35	37	36	35	34	34	425
426	42	41	38	43	40	40	38	33	35	37	36	37	35	34	426
427	45	43	41	45	43	42	40	36	38	39	38	39	36	37	427
428	44	42	40	43	41	41	39	35	37	38	37	38	34	35	428
429	44	41	39	42	41	40	38	34	36	38	37	37	34	34	429
430	46	41	40	43	43	41	39	36	36	38	37	38	34	36	430
431	46	42	39	43	42	40	38	35	35	38	37	37	33	35	431
432	47	43	41	42	43	42	38	35	36	39	38	38	34	36	432
433	49	46	45	45	45	44	39	37	39	40	40	40	35	39	433
434	49	46	45	45	43	44	38	37	39	39	40	39	34	38	434
435	50	47	46	47	45	47	39	37	40	39	40	40	36	40	435

$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
436	51	47	47	48	45	47	40	37	41	39	38	41	36	39	37
437	50	45	44	45	43	44	39	35	38	37	35	40	33	38	35
438	50	45	46	47	44	45	41	37	38	39	37	41	34	40	37
439	50	47	49	48	46	45	42	39	40	40	40	41	36	39	39
440	49	45	46	46	44	43	40	37	39	39	38	40	34	36	36
441	50	46	45	48	45	44	41	38	41	40	38	40	36	37	36
442	51	49	47	48	46	44	42	39	42	41	40	42	38	38	38
443	50	48	46	47	46	44	40	38	40	40	38	40	37	37	35
444	53	51	49	48	50	47	42	40	43	42	40	41	39	39	37
445	55	52	52	50	53	49	45	42	45	44	42	43	41	42	40
446	55	52	52	50	53	49	45	42	45	45	43	42	40	41	40
447	55	51	51	49	51	47	44	40	44	45	42	40	39	40	39
448	56	52	51	50	51	50	46	41	44	45	43	42	41	41	39
449	55	51	50	50	50	49	46	40	44	44	42	42	40	41	39
450	56	51	51	50	49	49	46	40	44	44	42	43	39	40	41
451	56	51	49	48	48	49	44	40	43	43	42	43	39	38	39
452	58	52	50	50	50	50	46	42	44	44	44	45	39	41	40
453	58	52	51	50	51	49	46	42	44	44	43	44	38	40	40
454	57	53	52	51	50	49	46	42	44	45	42	44	38	39	40
455	61	57	55	56	53	52	50	45	49	49	46	47	42	43	44
456	61	58	55	58	54	52	50	45	49	50	46	48	43	44	45
457	59	58	55	55	53	51	49	43	46	49	44	46	41	41	44
458	63	60	57	56	54	53	52	46	48	50	46	48	44	43	45
459	63	60	57	55	54	53	51	45	47	49	45	47	43	43	43
460	62	58	55	54	54	51	48	42	44	47	44	45	40	40	44
461	62	58	56	55	55	54	49	43	46	49	45	47	40	40	46
462	63	59	58	56	56	55	49	44	47	49	45	47	40	42	45
463	63	58	56	57	57	55	49	43	47	47	44	46	39	43	45
464	64	59	56	56	56	54	51	44	48	47	44	46	39	43	45
465	65	61	58	57	57	54	51	45	48	48	44	47	39	43	44

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
466	66	61	59	58	58	55	52	44	50	48	45	48	41	45	44
467	69	63	61	59	60	58	53	47	50	51	47	50	43	47	45
468	70	64	61	60	60	58	53	49	50	52	47	49	44	47	45
469	72	67	64	62	63	60	56	50	53	52	48	49	45	48	47
470	75	68	66	63	64	62	57	51	55	53	50	50	45	49	48
471	73	66	65	62	62	61	56	50	54	53	49	49	44	49	47
472	72	67	66	63	62	61	55	51	54	53	48	48	45	48	47
473	74	68	68	64	63	62	56	51	55	54	48	49	45	47	47
474	74	66	67	62	61	60	55	50	52	53	47	47	43	44	45
475	75	68	67	64	62	60	56	50	52	54	49	48	43	44	46
476	77	70	67	66	65	61	58	52	53	55	50	51	45	45	47
477	77	69	66	65	64	59	57	51	53	53	49	50	45	43	45
478	79	72	69	67	65	61	58	53	54	54	52	51	45	47	47
479	82	74	72	70	68	65	61	57	56	57	54	54	48	50	50
480	81	72	71	70	66	64	61	56	55	54	53	53	48	48	47
481	80	72	72	71	67	64	61	55	56	54	52	53	46	50	48
482	83	74	75	73	70	67	62	57	59	56	53	54	47	51	50
483	82	73	73	70	69	66	60	56	58	54	52	53	46	49	49
484	84	73	74	70	69	66	60	55	58	54	52	52	47	49	48
485	87	75	76	73	73	68	62	57	60	56	54	53	49	51	48
486	86	75	75	72	72	68	61	56	59	55	54	54	48	50	48
487	86	75	74	72	71	68	61	57	59	56	55	54	48	50	48
488	88	77	76	76	74	70	64	59	60	58	56	56	50	52	51
489	89	77	76	75	73	68	63	57	58	56	57	57	49	49	50
490	91	79	76	76	73	70	63	59	60	56	58	58	49	50	51
491	95	83	80	80	76	73	66	63	62	60	59	61	50	55	53
492	94	84	80	79	76	72	65	62	62	60	58	59	50	54	52
493	96	84	81	80	75	74	66	62	63	60	60	58	51	55	52
494	101	87	83	83	78	77	69	65	65	62	61	60	53	57	54
495	101	87	84	83	79	76	71	65	64	63	62	60	52	56	54

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
496	101	86	84	82	78	75	70	63	63	61	60	59	51	54	52
497	103	88	86	83	79	77	71	66	65	63	61	61	53	56	53
498	104	90	87	82	79	77	71	66	66	63	62	60	52	54	54
499	104	89	87	81	78	76	69	65	66	62	60	57	50	53	53
500	105	91	88	85	80	78	72	67	68	64	63	59	54	55	55
501	106	91	90	86	82	79	73	67	67	63	64	60	54	55	54
502	107	90	90	85	83	79	73	67	65	63	63	60	53	56	53
503	112	94	94	89	87	82	76	72	69	66	66	64	57	60	57
504	114	96	96	91	88	82	76	72	70	67	68	64	57	60	58
505	115	98	96	90	87	83	77	69	70	67	67	64	57	58	56
506	117	101	99	94	90	86	79	72	75	70	68	67	59	61	58
507	116	100	98	94	89	86	79	72	74	69	67	66	59	61	58
508	117	100	97	94	87	85	78	71	72	68	65	63	57	60	57
509	119	101	99	95	89	86	78	72	73	68	66	65	58	61	59
510	119	100	98	94	88	84	77	70	71	65	65	63	58	59	57
511	120	101	100	95	90	84	79	71	71	66	67	63	59	60	57
512	123	104	103	97	93	86	81	74	72	67	68	66	60	62	59
513	122	104	101	96	91	85	81	72	72	67	67	64	59	61	58
514	122	103	101	95	93	86	81	74	73	67	68	64	58	61	57
515	125	108	105	98	95	89	84	77	75	70	70	67	61	63	60
516	126	108	104	98	95	88	83	76	75	70	70	67	60	63	59
517	128	109	106	101	98	91	84	77	76	71	72	68	62	63	60
518	133	112	107	104	100	96	87	81	79	74	75	71	65	66	62
519	130	110	106	102	98	94	84	79	78	73	73	71	64	64	60
520	128	110	106	99	97	93	82	78	75	72	72	71	63	63	59
521	130	111	107	101	97	94	84	79	76	72	73	72	64	64	60
522	129	111	107	100	96	93	84	77	75	70	70	70	62	63	59
523	130	114	110	103	98	94	85	79	75	72	71	70	63	64	61
524	133	117	113	107	101	97	87	80	78	74	74	72	65	65	63
525	134	117	113	106	101	96	87	81	79	73	72	72	64	65	62



$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
526	137	121	114	108	104	98	90	83	81	74	74	73	66	68	63
527	140	124	117	111	107	101	92	85	83	76	77	76	69	69	65
528	140	123	117	112	107	100	91	84	83	76	77	76	67	68	65
529	143	125	119	116	109	102	95	86	85	79	78	76	71	68	67
530	147	129	122	119	112	104	97	89	86	82	80	77	72	69	70
531	148	128	121	117	111	104	95	87	85	80	78	75	69	68	67
532	150	129	122	118	111	105	95	88	85	80	79	76	70	69	67
533	150	130	122	119	110	106	96	89	85	80	79	77	70	68	67
534	151	131	122	119	110	105	97	90	85	81	78	78	71	67	67
535	154	133	126	122	112	107	100	92	86	84	80	79	73	70	68
536	155	135	127	123	113	108	102	92	87	86	80	79	74	72	69
537	157	135	128	123	114	108	101	92	87	84	79	79	72	72	69
538	158	137	130	124	117	110	102	93	87	83	80	80	71	73	70
539	160	141	133	125	120	113	105	95	91	86	82	82	73	75	71
540	162	143	135	126	121	114	106	95	92	86	83	83	75	75	73
541	164	145	137	128	122	117	107	95	91	87	86	84	75	76	74
542	167	146	138	130	123	120	109	97	93	89	86	86	77	76	75
543	168	146	138	130	124	119	109	98	94	90	85	86	78	77	75
544	167	144	138	128	124	116	106	97	92	87	84	83	76	75	72
545	169	146	139	130	124	117	108	99	93	88	85	85	77	76	72
546	169	147	140	132	124	119	108	100	94	90	84	85	77	76	72
547	167	146	138	131	124	117	107	99	93	88	83	84	75	75	70
548	172	151	141	133	125	120	111	102	95	90	87	86	78	78	72
549	173	152	143	133	126	121	111	103	96	90	88	85	79	79	72
550	174	153	144	134	127	122	110	104	96	89	88	85	79	79	72
551	177	157	149	138	130	125	113	107	100	92	90	88	83	82	76
552	176	156	148	138	130	125	114	106	101	91	89	88	83	80	75
553	177	158	148	139	131	124	116	105	101	92	91	88	83	80	75
554	180	161	152	143	135	127	118	107	103	95	94	91	85	82	78
555	180	160	152	143	133	126	118	106	103	94	93	91	84	81	76

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
556	183	162	153	144	135	127	120	107	103	95	94	92	83	82	77
557	183	161	153	144	135	127	120	107	103	93	94	91	81	82	77
558	184	162	153	143	134	127	119	107	103	94	95	90	82	82	76
559	187	166	157	145	137	129	121	112	106	97	98	92	85	85	79
560	186	164	155	142	135	128	119	110	103	96	96	89	84	82	77
561	188	166	157	145	136	131	120	111	104	98	97	90	86	84	78
562	192	170	160	148	139	133	122	113	106	101	98	93	87	86	79
563	192	171	160	148	140	132	121	112	105	99	96	92	85	85	77
564	197	175	164	152	145	136	125	115	111	103	101	96	89	89	82
565	201	176	167	155	147	138	130	118	112	106	103	100	92	90	84
566	200	176	166	153	146	138	129	117	110	105	101	98	90	88	82
567	202	178	169	156	148	141	131	121	113	107	102	100	89	90	83
568	202	178	171	157	149	143	131	123	114	108	102	101	90	90	82
569	202	178	172	157	148	143	131	121	114	107	101	100	90	88	82
570	205	180	172	158	149	144	133	121	115	107	103	97	91	89	83
571	207	182	173	160	150	145	134	121	116	108	105	96	92	90	84
572	207	183	173	160	151	145	133	120	115	109	105	97	92	91	84
573	210	186	175	161	153	145	132	122	116	110	107	99	92	92	86
574	214	190	180	163	157	149	136	125	118	112	109	102	94	94	87
575	214	190	180	164	157	149	137	124	118	111	108	102	96	94	87
576	215	191	182	166	157	149	137	125	119	112	109	103	95	94	87
577	217	193	185	169	159	152	141	128	122	114	111	106	96	96	89
578	219	193	185	169	159	151	142	127	123	113	110	105	96	96	87
579	219	193	184	170	161	151	142	128	124	114	111	105	96	95	87
580	220	195	186	171	163	154	143	129	125	116	112	106	98	96	90
581	219	194	185	171	162	153	141	127	123	115	111	104	96	95	89
582	221	196	188	174	164	156	144	129	125	116	114	106	97	96	90
583	222	196	186	173	163	156	144	128	123	115	113	105	96	95	89
584	224	196	187	174	163	156	143	129	123	114	113	105	97	96	91
585	226	198	189	175	163	158	144	132	125	116	116	107	98	96	92

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
586	224	196	187	172	161	156	142	131	123	114	113	104	94	95	87
587	226	199	189	172	162	156	143	133	127	115	114	106	96	95	89
588	228	201	190	175	165	158	145	136	129	117	115	108	98	96	91
589	230	200	190	175	166	159	146	135	127	115	115	107	98	97	90
590	232	202	191	177	168	160	148	135	129	117	116	109	100	99	91
591	232	204	192	179	170	161	150	135	130	120	117	110	101	101	91
592	231	204	194	180	172	161	150	136	132	120	119	111	101	102	91
593	230	203	193	178	170	160	148	135	131	119	119	110	100	99	90
594	231	206	194	181	172	161	149	138	133	120	121	111	102	102	92
595	233	206	193	181	173	160	150	138	132	120	119	110	101	102	93
596	233	206	193	181	172	160	150	136	132	120	118	109	100	100	92
597	234	208	196	183	173	163	151	139	134	120	121	111	100	102	93
598	231	207	196	181	172	161	151	138	133	120	120	109	99	101	92
599	233	208	198	181	174	162	153	139	134	122	121	110	100	102	93
600	237	211	199	183	176	164	155	140	135	124	121	112	101	102	93
601	239	213	201	183	177	165	156	141	135	125	122	112	103	102	94
602	244	214	203	188	180	168	159	144	137	128	124	115	106	105	96
603	243	213	201	188	180	166	157	143	136	126	123	113	104	103	95
604	248	216	204	191	183	170	160	146	141	130	125	117	108	105	98
605	248	216	205	192	183	170	159	146	140	129	125	116	106	105	97
606	245	214	204	189	180	167	157	143	137	126	122	114	103	102	94
607	247	217	207	190	181	169	159	144	139	128	124	117	105	105	96
608	249	217	208	191	182	169	160	146	139	128	125	117	106	104	94
609	248	216	207	190	182	169	159	147	139	127	124	117	106	104	93
610	247	217	207	190	183	170	158	145	138	127	122	116	105	105	93
611	251	221	210	191	185	173	159	147	138	130	125	117	106	107	96
612	253	223	211	194	186	173	161	150	141	130	126	118	107	107	98
613	257	225	212	198	189	175	164	151	142	132	128	121	109	106	99
614	262	228	217	201	192	179	168	155	146	136	132	125	112	110	104
615	260	229	216	201	191	179	168	154	147	135	132	125	112	112	103

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
616	264	233	219	203	194	182	170	156	148	137	136	125	113	114	105
617	263	231	218	201	193	179	168	154	148	133	134	122	112	111	102
618	264	232	217	201	193	179	168	154	147	133	134	122	112	111	101
619	267	235	220	203	195	181	169	156	148	135	135	124	112	113	102
620	266	234	219	203	193	179	169	154	147	134	134	124	111	112	101
621	267	236	220	203	194	180	170	154	146	136	134	124	112	113	101
622	267	238	222	205	196	182	170	155	148	138	135	125	113	113	102
623	267	239	224	206	197	183	171	156	148	138	135	125	113	114	102
624	269	237	224	206	196	183	170	157	147	138	134	124	112	113	101
625	273	241	226	209	199	185	172	160	150	140	137	128	116	116	105
626	273	241	228	210	200	186	173	161	151	142	138	129	118	117	106
627	273	240	228	210	199	185	173	159	151	141	136	127	116	115	106
628	276	243	230	214	203	189	177	161	155	143	139	130	119	118	108
629	276	241	230	214	203	188	175	160	153	142	138	129	118	118	108
630	277	245	231	215	204	190	176	160	154	144	139	131	119	118	108
631	274	243	227	210	201	186	172	157	149	139	136	127	115	113	104
632	276	245	226	212	202	188	174	158	151	141	137	127	116	114	106
633	278	247	227	213	204	188	176	159	154	141	138	129	117	115	107
634	277	245	227	211	203	187	175	158	152	139	138	128	115	113	105
635	279	244	228	212	203	187	177	159	153	141	140	129	117	115	106
636	279	245	228	211	203	187	177	160	152	142	139	128	117	116	105
637	279	246	229	212	203	187	178	160	152	142	139	127	119	117	104
638	279	246	229	214	202	188	178	161	154	143	140	130	119	118	105
639	281	249	233	216	204	191	180	164	158	145	142	133	122	122	109
640	281	247	231	214	201	190	178	162	156	144	142	132	121	119	108
641	284	251	232	217	202	193	181	165	158	146	146	135	123	122	111
642	282	251	230	215	201	191	180	163	157	143	145	132	123	120	109
643	280	248	229	213	200	188	177	161	154	141	143	129	122	117	106
644	283	248	231	216	202	190	179	162	156	143	143	130	121	118	108
645	281	245	228	214	201	188	177	160	155	142	138	129	120	116	106

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
646	282	246	228	216	202	189	177	162	155	144	138	130	120	117	106
647	282	247	230	215	203	190	179	164	157	145	140	130	120	118	106
648	281	246	231	215	202	188	179	164	157	144	140	128	121	118	105
649	281	245	233	216	201	188	178	164	156	142	138	127	119	118	104
650	285	249	236	218	206	192	179	167	159	145	141	131	122	119	107
651	284	248	237	217	207	192	179	167	158	145	140	132	121	119	108
652	284	248	237	216	206	192	178	167	157	145	140	132	121	119	108
653	287	251	237	217	207	194	181	168	160	146	142	135	124	121	110
654	286	250	235	217	206	193	181	167	159	146	142	134	122	119	109
655	287	251	238	217	208	194	182	168	160	147	145	136	122	119	110
656	286	249	236	214	206	191	180	165	157	144	142	132	118	114	106
657	288	251	237	217	208	193	182	165	158	145	142	133	120	116	107
658	288	253	237	219	209	192	183	165	160	145	142	132	122	118	107
659	289	252	236	220	208	191	182	165	160	146	142	130	121	117	107
660	289	254	237	219	207	191	180	166	160	145	142	130	121	116	108
661	291	256	239	220	209	192	181	166	159	147	144	131	123	117	110
662	292	257	239	220	209	193	182	166	157	146	144	133	123	118	110
663	293	258	242	221	211	195	184	169	160	147	146	136	124	121	111
664	295	259	247	223	214	198	187	171	164	150	148	139	126	123	113
665	295	260	247	222	214	196	186	170	163	149	146	138	126	122	113
666	298	264	249	224	217	198	188	173	166	150	148	140	128	125	115
667	297	262	246	223	215	197	185	170	163	148	147	139	127	121	115
668	298	262	245	224	215	198	185	170	163	148	148	139	126	121	113
669	298	262	246	225	216	198	186	170	164	150	148	138	126	123	112
670	299	262	246	225	216	198	186	170	165	150	147	138	127	123	111
671	298	261	244	225	215	198	185	169	164	150	146	137	126	122	111
672	300	263	247	227	217	200	188	171	165	151	149	139	127	122	113
673	299	262	247	227	215	200	187	170	164	150	148	138	127	121	111
674	301	264	249	229	217	201	189	173	166	151	150	139	128	124	113
675	301	262	247	228	214	199	186	172	165	150	147	137	126	122	111

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
676	302	265	249	228	215	201	189	173	168	152	149	139	128	125	113
677	302	265	249	229	217	203	190	174	170	152	150	141	127	126	114
678	300	262	247	227	214	202	188	173	166	150	149	140	126	124	113
679	301	264	248	229	215	204	190	174	167	152	152	142	128	126	115
680	302	265	248	231	217	202	190	175	168	152	152	141	128	127	114
681	300	265	248	229	216	200	188	174	166	150	151	140	127	125	113
682	299	265	248	228	215	200	188	173	165	151	150	140	127	125	114
683	300	264	250	228	215	201	189	175	166	152	151	139	129	125	116
684	298	263	248	224	214	200	188	172	164	149	150	138	128	124	115
685	299	263	250	225	215	200	189	173	165	150	151	139	128	124	115
686	296	260	247	222	212	196	185	171	161	146	147	136	126	121	111
687	296	260	247	222	213	198	186	170	163	146	147	134	127	122	112
688	297	262	248	224	214	200	187	172	164	148	147	135	128	123	113
689	297	262	246	225	214	200	188	171	164	150	147	137	129	124	114
690	296	259	245	224	213	199	185	169	163	148	146	136	127	123	113
691	296	260	247	225	213	200	187	171	163	149	148	138	127	124	114
692	294	259	245	223	212	199	186	169	162	149	147	137	125	122	113
693	297	259	246	225	214	199	188	172	164	151	147	138	127	124	114
694	293	254	241	220	209	196	185	170	160	147	143	135	124	120	110
695	293	256	244	221	211	198	186	171	161	149	144	135	124	121	112
696	294	257	245	221	209	197	186	171	161	147	144	134	121	120	111
697	294	256	245	219	209	196	185	170	160	145	144	134	120	120	111
698	293	257	245	219	209	195	185	169	161	144	144	134	121	120	110
699	292	258	244	221	210	196	186	170	161	145	146	136	123	123	112
700	288	256	241	219	209	194	183	167	160	145	144	134	122	122	110
701	291	258	242	223	211	198	185	171	163	147	146	137	124	124	112
702	290	255	239	220	209	196	184	168	161	146	144	134	123	122	111
703	289	254	240	220	209	195	184	167	161	146	144	134	122	121	111
704	291	256	242	222	210	197	186	169	163	148	145	136	123	123	112
705	289	255	239	219	209	193	183	166	161	146	143	134	121	121	111

$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
706	288	254	239	219	208	193	183	167	161	145	142	132	121	120	111
707	287	254	238	218	207	193	183	165	159	144	142	130	121	119	110
708	287	254	237	219	207	194	183	163	159	144	143	131	122	120	110
709	284	251	236	217	205	192	181	162	158	142	142	131	121	119	109
710	284	252	236	217	206	193	182	163	159	143	142	132	122	120	109
711	282	249	233	214	204	192	180	161	156	141	140	128	118	118	107
712	284	251	234	217	206	193	182	162	158	143	142	130	118	119	108
713	281	248	232	214	203	191	179	162	156	141	140	127	116	117	105
714	283	251	234	217	205	194	182	166	159	145	144	130	119	120	109
715	284	252	236	218	205	194	183	167	159	145	144	133	119	120	109
716	284	252	237	217	205	193	183	167	158	145	144	133	121	120	110
717	283	252	235	217	204	193	182	167	158	145	143	133	121	120	110
718	281	253	235	218	206	194	181	167	159	145	144	135	122	122	111
719	276	248	232	214	204	191	178	163	156	143	141	131	119	119	108
720	280	248	234	214	204	190	179	165	158	144	142	133	120	119	108
721	278	244	231	210	200	188	176	162	155	142	141	130	118	117	104
722	278	245	231	212	201	188	175	162	155	142	142	130	118	117	106
723	277	244	231	211	202	189	175	161	155	141	140	131	118	117	106
724	276	244	228	211	201	188	173	160	154	140	139	128	118	115	105
725	274	243	227	212	201	187	173	159	154	138	137	128	116	114	105
726	276	245	229	213	202	189	176	161	155	141	140	130	118	117	108
727	273	245	227	211	200	187	176	160	154	140	140	129	116	116	107
728	275	248	230	211	201	188	177	161	157	142	142	131	117	118	109
729	272	245	228	208	198	185	174	159	153	140	138	127	115	116	107
730	273	246	229	208	199	186	176	161	155	141	139	128	117	117	108
731	271	243	227	205	198	185	174	161	154	141	138	127	118	117	106
732	268	240	224	204	196	182	172	160	152	139	136	126	117	115	104
733	268	238	222	203	194	181	171	158	151	137	136	126	117	114	102
734	268	238	222	205	195	183	171	158	152	138	137	129	117	114	103
735	266	237	221	204	194	181	169	157	150	136	136	126	114	112	101

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
736	263	236	220	204	194	182	169	156	150	136	135	125	113	111	102
737	262	234	219	204	193	180	167	153	148	134	134	123	112	111	101
738	260	231	216	201	191	178	165	152	145	132	132	121	108	109	100
739	261	233	216	202	192	179	167	153	148	134	132	123	110	110	101
740	260	232	215	201	192	179	168	153	147	135	132	122	110	110	100
741	259	234	217	202	193	180	170	155	149	136	134	124	111	113	102
742	255	229	213	198	189	176	164	152	144	132	130	121	108	110	99
743	256	230	215	199	190	177	165	153	145	134	132	124	111	112	101
744	255	229	213	198	190	177	164	152	145	133	132	123	111	111	100
745	254	225	210	196	187	175	163	150	145	132	130	121	109	110	98
746	250	223	209	195	185	174	161	149	142	129	128	120	108	108	98
747	249	225	210	195	185	173	161	149	142	130	130	119	108	108	99
748	247	222	207	192	183	171	158	146	140	127	128	116	106	105	97
749	247	221	207	191	184	170	158	147	141	127	128	116	107	105	98
750	243	218	204	189	180	167	156	144	138	124	125	115	105	103	96
751	242	216	202	187	179	167	155	142	136	124	124	115	104	103	95
752	240	216	200	187	179	166	155	142	136	123	124	115	104	103	95
753	240	216	200	186	178	164	155	143	137	124	124	116	105	105	96
754	237	212	197	183	176	162	153	142	134	124	121	114	102	103	93
755	236	213	198	184	176	162	154	142	136	124	122	113	104	103	95
756	233	211	195	183	175	161	152	140	134	121	121	110	101	101	94
757	231	209	194	181	175	161	151	139	133	121	122	109	103	102	94
758	225	203	190	176	170	156	146	134	128	117	118	104	98	97	90
759	225	202	190	176	169	155	147	134	128	117	118	104	98	99	90
760	223	201	190	176	168	154	146	134	128	116	118	104	98	98	90
761	221	197	186	174	164	151	143	131	124	114	115	104	96	96	87
762	219	197	185	172	165	150	142	132	124	115	115	106	97	95	88
763	214	194	180	167	160	147	139	130	121	112	111	104	93	92	85
764	215	194	178	166	158	147	139	129	121	112	111	103	92	92	84
765	215	194	179	168	159	149	140	129	123	114	112	105	94	94	86



$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
766	214	193	180	170	160	149	142	129	123	114	113	106	94	96	87
767	212	191	177	165	160	147	140	126	122	113	111	104	93	94	86
768	211	192	178	166	161	149	139	127	123	114	113	105	95	96	88
769	208	189	176	163	158	146	137	124	119	112	111	103	93	94	86
770	207	187	176	163	157	146	136	124	120	111	111	104	91	92	85
771	202	183	173	158	152	141	132	121	117	108	108	99	88	89	80
772	201	182	173	158	154	141	132	123	117	109	109	99	88	90	83
773	199	182	172	159	153	141	132	122	116	108	108	99	88	90	84
774	198	181	168	156	151	139	129	121	114	107	106	98	86	88	82
775	197	179	167	157	151	138	129	121	114	107	106	100	87	89	82
776	193	175	163	153	147	134	126	118	111	103	101	96	84	88	80
777	192	174	163	153	147	134	126	118	112	103	101	97	83	89	80
778	192	175	165	153	148	135	128	119	114	103	102	98	84	90	81
779	193	174	166	153	148	136	128	118	113	102	102	97	86	90	81
780	191	171	164	151	145	135	126	117	111	101	101	95	86	89	79
781	191	172	165	152	146	137	127	118	111	101	102	97	89	90	81
782	188	168	161	148	142	133	123	115	108	100	100	94	87	88	79
783	187	168	159	147	141	133	124	115	109	100	99	94	87	89	78
784	182	164	156	142	136	128	120	109	106	98	95	91	82	85	74
785	181	164	157	142	136	128	120	109	105	98	95	90	82	84	75
786	180	162	155	139	135	126	119	109	105	95	94	90	81	82	74
787	177	159	152	137	133	123	116	106	102	94	92	88	78	79	72
788	176	160	151	139	134	124	115	108	102	94	93	89	78	80	73
789	174	157	149	136	131	122	112	105	100	93	91	86	76	79	71
790	172	155	148	136	131	121	112	104	101	94	91	87	76	79	71
791	172	154	149	137	131	123	112	104	102	95	91	87	77	80	74
792	172	154	149	137	131	122	113	105	101	94	92	89	78	80	76
793	171	152	147	134	129	120	111	105	100	93	91	88	77	79	76
794	173	154	148	136	131	122	113	105	103	95	93	89	79	82	78
795	169	152	146	134	128	120	110	102	101	91	90	87	75	79	74

$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
796	168	152	145	134	127	119	109	102	101	91	90	87	76	80	76
797	165	150	141	132	125	116	107	100	99	89	88	85	75	78	73
798	163	148	139	130	123	115	107	98	98	89	87	85	75	76	71
799	163	148	138	129	122	115	108	98	97	89	86	85	75	78	73
800	161	144	135	125	120	111	105	95	95	86	83	81	72	75	70
801	162	145	136	127	121	111	105	96	95	88	83	83	74	76	71
802	159	143	133	124	119	109	102	95	93	86	81	80	70	72	69
803	159	143	133	124	120	110	103	95	93	87	83	81	70	72	69
804	160	144	134	124	121	111	103	97	94	89	84	82	72	75	70
805	157	142	134	124	120	109	102	96	94	86	84	82	72	74	70
806	159	142	136	126	122	111	104	97	96	87	86	83	75	77	72
807	155	138	133	123	118	108	101	93	92	83	82	80	72	73	69
808	156	140	134	123	119	110	103	94	92	84	83	82	73	74	71
809	155	140	132	122	118	109	101	94	92	84	83	81	70	75	71
810	152	137	130	121	116	106	98	92	90	82	82	79	69	73	69
811	149	135	128	119	114	105	97	91	89	81	80	77	68	72	68
812	148	136	127	118	114	107	97	91	89	83	80	78	68	73	68
813	145	132	124	116	111	103	94	87	86	80	77	74	67	69	66
814	145	131	124	117	112	104	93	87	87	81	76	74	67	69	67
815	144	129	123	116	111	103	93	87	83	80	76	73	66	68	67
816	142	126	120	112	108	101	92	85	82	78	75	73	65	66	65
817	144	128	123	113	110	104	95	87	85	80	77	76	67	69	67
818	142	128	123	113	107	103	95	87	85	81	78	75	67	69	67
819	142	130	124	114	109	104	96	88	88	82	80	77	69	70	68
820	139	127	120	111	105	100	92	85	84	78	76	73	66	67	66
821	137	125	118	110	105	100	91	84	83	79	75	73	66	67	66
822	138	124	119	111	106	102	92	86	84	79	76	74	68	69	67
823	136	120	115	108	103	98	90	83	82	76	74	72	65	67	63
824	136	120	116	108	104	97	90	84	81	77	73	73	67	68	64
825	132	117	114	106	101	95	88	82	79	74	72	71	64	66	63

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
826	132	117	113	106	101	95	87	80	79	74	72	71	64	66	63
827	131	117	113	105	100	94	87	80	78	75	73	71	63	65	64
828	129	115	111	102	99	92	86	78	77	72	72	68	61	63	61
829	129	115	110	103	100	93	87	79	76	72	73	70	62	63	63
830	126	112	108	100	97	91	83	77	74	68	70	67	60	61	61
831	128	114	109	102	99	91	84	79	76	72	71	69	62	64	62
832	128	115	109	102	100	91	85	80	77	73	69	70	63	65	62
833	126	114	107	101	97	90	84	79	76	73	68	69	63	66	61
834	125	111	107	100	95	89	83	76	75	74	68	69	62	66	60
835	124	111	105	100	94	89	83	75	76	73	67	68	60	64	59
836	123	109	104	99	93	88	82	74	75	72	67	67	59	63	59
837	121	108	103	98	93	87	81	75	75	72	69	67	59	64	59
838	120	108	102	97	93	87	79	74	75	72	68	67	58	63	59
839	117	104	101	95	90	84	78	72	72	68	66	66	57	61	58
840	116	105	100	95	91	84	81	73	72	69	69	67	58	62	60
841	113	103	99	92	90	82	79	71	71	68	67	65	56	61	60
842	112	102	98	92	90	82	79	72	71	68	66	65	56	61	59
843	112	101	97	92	90	82	78	72	71	67	67	65	56	59	58
844	112	101	98	92	90	81	78	73	71	68	67	65	58	60	58
845	113	103	100	94	92	84	78	74	72	69	69	66	60	63	60
846	112	101	98	92	90	83	76	72	71	68	67	65	58	61	58
847	112	102	99	94	90	84	77	73	73	69	67	67	59	64	58
848	112	101	97	91	90	83	77	72	72	68	66	66	59	62	59
849	108	98	94	87	85	80	74	70	68	66	64	63	55	58	55
850	108	98	94	89	86	81	75	70	69	67	64	64	57	58	56
851	106	96	92	89	84	79	74	69	67	64	63	62	55	56	55
852	106	98	94	90	85	80	76	69	68	65	64	63	55	57	57
853	106	95	92	89	83	80	75	67	68	64	64	61	55	56	56
854	105	94	91	87	82	79	75	67	68	64	64	62	55	57	56
855	106	94	92	87	83	79	75	67	68	64	67	63	55	58	58

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
826	132	117	113	106	101	95	87	80	79	74	72	71	64	66	63
827	131	117	113	105	100	94	87	80	78	75	73	71	63	65	64
828	129	115	111	102	99	92	86	78	77	72	72	68	61	63	61
829	129	115	110	103	100	93	87	79	76	72	73	70	62	63	63
830	126	112	108	100	97	91	83	77	74	68	70	67	60	61	61
831	128	114	109	102	99	91	84	79	76	72	71	69	62	64	62
832	128	115	109	102	100	91	85	80	77	73	69	70	63	65	62
833	126	114	107	101	97	90	84	79	76	73	68	69	63	66	61
834	125	111	107	100	95	89	83	76	75	74	68	69	62	66	60
835	124	111	105	100	94	89	83	75	76	73	67	68	60	64	59
836	123	109	104	99	93	88	82	74	75	72	67	67	59	63	59
837	121	108	103	98	93	87	81	75	75	72	69	67	59	64	59
838	120	108	102	97	93	87	79	74	75	72	68	67	58	63	59
839	117	104	101	95	90	84	78	72	72	68	66	66	57	61	58
840	116	105	100	95	91	84	81	73	72	69	69	67	58	62	60
841	113	103	99	92	90	82	79	71	71	68	67	65	56	61	60
842	112	102	98	92	90	82	79	72	71	68	66	65	56	61	59
843	112	101	97	92	90	82	78	72	71	67	67	65	56	59	58
844	112	101	98	92	90	81	78	73	71	68	67	65	58	60	58
845	113	103	100	94	92	84	78	74	72	69	69	66	60	63	60
846	112	101	98	92	90	83	76	72	71	68	67	65	58	61	58
847	112	102	99	94	90	84	77	73	73	69	67	67	59	64	58
848	112	101	97	91	90	83	77	72	72	68	66	66	59	62	59
849	108	98	94	87	85	80	74	70	68	66	64	63	55	58	55
850	108	98	94	89	86	81	75	70	69	67	64	64	57	58	56
851	106	96	92	89	84	79	74	69	67	64	63	62	55	56	55
852	106	98	94	90	85	80	76	69	68	65	64	63	55	57	57
853	106	95	92	89	83	80	75	67	68	64	64	61	55	56	56
854	105	94	91	87	82	79	75	67	68	64	64	62	55	57	56
855	106	94	92	87	83	79	75	67	68	64	67	63	55	58	58

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
856	106	93	91	85	82	78	74	66	66	62	65	63	53	56	57
857	108	96	93	86	86	81	77	68	70	65	66	66	57	60	61
858	104	93	90	84	84	78	74	66	66	64	64	63	54	58	58
859	102	93	89	83	83	77	72	67	67	63	64	62	53	58	57
860	103	93	91	84	85	78	73	69	67	65	65	64	56	59	58
861	101	90	88	83	81	77	70	67	66	62	63	62	53	58	56
862	100	90	87	84	80	76	70	66	67	62	63	62	54	58	56
863	96	87	84	81	76	72	66	62	62	59	60	59	51	53	52
864	97	87	86	82	77	73	68	65	64	61	61	60	52	55	54
865	98	88	87	85	78	74	71	66	66	64	64	62	54	58	55
866	94	85	85	82	76	72	69	63	65	60	60	59	50	55	52
867	95	86	85	80	77	72	70	63	65	62	61	60	51	57	54
868	94	85	84	77	75	71	68	61	63	60	60	59	50	54	51
869	93	84	83	77	76	70	68	62	62	61	61	58	49	54	51
870	94	87	84	79	78	73	69	64	64	63	63	60	51	56	53
871	92	86	83	77	78	74	69	63	63	62	61	59	50	55	52
872	92	88	85	79	80	74	72	63	64	62	62	60	52	57	55
873	90	85	82	77	77	72	69	60	62	57	59	57	49	54	52
874	91	84	84	78	76	71	70	61	63	58	60	57	50	55	54
875	92	85	84	79	77	72	69	62	64	58	61	59	53	55	54
876	89	82	80	77	74	68	66	61	62	57	58	56	50	53	52
877	90	83	81	78	76	68	67	62	63	59	59	58	51	55	54
878	89	82	79	77	76	68	66	60	62	58	58	58	50	53	53
879	88	81	79	77	74	68	65	59	61	57	58	58	50	53	53
880	89	82	80	78	75	70	66	61	61	57	60	60	52	54	54
881	88	80	79	76	72	68	63	59	60	57	59	57	49	53	52
882	89	82	80	76	73	70	66	61	63	59	60	58	51	56	54
883	89	81	79	76	74	68	65	61	61	58	58	57	51	54	54
884	90	82	79	76	73	68	66	62	62	59	58	57	51	54	54
885	91	84	80	78	74	69	67	63	62	61	59	58	53	56	54

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
886	90	81	78	76	72	68	64	61	60	59	58	55	50	54	51
887	92	83	81	77	74	70	67	63	62	62	59	58	52	57	53
888	90	82	80	76	72	69	65	62	60	61	59	57	51	56	51
889	87	78	77	73	70	67	62	60	58	58	57	56	48	54	50
890	87	78	78	75	71	69	63	62	60	58	59	58	49	54	51
891	86	76	76	74	69	68	63	61	58	58	58	56	48	53	50
892	88	77	77	76	70	68	64	62	58	59	58	58	48	54	51
893	86	76	76	73	69	66	63	60	58	57	56	57	45	52	50
894	85	76	75	71	68	65	62	59	57	57	56	57	46	52	50
895	86	78	76	72	70	66	63	61	60	59	57	57	48	54	51
896	84	77	75	71	70	64	61	59	58	58	54	55	47	53	50
897	86	78	77	72	72	66	62	60	59	60	56	57	49	54	51
898	86	79	77	72	72	66	62	60	58	61	57	56	50	54	52
899	85	77	74	70	69	65	60	59	55	58	57	56	50	53	50
900	87	78	75	72	71	67	63	61	57	59	59	57	52	54	53
901	85	77	74	70	70	65	62	60	57	58	58	55	49	53	52
902	83	75	73	70	70	63	61	59	57	56	56	55	48	53	51
903	80	73	70	70	68	61	59	56	55	54	55	52	46	50	49
904	79	72	70	69	66	61	58	55	53	53	54	53	45	50	47
905	79	72	69	69	65	61	57	55	53	53	54	52	46	50	47
906	79	72	70	68	66	61	57	56	53	54	53	52	47	50	46
907	78	70	70	68	66	61	58	56	55	54	53	51	46	50	46
908	76	69	69	67	66	61	57	55	53	53	53	50	46	49	46
909	77	70	70	68	67	63	59	57	53	54	53	52	47	50	48
910	75	68	67	66	64	61	57	54	51	53	52	50	45	48	47
911	77	69	69	67	64	62	60	56	53	54	54	52	47	51	48
912	77	69	69	66	63	61	60	56	55	55	54	52	46	51	48
913	76	67	68	64	62	59	58	55	54	54	52	51	46	50	47
914	78	70	70	66	64	61	58	56	57	57	53	53	48	52	49
915	74	67	67	63	63	59	56	53	55	55	50	51	45	50	48

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
916	73	67	67	62	62	59	56	53	54	54	50	52	44	49	46
917	73	67	67	63	62	59	58	53	53	54	50	53	45	50	46
918	72	66	65	63	60	59	56	53	52	53	50	52	44	48	45
919	73	65	66	64	62	61	57	54	54	54	51	53	46	48	47
920	69	62	61	60	59	56	53	51	50	51	48	49	43	46	45
921	68	62	61	60	59	56	54	50	50	51	48	48	43	46	44
922	68	62	60	59	60	56	54	50	50	52	48	49	43	46	43
923	66	62	60	59	59	55	54	49	49	51	47	49	41	46	42
924	68	65	62	61	61	58	56	52	52	53	49	51	45	48	46
925	70	65	63	61	61	58	55	53	52	53	50	52	45	49	47
926	69	63	62	60	60	57	54	52	51	52	49	50	44	48	46
927	71	65	64	62	63	59	57	54	54	53	50	52	43	50	49
928	68	64	63	60	61	58	55	52	53	51	49	51	43	49	47
929	67	64	62	60	60	58	56	51	53	51	50	51	43	49	47
930	65	61	61	59	58	56	53	50	51	50	49	49	42	48	45
931	65	60	61	60	59	56	52	50	50	49	48	49	42	48	45
932	65	61	60	58	58	55	50	49	49	49	47	46	42	46	45
933	64	59	60	56	58	56	50	49	49	49	47	47	42	46	45
934	65	60	60	57	59	56	51	49	50	49	48	48	42	47	44
935	65	60	61	57	59	56	51	49	49	49	48	48	42	47	44
936	66	61	62	57	59	56	52	51	51	50	50	49	43	49	46
937	63	59	59	54	57	51	49	48	48	47	47	47	41	46	42
938	63	59	61	56	59	52	50	49	49	49	49	49	43	47	43
939	64	59	61	56	59	53	50	49	50	50	48	48	43	47	43
940	63	58	60	56	58	52	50	48	48	49	47	48	42	47	43
941	65	61	61	58	60	53	53	49	49	50	50	49	44	48	45
942	62	58	57	55	57	51	51	47	46	48	47	47	41	44	43
943	60	57	56	54	55	50	51	45	45	47	46	46	39	43	42
944	61	56	56	54	56	52	51	46	47	48	49	47	41	45	43
945	59	55	55	53	55	51	50	45	46	47	48	46	39	44	43

$\Lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
946	60	56	56	54	56	51	50	46	48	47	48	47	40	45	43
947	59	54	54	52	54	48	49	44	45	45	46	44	39	43	41
948	58	53	53	51	53	47	48	43	44	43	44	42	40	43	40
949	57	54	55	52	53	48	48	44	45	45	46	43	42	43	40
950	56	54	53	51	53	49	48	43	44	44	45	43	40	42	40
951	57	54	55	52	56	50	49	43	46	45	47	45	41	44	41
952	56	54	56	53	56	51	50	44	47	45	47	46	43	45	42
953	56	55	56	54	57	51	50	45	49	46	48	46	43	47	43
954	54	52	53	51	54	48	47	42	45	44	43	44	39	43	41
955	55	52	55	52	55	50	48	43	46	46	45	44	40	44	42
956	55	52	53	52	54	50	48	42	46	45	44	43	40	44	42
957	53	50	51	51	50	49	46	42	44	44	43	43	39	43	40
958	54	52	52	51	52	50	48	44	46	45	45	44	41	44	41
959	51	50	50	49	51	49	47	42	45	44	44	42	39	42	40
960	52	49	50	49	51	49	46	41	44	43	45	42	39	43	41
961	53	50	52	51	52	49	47	43	45	44	45	43	40	44	42
962	50	49	49	48	49	46	45	41	44	42	43	41	38	43	40
963	51	49	49	49	49	46	45	42	44	43	44	44	40	43	40
964	52	49	50	48	49	46	44	41	45	43	44	44	39	42	40
965	52	50	50	49	50	48	45	41	44	44	44	44	40	43	42
966	52	51	51	51	50	46	45	42	45	43	44	44	40	42	43
967	53	52	52	51	50	47	46	42	46	43	45	45	40	45	44
968	54	51	52	51	50	47	47	43	46	44	46	47	41	45	44
969	53	50	50	50	49	46	45	42	45	44	45	45	41	43	42
970	53	51	51	49	50	47	46	42	45	46	45	45	41	44	42
971	49	47	46	45	48	44	43	39	42	43	41	42	38	41	39
972	50	48	47	47	50	45	44	40	43	43	41	43	38	43	40
973	51	48	48	47	49	45	44	41	42	42	41	43	38	42	40
974	48	46	46	46	47	45	43	39	41	41	40	42	36	39	39
975	50	48	46	47	49	46	45	40	43	43	41	43	38	42	40



$\Delta$ ( $\mu\text{m}$ )	0,80 m	0,85 m	0,90 m	0,95 m	1 m	1,05 m	1,10 m	1,15 m	1,20 m	1,25 m	1,30 m	1,35 m	1,40 m	1,45 m	1,50 m
976	48	47	47	46	48	44	44	38	43	42	41	42	38	41	39
977	48	45	46	44	47	44	42	38	40	41	40	42	37	41	38
978	49	47	48	45	47	44	43	40	43	43	43	43	38	42	40
979	49	47	49	47	48	45	43	41	43	44	45	44	39	44	41
980	49	48	50	48	47	46	44	42	43	45	45	44	40	44	42
981	50	48	50	48	47	46	44	41	43	44	45	43	40	45	41
982	51	50	51	48	49	47	46	43	46	47	46	45	41	46	43
983	48	48	48	47	45	46	43	40	43	44	43	42	39	43	40
984	47	46	46	46	45	46	43	41	43	42	43	41	38	43	40
985	48	47	47	46	46	46	44	41	43	43	44	42	38	41	40
986	47	44	46	45	45	44	42	40	41	41	43	41	37	40	39
987	47	44	46	46	45	43	43	40	41	41	42	42	38	41	40
988	44	42	44	45	42	41	41	38	41	38	41	39	37	39	39
989	44	41	43	44	42	41	40	38	41	39	41	40	37	40	38
990	46	44	46	45	44	44	41	39	42	40	41	41	38	42	40
991	46	42	44	44	44	43	41	38	41	40	41	41	38	42	40
992	48	43	46	46	45	44	42	39	43	41	42	42	37	44	42
993	47	43	45	45	45	44	41	38	42	41	43	42	37	43	41
994	48	45	47	46	47	46	43	40	44	44	44	43	39	43	43
995	43	42	43	44	44	43	40	37	41	42	42	42	37	41	39
996	44	43	45	46	45	43	42	39	42	44	43	43	38	43	40
997	45	44	44	45	44	43	42	39	40	42	42	43	38	43	39
998	44	42	42	44	42	40	40	36	39	39	40	40	36	41	37
999	44	43	42	44	42	40	40	36	39	40	40	40	37	41	38
1000	44	43	43	44	42	40	40	37	40	40	41	41	37	40	38

## Pengukuran Intensitas Cahaya dan Luminansi Cahaya

Jarak (m)	Intensitas Cahaya (Cd)	Luminansi (lux)
0.05	646.71	258686.80
0.10	546.90	54690.40
0.15	414.85	18437.82
0.20	327.94	8198.60
0.25	253.20	4051.20
0.30	201.29	2236.66
0.35	175.22	1430.44
0.40	140.76	879.76
0.45	124.13	613.03
0.50	113.57	454.30
0.55	111.45	368.44
0.60	102.69	285.25
0.65	102.62	242.91
0.70	95.88	195.67
0.75	90.59	161.06
0.80	86.54	135.22
0.85	78.44	108.58
0.90	75.44	93.14
0.95	71.52	79.25
1.00	70.80	70.81
1.05	66.78	60.58
1.10	63.06	52.12
1.15	61.18	46.26
1.20	56.69	39.37
1.25	59.03	37.78
1.30	59.48	35.20
1.35	56.86	31.20
1.40	51.61	26.33
1.45	53.93	25.65
1.50	52.67	23.41

$$\begin{aligned}
 \text{Luminansi (E)} &= \frac{I}{r^2} \\
 &= \frac{646,71}{0,0025} \\
 &= 258686.80 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 4.4** Penghitungan Berat Sampel dan Persentase ERMS

Pengukuran ke -	Sampel Buah	Rerata hasil pengukuran		Selisih pengukuran ( $\Delta = W_{TD} - W_{LC}$ ) gr
		Timbangan Digital ( $W_{TD}$ ) gr	Load Cell ( $W_{LC}$ ) gr	
1	Js 1	80.0	81.0	1.0
2	Js 2	83.0	83.2	0.2
3	Js 3	89.0	89.8	0.8
4	Js 4	93.0	93.8	0.8
5	Js 5	94.0	95.2	1.2
6	Js 6	99.0	100.0	1.0
7	Js 7	79.0	79.8	0.8
8	Js 8	83.0	84.0	1.0
9	Js 9	92.0	93.2	1.2
10	Js 10	84.0	84.8	0.8
		$\bar{W}_{TD} = 87.6$	$\bar{W}_{LC} = 88.5$	$\bar{\Delta} = 0.9$

Keterangan: Js=Jeruk Nipis

Pengukuran ke -	Sampel Buah	Rerata hasil pengukuran		Selisih pengukuran ( $\Delta = W_{TD} - W_{LC}$ ) gr
		Timbangan Digital ( $W_{TD}$ ) gr	Load Cell ( $W_{LC}$ ) gr	
11	Kp 1	126.0	128.4	2.4
12	Kp 2	144.0	146.4	2.4
13	Kp 3	150.0	151.8	1.8
14	Kp 4	126.2	128.4	2.2
15	Kp 5	125.0	126.8	1.8
16	Kp 6	125.2	127.0	1.8
17	Kp 7	128.0	130.4	2.4
18	Kp 8	137.0	139.8	2.8
19	Kp 9	142.0	145.2	3.2
20	Kp 10	115.0	117.4	2.4
		$\bar{W}_{TD} = 131.8$	$\bar{W}_{LC} = 134.2$	$\bar{\Delta} = 2.3$

Keterangan: Kp=Jeruk Keprok

Pengukuran ke -	Sampel Buah	Rerata hasil pengukuran		Selisih pengukuran ( $\Delta = W_{TD} - W_{LC}$ ) gr
		Timbangan Digital ( $W_{TD}$ ) gr	Load Cell ( $W_{LC}$ ) gr	
21	Jm 1	142.0	145.6	3.6
22	Jm 2	117.2	119.6	2.4
23	Jm 3	115.0	117.6	2.6
24	Jm 4	117.0	119.6	2.6
25	Jm 5	129.0	132.8	3.8
26	Jm 6	151.0	153.8	2.8
27	Jm 7	111.0	113.2	2.2
28	Jm 8	123.0	125.4	2.4
29	Jm 9	104.0	105.8	1.8
30	Jm 10	125.0	127.6	2.6
		$\bar{W}_{TD} = 123.4$	$\bar{W}_{LC} = 126.1$	$\bar{\Delta} = 2.7$

Keterangan: Jm = Jeruk Manis

$$ERMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{D_{Obs} - D_{Kal}}{D_{Obs}} \right)^2}{n}}$$

Dimana nilai,  $\left( \frac{D_{Obs} - D_{Kal}}{D_{Obs}} \right)^2 = \left( \frac{W_{LC} - W_{TD}}{W_{LC}} \right)^2$  maka,

$$ERMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{W_{LC} - W_{TD}}{W_{LC}} \right)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.010011564}{30}}$$

$$= \sqrt{0.000333719}$$

$$ERMS = 0,018267972$$

$$\%error = 0,018267972 \times 100\%$$

$$= 1,82 \%$$