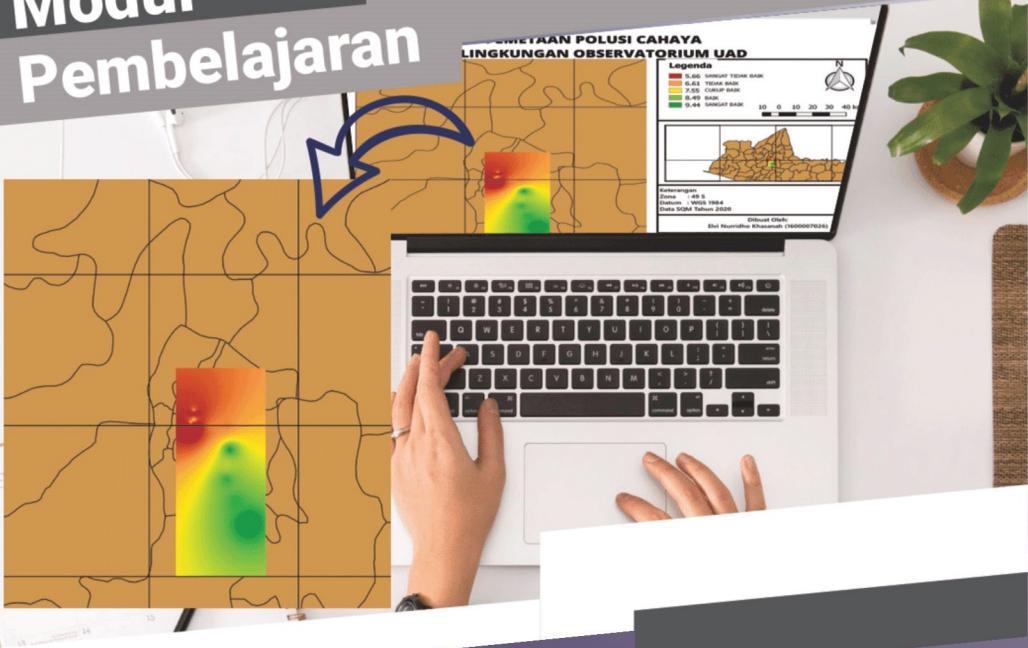


# Modul Pembelajaran



## Pemetaan Polusi Cahaya menggunakan Quantum GIS

**Elvi Nurridho Khasanah | Yudhiakto Pramudya, Ph.D.  
Okimustava, M.Pd.Si.**

# Pemetaan Polusi Cahaya menggunakan Quantum GIS

Elvi Nurridho Khasanah  
Yudhiakto Pramudya, Ph.D.  
Okimustava, M.Pd.Si.



Penerbit K-Media  
Yogyakarta, 2021

---

# **PEMETAAN POLUSI CAHAYA MENGGUNAKAN QUANTUM GIS**

viii + 49 hlm.; 14 x 20 cm

---

**ISBN: 978-623-316-055-1**

**Penulis** : Elvi Nurridho Khasanah,  
Yudhiakto Pramudya & Okimustava

**Tata Letak** : Elvi Nurridho Khasanah

**Desain Sampul** : Elvi Nurridho Khasanah

**Cetakan 1** : Januari 2021

Copyright © 2021 by Penerbit K-Media  
All rights reserved

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang No 19 Tahun 2002.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektris mau pun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis dan Penerbit.

---

## **Isi di luar tanggung jawab percetakan**

Penerbit K-Media  
Anggota IKAPI No.106/DIY/2018  
Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.  
e-mail: kmedia.cv@gmail.com

# PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul pembelajaran dengan judul “Pemetaan Polusi Cahaya menggunakan *Software* QGIS”. Modul ini disusun guna menambah bahan ajar sehingga lebih mudah memahami materi polusi cahaya pada mata kuliah Astronomi.

Pemanfaatan *software* QGIS dalam pemetaan polusi cahaya berperan sebagai pengubah data dan dapat ditampilkandalam bentuk peta sehingga mempermudah untuk memahami informasi tingkat polusi cahaya. *Software* ini terdiri dari beberapa seri namun penulis menggunakan seri QGIS 2.18 LAS PALMAS, kelebihan dari *software* ini tidak berbayar, penggunaan *software* QGIS akan membantu mahasiswa untuk memetakan tingkat polusi cahaya. Tulisan ini telah diupayakan dan disajikan secara sistematis dengan bahasa yang sederhana. Dengan demikian, penyusunan materi pemetaan polusi cahaya diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memetakan tingkat polusi cahaya menggunakan *software* QGIS.

Penulis menyadari bahwa penulisan modul pembelajaran ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan.

Yogyakarta, Juli 2020

Elvi Nurridho Khasanah

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
TINJAUAN MATA KULIAH .....	1
PENDAHULUAN .....	3
MATERI PEMBELAJARAN .....	4
A. Kecerahan Langit Malam .....	4
B. Polusi Cahaya .....	7
C. <i>Sky Quality Meter</i> .....	9
D. TSL .....	10
E. Tata Koordinat Horizon .....	12
F. Spektrum Gelombang Elektromagnetik .....	13
G. Intensitas Gelombang Elektromagnetik .....	14
H. Peta .....	15
I. QGIS ( <i>Quantum Geographic Information System</i> ) 15 PANDUAN PEMETAAN POLUSI CAHAYA .....	19
A. Pengunduhan dan Instalasi QGIS .....	19
B. Menambahkan Data Spasial .....	25
C. Mengolah shp dengan IDW ( <i>Interpolation Distance Weightting</i> ) .....	35
D. Membuat Layout Peta .....	40
LATIHAN PEMETAAN .....	53
RANGKUMAN .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi polusi cahaya.....	8
Gambar 2. Tampilan SQM.....	10
Gambar 3. Tampilan sensor TSL 237.....	10
Gambar 4. Sistem koordinat horizon.....	13
Gambar 5. Tampilan Halaman pencarian Quantum GIS.....	19
Gambar 6. Tampilan Halaman Depan pada Situs QGIS.....	20
Gambar 7. Tampilan Tipe sistem perangkat komputer.....	21
Gambar 8. Tampilan Utama <i>Installer</i> .....	22
Gambar 9. Tampilan Jenis <i>installer</i> QGIS.....	22
Gambar 10. Tampilan versi QGIS.....	23
Gambar 11. Proses Mengunduh QGIS.....	24
Gambar 12. Proses menjalankan instalasi QGIS.....	25
Gambar 13. Halaman utama QGIS.....	25
Gambar 14. Halaman utama QGIS.....	27
Gambar 15. Lembar kerja.....	27
Gambar 16. Menambah lapisan.....	28
Gambar 17. Halaman utama pengaturan.....	28
Gambar 18. <i>Input</i> data dengan <i>format csv</i> .....	29
Gambar 19. <i>File</i> data polusi cahaya.....	29
Gambar 20. Tampilan data polusi cahaya.....	30
Gambar 21. Jendela <i>reference system setting</i> .....	30
Gambar 22. Hasil data polusi cahaya.....	31
Gambar 23. Penyimpanan proyek dalam <i>format shp</i> .....	31
Gambar 24. Pemberian nama proyek.....	32
Gambar 25. Penyimpanan Proyek <i>format shp</i> selesai.....	32
Gambar 26. Tampilan <i>plugin</i> interpolasi.....	33
Gambar 27. Interpolasi data polusi cahaya.....	34
Gambar 28. Pengaturan parameter peta.....	34
Gambar 29. Hasil interpolasi.....	35
Gambar 30. Pengaturan warna setiap titik.....	35
Gambar 31. Tampilan pengaturan Tipe <i>Rinder</i> .....	36
Gambar 32. Tampilan pemilihan tipe warna.....	36
Gambar 33. Tampilan pengaturan parameter warna.....	37

Gambar 34. Hasil interpolasi dengan parameter warna.....	37
Gambar 35. Tampilan sistem referensi koordinat .....	38
Gambar 36. Layout Peta .....	38
Gambar 37. Judul Peta.....	39
Gambar 38. Tampilan Layout .....	39
Gambar 39. Pengaturan kertas peta.....	40
Gambar 40. Membuat layout Peta.....	40
Gambar 41. Tampilan Peta .....	41
Gambar 42. Pembuatan <i>Shape</i> .....	41
Gambar 43. Pengaturan garis tepi .....	42
Gambar 44. Pengaturan batas <i>shape</i> .....	42
Gambar 45. Tampilan batas <i>shape</i> .....	43
Gambar 46. Pembuatan <i>legend</i> .....	43
Gambar 47. Pembuatan judul.....	44
Gambar 48. Tampilan judul .....	44
Gambar 49. Tampilan peta keseluruhan .....	45
Gambar 50. Pengaturan <i>frame</i> dan <i>raster</i> .....	45
Gambar 51. Pembuatan arah mata angin .....	46
Gambar 52. Tampilan macam-macam arah mata angin .....	46
Gambar 53. Pembuatan skala.....	47
Gambar 54. Tampilan Skala.....	47
Gambar 55. Proses <i>raster</i> peta utama.....	48
Gambar 56. Pengaturan grid .....	48
Gambar 57. Hasil akhir Peta .....	49
Gambar 58. Penyimpanan <i>format</i> PNG.....	49
Gambar 59. Peta <i>Format</i> PNG .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala bortle .....	5
Tabel 2. Data Polusi Cahaya .....	26
Tabel 3. <i>User Interface</i> pada QGIS .....	28
Tabel 4. Data Polusi Cahaya (Latihan) .....	53



## TINJAUAN MATA KULIAH

- a. Deskripsi mata kuliah  
Astronomi merupakan salah satu mata kuliah pada program studi Pendidikan Fisika FKIP UAD, yang mempunyai bobot 2 sks, mata kuliah astronomi dapat ditempuh oleh mahasiswa pada semester VI. Astronomi merupakan cabang ilmu alam yang mempelajari atau meneliti tentang benda-benda langit serta fenomena alam yang terjadi diluar atmosfer bumi.
- b. Kegunaan mata kuliah  
Astronomi erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari yang sering kita jumpai, contoh sederhana seperti fenomena gerhana bulan, gerhana matahari, dan terjadinya polusi cahaya sehingga mata kuliah astronomi sangat penting untuk dipelajari guna mengkaji fenomena-fenomena tersebut.
- c. Sasaran belajar  
Sasaran pada modul pembelajaran ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UAD semester VI atau mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah astronomi.
- d. Urutan penyajian  
Modul pembelajaran diawali dengan penyajian materi yang berkaitan dengan polusi cahaya dan perangkat lunak Quantum GIS, kemudian panduan pemetaan polusi cahaya dan diakhiri dengan latihan pemetaan polusi cahaya menggunakan QGIS bagi mahasiswa.

- e. Petunjuk belajar bagi mahasiswa dalam **mempelajarimodul** Modul disusun dengan penjelasan materi yang berkaitan dengan polusi cahaya dan perangkat lunak yang digunakan untuk memetakan polusi cahaya, sehingga mahasiswa perlu membaca materi sebelum melakukan proses pemetaan serta mengunduh perangkat lunak QGIS yang akan digunakan untuk melakukan pemetaan.

## PENDAHULUAN

a. Sasaran pembelajaran yang ingin dicapai

Setelah mempelajari materi pada modul pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami polusi cahaya dan mengumpulkan data di beberapa lokasi menggunakan SQM, melakukan pemetaan polusi cahaya dengan Quantum GIS dan menjelaskan hasil pemetaan polusi cahaya.

b. Ruang lingkup materi modul

Modul pembelajaran ini membahas tentang materi polusi cahaya yang kini tengah menjadi keprihatinan banyak peneliti langit, selain itu modul ini menyajikan langkah- langkah memetakan polusi cahaya menggunakan perangkat lunak QGIS.

c. Manfaat mempelajari modul

Manfaat yang mahasiswa peroleh dari mempelajari modul yaitu dapat memahami materi polusi cahaya, dan melakukan pemetaan menggunakan perangkat QGIS dengan mudah.

# MATERI PEMBELAJARAN

## A. Kecerahan Langit Malam

Kegiatan pengamatan atau pengambilan data pada astronomi salah satunya bergantung pada kondisi kecerahan langit malam. Kecerahan langit malam adalah parameter kondisi langit malam yang terlihat terang atau gelap dari semestinya. Kecerahan langit yang terlalu terang menjadi masalah besar karena bintang-bintang akan semakin redup dan bahkan tidak terlihat, kondisi ini diakibatkan oleh polusi cahaya baik polusi cahaya alami maupun polusi cahaya buatan.

Ada enam faktor yang berkontribusi terhadap kecerahan langit malam: (1) Perpaduan cahaya dari galaksi yang jauh; (2) Perpaduan cahaya bintang di dalam galaksi bima sakti; (3) Cahaya zodiak; (4) *Airglow* malam; (5) Aurora; (6) Garis emisi senja. *Airglow* malam, aurora, dan garis emisi senja adalah hasil dari atmosfer dan medan magnet. *Airglow* malam adalah pendaran dari atom dan molekul di udara dari eksitasi fotokimia (Hasan, Abdel-Hadi, Issa, & Hassanin, 2014). Di Indonesia, tingkat kecerahan langit semakin lama semakin terang, hal ini diakibatkan oleh polusi dan pemanasan global. Kadar kecerahan langit di suatu daerah sangat bergantung pada komposisi partikel aerosol dan partikel awan yang ada dalam atmosfer suatu daerah (Ismail, 2015). Kualitas langit dibagi menjadi sembilan kelas seperti tampak pada tabel 1 yang disebut dengan skala bortle.

Tabel 1. Skala bortle

Kelas	Kategori	NELM	SQM Mag/arcsec <sup>2</sup>	Uraian
1	Sangat Bagus Langit	7,6-8,0	21,7-22,0	Daerah konstelasi Scorpius dan Sagitarius Di Milky Way sangat jelas. Konstelasi yang lemah sulit dikenali karena banyaknya

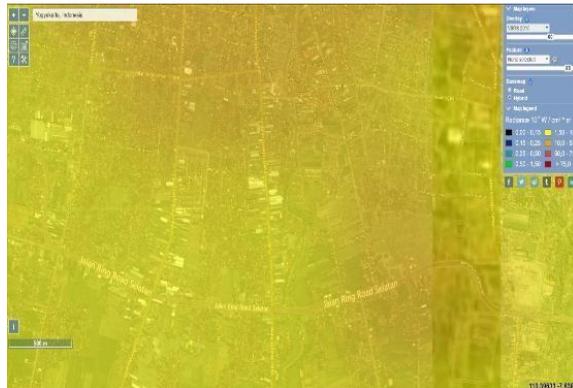
	Gelap			bintang yang teramati
2	Lokasi Gelap	7,1-7,5	21,5-21,7	Daerah sekeliling sulit diamati, struktur Milky Way jelas sekali, M33 (Andromeda) mudah teramati dengan matatelanjang
3	Langit daerah pedesaan	6,6-7,0	21,3-21,5	Sedikit polusi cahaya tampak di cakrawala, awan dekat cakrawala tampak terang, yang di atas kepala tampak gelap, pemandangan di sekitar nyaris tidak kelihatan, Milky Way masih tampak jelas
4	Batas pedesaan dan pinggir kota	6,1-6,5	20,4-21,3	Polusi cahaya tampak dalam beberapa arah tertentu, awan tampak diterangi cahaya polusi daerah di atas kepala tampak gelap, daerah sekeliling tampak jelas, Milky Way masih cukup jelas, tetapi detailnya kurang jelas
5	Langit pinggirkota	5,6-6,0	19,1-20,4	Polusi cahaya tampak dalam berbagai arah, awan lebih terang daripada langit, Milky Way sangat lemah/tidak tampak di cakrawala, saat bulan tidak purnama di lokasi yang gelap langit tampak gelap, langit tampak biru gelap

6	Langit terang pinggirkota	5,1-5,5	18,0-19,1	Polusi cahaya membuat langit 35 derajat di atas cakrawala bercahaya putihkeabu-abuan, awan dilangit tampak cukup terang, awan tinggi (cirrus)tampak lebih terang daripada langit latarbelakang, daerah sekelilingtampak jelas, Milky Way hanya kelihatan di zenithsaja
7	Perbatasan pinggir dan pusat kota	4,6-5,0		Polusi cahaya membuat langit tampak berwarna abu-abu muda, cahaya terang dari lampu tampak di segala penjuru, awan tampak terang, Milky Way tidak kelihatan, saat bulan purnama langit tampakbiru
8	Langit diatas kota	4,1-4,5	<18,0	Langit abu-abu muda atau jingga-tulisan di kertasbisaterbaca dengan mudah, konstelasi yang umum dikenal tampak lemahatautidak tampak
9	Langit pusat kota	4		Langit sangat terang, Konstelasi tidak tampak, dan obyek yang bisa diamati hanya Bulan, planet dan beberapa bintang yang sangat terang
NELM= <i>naked eye limiting magnitude</i> (magnitudo batas untuk matatelanjang)				

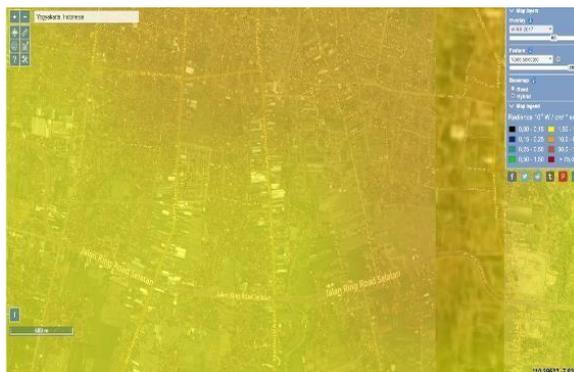
## B. Polusi Cahaya

Polusi cahaya didefinisikan sebagai perubahan tingkat cahaya alami di luar ruangan sebagai hasil dari pencahayaan buatan (Hollan, 2007). Polusi cahaya merupakan suatu kondisi suatu cahaya yang bersumber dari cahaya buatan (artifisial) dan cahaya alami yang berlebihan, sehinggamenimbulkan langit terlihat lebih terang. Cahaya

buatan (artifisial) bersumber dari lampu penerangan jalan, lampu papan reklame dan lampu penerangan stadion (Lolkema, dkk, 2010). Sumber -sumber penerangan tanpa penutup, proses instalasi yang kurang baik hingga penggunaan cahaya diluar kebutuhan memperburuk keadaan polusi cahaya (Setiawan, 2019). Polusi cahaya merupakan hasil dari hamburan cahaya yang naik ke atmosfer dan dipantulkan kembali sehingga sampai ke mata pengamat (Narisada, dkk, 2004). Berikut merupakan contoh keadaan polusi cahaya dilingkungan Observatorium UAD yang diambil menggunakan citra satelit dari web *Light Map Pollution*.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 1.** (a) Kondisi polusi cahaya tahun 2015; (b) Kondisi polusi cahaya tahun 2017; (c) Kondisi polusi cahaya tahun 2019 (sumber : *Light Map Pollution*)

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa setiap tahun polusi cahaya mengalami peningkatan, hal ini tentunya perlu segera dilakukan tindakan untuk mengendalikan tingkat polusi cahaya. Daerah dengan kondisi warna merah menandakan tingkat polusi cahaya tinggi, sedangkan warna hijau menandakan daerah dengan tingkat polusi cahaya rendah.

### C. *Sky Quality Meter*

*Sky Quality Meter* ( SQM ) merupakan alat fotometer yang digunakan untuk mengukur tingkat kecerahan langit dan untuk interaksi awal gerhana matahari (Pramudya & Arkanuddin, 2016). Data yang terbaca dari SQM dalam mag/arcsec<sup>2</sup>, dimana mag (magnitudo) merupakan satuan dalam astronomi untuk mengukur nilai suatu objek terang (bintang). *Arcsec* merupakan busur derajat dibagi menjadi detik. Untuk membaca data dari SQM digunakan aplikasi *Unihedron Device Manager*, nilai yang terbaca oleh SQM akan dipengaruhi oleh kondisi saat pengamatan dan polusi cahaya. SQM mempunyai respon spektral yang cukup lebar yaitu dalam rentang visual 400-540 nm untuk transmisi 0,5 dengan puncak sekitar 540 nm. Rentangspektral SQM berada pada sensitivitas spektral mata manusia. Adapun tampilan SQM dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Tampilan SQM

nilai SQM yang dihasilkan kemudian akan dipetakan menggunakan *Software* QGIS untuk melihat pemetaan tingkat polusi cahaya ditempat yang telah diukur. Pengambilan data menggunakan SQM dilakukan di beberapa titik yang telah ditentukan.

#### **D. TSL**

Konverter cahaya-ke-frekuensi TSL237 pada SQM menggabungkan fotodiode silikon dan konverter arus-ke-frekuensi pada sirkuit terpadu tunggal monolitik CMOS. *Output* yang dihasilkan adalah gelombang persegi dengan frekuensi berbanding lurus dengan intensitas cahaya (iradiasi) pada dioda. *Output* digital memungkinkan antarmuka langsung ke sirkuit logika mikrokontroler atau lainnya. Tampilan sensor TSL 237 seperti ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Tampilan sensor TSL 237

(<http://www.ic0nstrux.com/> diakses 12 januari 2020)

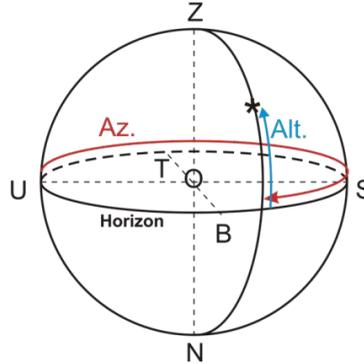
Perangkat ini telah diberi kompensasi suhu untuk sinar ultraviolet hingga cahaya tampak 320 nm sampai 700 nm dan merespon rentang cahaya 320 nm sampai 1050 nm. TSL237 dicirikan untuk operasi di atas kisaran suhu  $-25^{\circ}\text{C}$  sampai  $70^{\circ}\text{C}$  dan dipasok dalam kemasan sisi plastik tipis 3-lead dengan lensa integral.

## E. Tata Koordinat Horizon

Tata Koordinat Benda Langit tidak dapat dipisahkan dari pengamatan bintang, karena berkaitan dengan posisi bintang yang akan diamati. Pengamat perlu mengetahui dimana letak benda langit yang akan diamati, maka dari itu perlu digunakan tata koordinat yang semuanya merupakan sistem koordinat bola, salah satu yang digunakan adalah sistem tata koordinat horizon. Penggunaan SQM dalam pengambilan data kecerahan langit malam diarahkan menuju zenith sehingga pengamat perlu memperhatikan posisi benda langit yang dapat mempengaruhi nilai yang akan ditangkap oleh SQM. Skema sistem koordinat horizon dapat dilihat pada gambar 4. Berikut ini merupakan pengertian unsur-unsur bola langit dilihat dari kedudukan titik pengamat di bumi.

1. Titik Zenith adalah titik khayal pada bola langit yang terletak tepat vertikal di atas kepala pengamat. Sedangkan Titik Nadir adalah titik yang tepat berada pada bawah bola langit di bawah pengamat.
2. Horizon langit adalah lingkaran lintang terbesar yang merupakan perpotongan antara bola langit dengan bidang datar tempat pengamat berdiri melalui pusat bola langit dan tegak lurus zenit-nadir.
3. Titik Utara (U) dan Selatan (S) adalah titik-titik perpotongan meridian langit dengan horizon langit.
4. Titik Timur (T) dan Barat (B) adalah titik-titik perpotongan ekuator langit dengan horizon langit.
5. *Altitude* (H) adalah ketinggian benda di atas horizon. Benda yang tepat berada di titik zenit memiliki *altitude*  $90^{\circ}$  dan benda yang tepat berada di horizon memiliki nilai *altitude*  $0^{\circ}$ .

6. *Azimuth* adalah posisi benda diukur dari Utara-Timur-Selatan-Barat. Rentangnya yaitu dari  $0^{\circ}$  sampai  $360^{\circ}$ . Contohnya yaitu titik barat laut memiliki *azimuth* sebesar  $315^{\circ}$ .



**Gambar 4.** Sistem koordinat horizon

## F. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Gelombang Elektromagnetik meliputi gelombang radio, gelombang mikro, cahaya tampak, sinar ultraviolet (ultraungu), sinar-x, dan sinar gamma. Gelombang elektromagnetik memiliki dua sumber yaitu secara alamiah dan buatan. Sumber gelombang elektromagnetik secara alamiah dihasilkan oleh matahari dan bumi dalam bentuk spektrum gelombang, seperti gelombang mikro, gelombang radio, inframerah, cahaya tampak, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Sedangkan sumber gelombang elektromagnetik buatan berasal dari sistem kabel dan peralatan listrik rumah tangga ketika dialiri listrik (Tribuana, N., 2000).

Berbagai jenis gelombang elektromagnetik hanya berbedadalam panjang gelombang dan frekuensinya, yang dihubungkan dengan panjang gelombang dalam cara biasa melalui persamaan berikut

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

dengan  $f$  adalah frekuensi,  $\lambda$  adalah panjang gelombang, dan  $c$  adalah cepat rambat cahaya. Tingkat kepekaan mata manusia

terhadap radiasi elektromagnetik kurang lebih 400 hingga 700 nm, suatu jangkang yang disebut cahaya tampak. Sedangkan cahaya tampak memiliki panjang gelombang mulai dari 300 nm sampai 900 nm yang berfungsi untuk penglihatan manusia juga tumbuhan untuk berfotosintesis.

## G. Intensitas Gelombang Elektromagnetik

Intensitas gelombang didefinisikan sebagai rata-rata daya yang mengalir melalui luasan per satuan luas. Secara matematis, persamaan intensitas dapat ditulis seperti berikut

$$I = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dengan

$I$  = intensitas (watt/m<sup>2</sup>)

$P$  = daya (watt)

$A$  = luas (m<sup>2</sup>)

Intensitas gelombang elektromagnetik merupakan perkalian antara kerapatan energi rata-rata dan kecepatan cahaya (Tipler, 2001). Secara matematis, persamaan intensitas gelombang elektromagnetik dapat ditulis seperti berikut:

$$I = \eta_{rat} c = \frac{E_0 B_0}{2\mu_0} \quad (3)$$

dengan

$I$  = intensitas (watt/m<sup>2</sup>)

$\eta_{rat}$  = kerapatan energi rata-rata (J/m<sup>3</sup>)

$c$  = kecepatan cahaya (m/s)

$E_0$  = nilai maksimum medan listrik (V/m)

$B_0$  = nilai maksimum medan magnet (T)

$\mu_0$  = permeabilitas ruang hampa (N/A<sup>2</sup>)

## H. Peta

Peta adalah gambar yang memuat informasi- informasi geografis. Menurut kamus besar bahasa indonesia peta merupakan ungkapan perasaan dalam bentuk gambar, tulisan, dan grafik. Definisi ini menekankan produk atau luaran dari peta. Sedangkan Spasser lebih menekankan proses kegiatan pemetaan. Kedua pendapat ini saling melengkapi, karena sebuah produk atau luaran pemetaan dihasilkan melalui proses (Spaser, 1997).

## I. QGIS (*Quantum Geographic Information System*)

Teknologi berbasis komputer, kini telah merambah hampir seluruh sisi kehidupan manusia. Berbagai disiplin ilmu memanfaatkan teknologi informasi untuk mengembangkan teori-teori dan aplikasinya. Salah satu jenis sistem informasi yang saat ini sangat populer dan banyak diminati, khususnya dalam survei pemetaan adalah Quantum GIS yang lebih familiar dengan nama QGIS. Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *open source* QGIS memiliki lisensi GNU *General Public License* yang dapat dioperasikan dalam berbagai sistem operasi, diantaranya Linux (Ubuntu), Unix, Windows dan Android. Pada modul ini penulis hanya akan menjelaskan penggunaannya pada sistem informasi Microsoft Windows.

Pemanfaatan Quantum GIS di berbagai instansi pemerintah maupun swasta untuk keperluan perencanaan, pemantauan, hingga

evaluasi hasil-hasil pembangunan telah banyak digunakan. GIS menjadi alat yang sangat membantu peneliti dan pengelola, dalam pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah dan membuat kebijakan keruangan melalui metode analisis data peta dengan memanfaatkan teknologi *computer*. GIS (*Geographic Information System*) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah data dan menyimpan data atau informasi yang bereferensi geografis (Aronof, 1989). GIS merupakan suatu teknologi baru dan menjadi alat yang perlu untuk menganalisis dan mengalihkan secara grafis. Pada dasarnya, istilah *Geographic Information System* (GIS) merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi dan geografis. Dari ketiga unsur tersebut maka jelas GIS merupakan salah satu sistem informasi yang menekankan pada unsur “informasi geografis” (Prahasta, 2002).

QGIS sebagai salah satu alternatif perangkat lunak pengolahan data spasial, yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. QGIS dapat diakses dengan gratis saat proses instalasi dan penggunaannya.
2. Pengguna dapat menambah dan memodifikasi fungsi dalam QGIS dengan bebas.
3. Perangkat lunak ini terus berkembang karena setiap pengguna dapat menambah fitur baru sehingga perangkat lunak QGIS dapat terus terbaharui.
4. Dokumen atau buku panduan dapat dengan mudah diakses dan di unduh.
5. Multi sistem operasi, artinya dapat diinstal pada semua sistem operasi seperti di MacOS, Windows, Linux dan Android (Nurrizqi, 2017).

## **Komponen GIS**

Pada dasarnya QGIS memiliki 4 komponen untuk melakukan pekerjaannya yaitu ; Perangkat keras, perangkat lunak, manusia dan data.

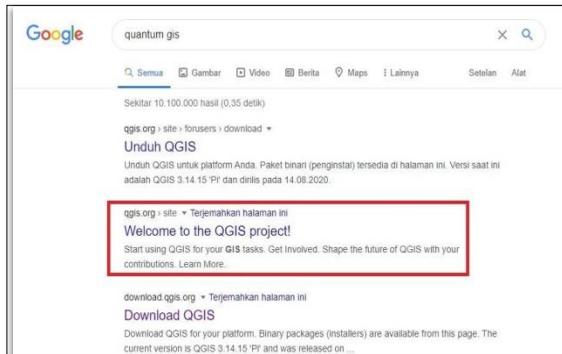
- a. Perangkat Keras  
QGIS dalam operasinya membutuhkan perangkat keras berupa komputer atau *PC* yang memiliki spesifikasi yang sesuai.
- b. Perangkat Lunak  
QGIS merupakan perangkat lunak berbasis *open source* yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam pengolahan data pemetaan.
- c. Manusia  
Setelah perangkat keras dan perangkat lunak tersedia dan telah memenuhi spesifikasi akan menjadi tidak bermanfaat jika tidak ada manusia yang mengoperasikan dan menggunakan dalam pengolahan data.
- d. Data  
Data dan informasi merupakan bahan dasar yang digunakan dalam pengolahan dan pengoperasian GIS. Data yang telah dikumpulkan dapat dilakukan pengolahan untuk menghasilkan sebuah luaran yang diinginkan. Dalam QGIS data yang diolah sebagian besar merupakan data spasial yang berorientasi geografis serta memiliki sistem koordinat. Data spasial meliputi data vektor dan data raster. QGIS menyediakan fitur dasar yang menampilkan data vektor dan *raster* dalam berbagai format dan proyeksi yang berbeda.
  1. Data Vektor  
Data yang diperoleh dari kumpulan titik, garis dan juga *polygon* yang merepresentasikan bentuk bumi. Keuntungan dari format data vektor dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus tepat posisi. Sedangkan kelemahannya tidak mampu dalam mengakomodasi perubahan gradual.
  2. Data Raster  
Data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh, dalam hal ini objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel*, resolusi *pixel* menggambarkan ukuran sebenarnya dipermukaan bumi yang diwakili setiap *pixel* dalam citra yang diperoleh.

# PANDUAN PEMETAAN POLUSI CAHAYA

Sebelum melakukan pemetaan polusi cahaya menggunakan *software* Quantum GIS pastikan laptop/komputer yang akan digunakan sudah terinstall *software* Quantum GIS, jika belum terinstal maka lakukan pengunduhandan instalasi QGIS.

## A. Pengunduhan dan Instalasi QGIS

Untuk memperoleh *installer software* QGIS diunduh melalui *website* resmi pada halaman [www.qgis.org](http://www.qgis.org).

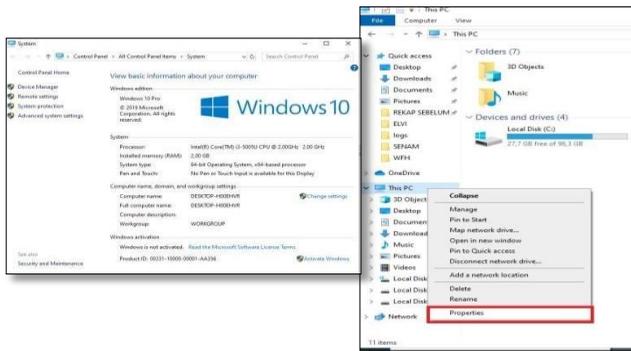


Gambar 5. Tampilan Halaman pencarian Quantum GIS



Gambar 6. Tampilan Halaman Depan pada Situs QGIS

Sebelum melakukan unduhan, cek terlebih dahulu tipe sistem perangkat komputer anda untuk menyesuaikan tipe QGIS yang akan diunduh supaya tidak terjadi kegagalan saat melakukan instalasi *software* Quantum GIS. Sistem operasi pada Windows dapat digunakan pada 2 tipe sistem yaitu sistem 32 bit (x86) dan sistem 64 bit. Untuk dapat digunakan secara maksimal cek terlebih dahulu komputer dengan cara klik pada tab *My Computer* klik kanan dan pilih tab *Properties*, seperti ditunjukkan pada gambar 7.



**Gambar 7.** Tampilan Tipe sistem perangkat komputer

Dari pengecekan yang telah dilakukan sistem komputer diketahui, selanjutnya mengunduh *software* QGIS dengan langkah-langkah berikut ini :

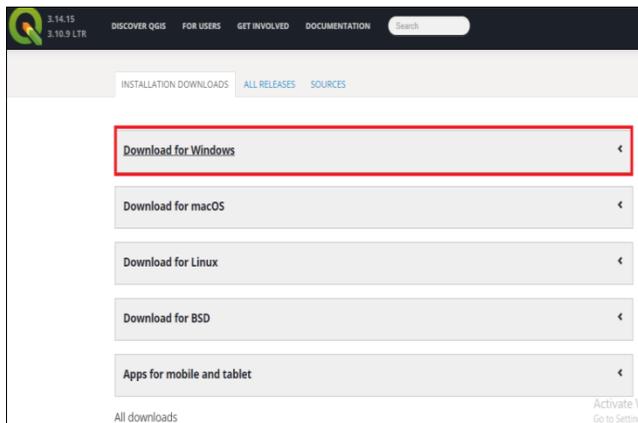
1. Saat sudah berada di halaman depan QGIS, tekan tombol

[Download Now](#)

maka anda akan diarahkan menuju halaman *download installer* QGIS. Pilih *installer* QGIS sesuai sistem operasi dan tipe sistem komputer.

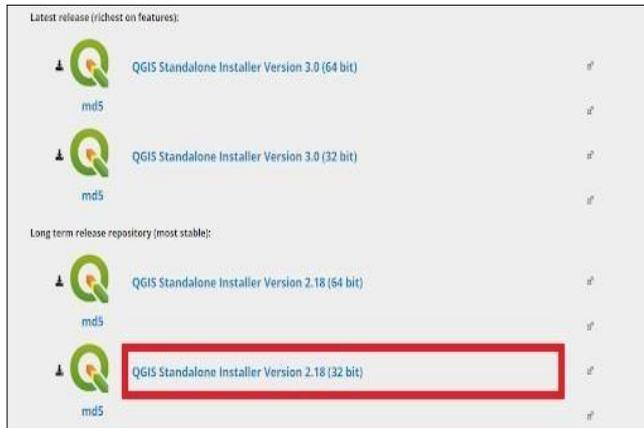


**Gambar 8.** Tampilan utama *installer*



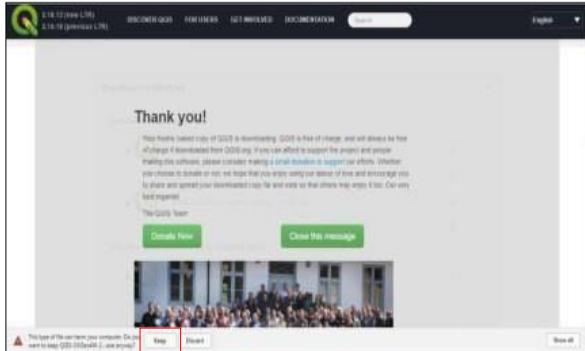
**Gambar 9.** Tampilan jenis *installer* QGIS

2. klik *installer* QGIS sesuai dengan sistem komputer Anda.



**Gambar 10.** Tampilan versi QGIS

3. Halaman *download* menampilkan dua macam versi *installer* yaitu *Latest Release* dan *Long Term Release*. Tidak ada perbedaan signifikan antara kedua versi tersebut dari sisi tampilan dan *tools* yang menjadi konten aplikasi. Untuk modul ini, versi QGIS yang digunakan adalah **versi *Latest Release* versi 2.18 Las Palmas**.
4. Selanjutnya, setelah menekan *installer* QGIS pilihan anda, maka akan tampil notifikasi untuk menyimpan *installer* tersebut pada komputer Anda. Tekan tombol *Keep* dan tunggu hingga proses unduhan selesai.



Gambar 11. Proses Mengunduh QGIS

## Instalasi Software QGIS

Dokumen dapat disimpan pada tempat penyimpanan yang telah ditentukan setelah proses unduhan selesai. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk proses instalasi perangkat lunak QGIS:

1. Cari *installer* QGIS pada lokasi penyimpanan yang telah dipilih, klik dua kali pada *installer* tersebut (contoh: “QGIS- OSGeo4W-2.18.12-1-Setup-x86\_64.exe”). klik *Run* untuk menjalankan *installer* QGIS yang sesuai dengan tipe komputer.



Gambar 12. Proses menjalankan instalasi QGIS

2. Saat proses *running* telah diselesaikan, muncul tampilan awal *installer* QGIS, lanjutkan dengan menekan tombol *Next*. muncul kotak dialog *License Agreement*, bacalah terlebih dahulu persetujuan yang ditampilkan jika sudah kemudian tekan tombol *I Agree*. tekan tombol *Next* pada *Install Location*. Kemudian akan diarahkan pada tampilan “*Choose Components*”, pastikan kondisi dalam keadaan *default* saat proses pengunduhan data set dan komputer terkoneksi dengan jaringan internet, centang pada data set yang ingin diunduh, kemudian klik tombol *Install*.

## B. Menambahkan Data Spasial

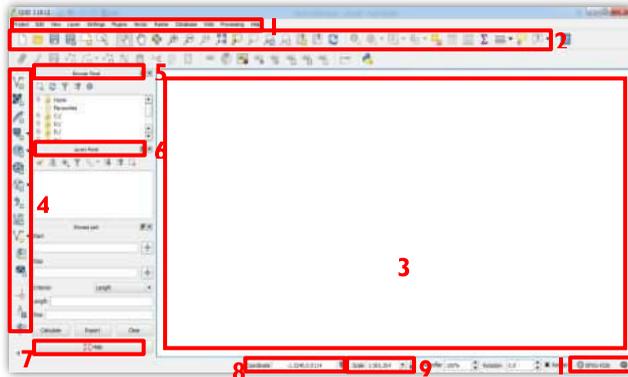
Data diolah terlebih dahulu sebelum membuat proyek peta dengan QGIS, dari data koordinat excel menjadi GIS *database*, contoh data dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data Polusi Cahaya

Tanggal	Latitude	Longitude	SQM(magarcsec <sup>2</sup> )
9/8/19	-7,833	110,383	9,9
9/8/19	-7,826	110,379	9,15
9/8/19	-7,819	110,376	9,08
9/8/19	-7,814	110,376	8,08
9/8/19	-7,809	110,377	9,3
9/8/19	-7,801	110,376	6,45
9/8/19	-7,801	110,373	6,5
9/8/19	-7,801	110,371	6,4
9/8/19	-7,801	110,364	3,64
9/8/19	-7,801	110,365	4,5
9/8/19	-7,8	110,364	6,95
9/8/19	-7,799	110,365	7,01
9/8/19	-7,798	110,365	6,2
9/8/19	-7,797	110,365	4,2
9/8/19	-7,796	110,365	6,6

- a. Mengubah excel ke dalam *shp*
  1. Kolom *based*
  2. Tidak boleh ada kolom kosong
  3. Gunakan *format csv*, jika belum dalam *format csv* maka *save as* ke dalam *format csv*

4. Pastikan minimal ada kolom koordinat X, Y atau *Latitude, Longitude*
5. Buka QGIS, berikut merupakan tampilan GIS,



**Gambar 13.** Halaman utama QGIS

Fungsi dan kegunaan dari *user interface* yang tersedia pada perangkat lunak QGIS ditunjukkan pada tabel 3:

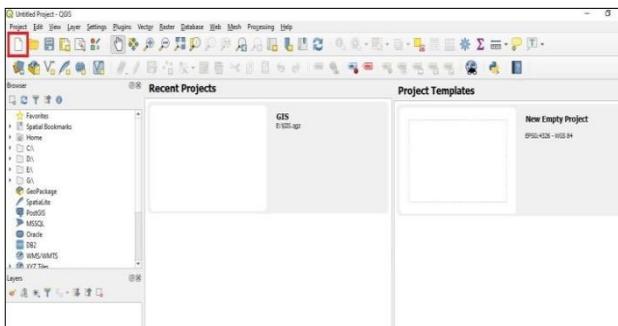
**Tabel 3.** *User Interface* QGIS

<i>User Interface</i>	Keterangan
<i>Menu</i>	Perintah dalam bentuk kata yang memuat tugas-tugas QGIS, seperti <i>File, Edit, View, Layer, Setting, dll</i> .
<i>Toolbar</i>	Perintah dalam bentuk tombol untuk melakukan tugas-tugas tertentu seperti ( <i>MapNavigation, File, Manage Layer, Label, dll</i> ).
<i>Map Canvas</i>	<i>Layer</i> pada <i>project</i> yang sedang dikerjakan pada QGIS.
<i>ManageLayer</i>	Tombol yang digunakan untuk menambahkan <i>layer</i> menggunakan macam-macam format.
<i>Browser Panel</i>	Menampilkan lokasi penyimpanan data <i>project</i> yang dikerjakan.
<i>Layers Panel</i>	Menampilkan daftar <i>layer</i> yang digunakan pada <i>project</i> QGIS yang sedang dikerjakan.
<i>Status Bar</i>	Berfungsi untuk menambahkan informasi dan menampilkan nama <i>project</i> yang sedang dikerjakan.
<i>Coordinate Bar</i>	Menunjukkan koordinat kursor pada <i>Map Canvas</i>

<i>Scale Bar</i>	Memberikan informasi skala yang digunakan pada <i>Project QGIS</i> yang sedang dikerjakan.
<i>Current CRS</i>	Pengunaan Sistem Referensi Koordinat dalam pengerjaan suatu <i>project QGIS</i> .

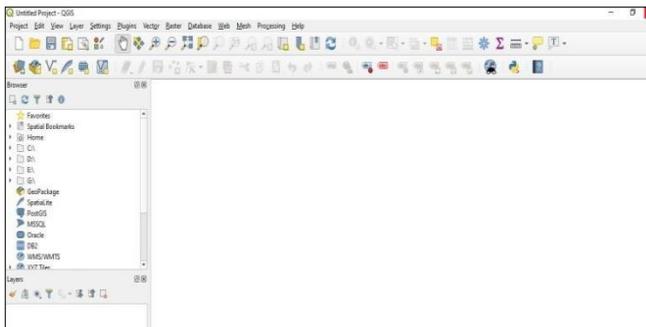
Setelah data koordinat excel diubah menjadi GIS *database* atau *shp*, pembuatan proyek peta polusi cahaya dapat dilakukan dengan menambahkan GIS *database* pada *map project*. langkah-langkah yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tekan kertas putih, pojok kiri atas



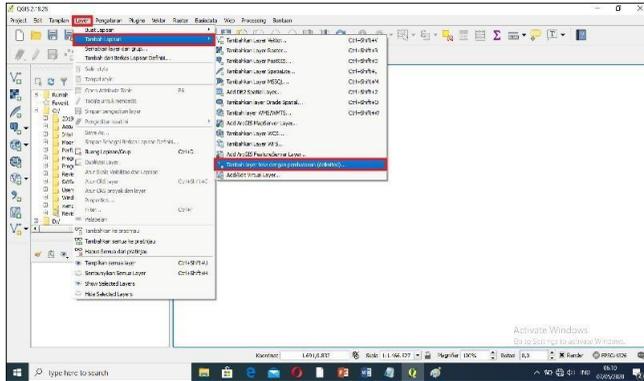
**Gambar 14.** Halaman utama QGIS

2. Akan muncul kertas kosong



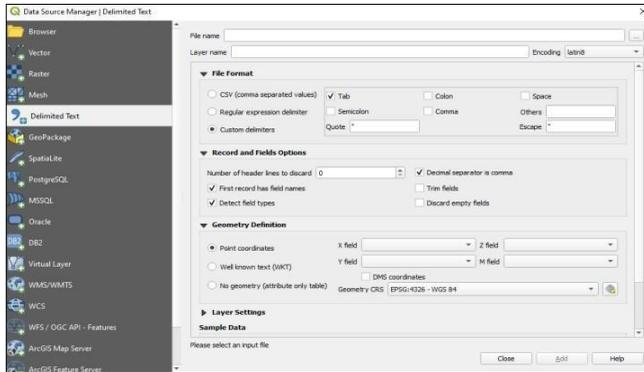
**Gambar 15.** Lembar kerja

3. Masuk ke *layer* → Tambah lapisan → tambah *layer* dengan pembatasan



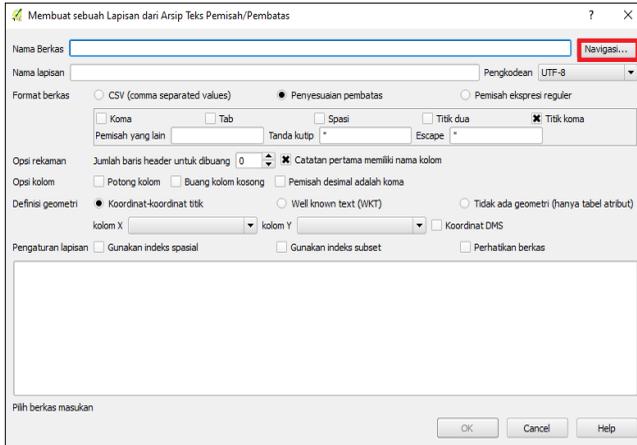
Gambar 16. Menambah lapisan

4. Setelah itu akan muncul kotak dialog, seperti dibawah



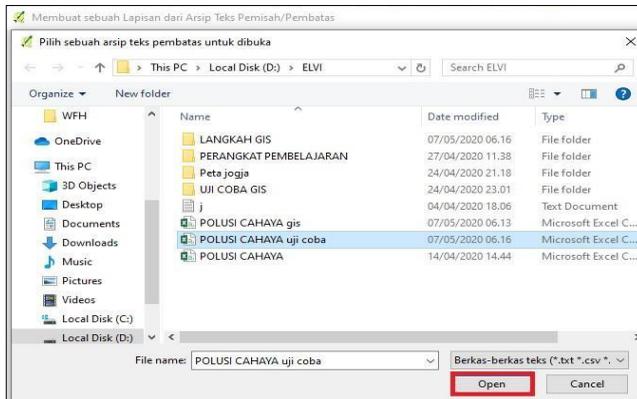
Gambar 17. Halaman utama pengaturan

5. Pada nama *file* → arahkan ke navigasi



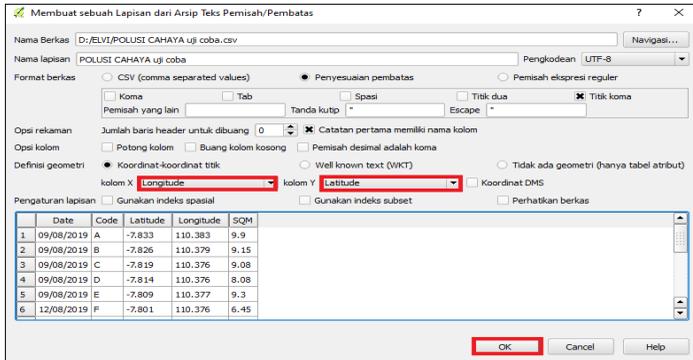
Gambar 18. Input data dengan format csv

6. Maka akan muncul jendela seperti dibawah



Gambar 19. File data polusi cahaya

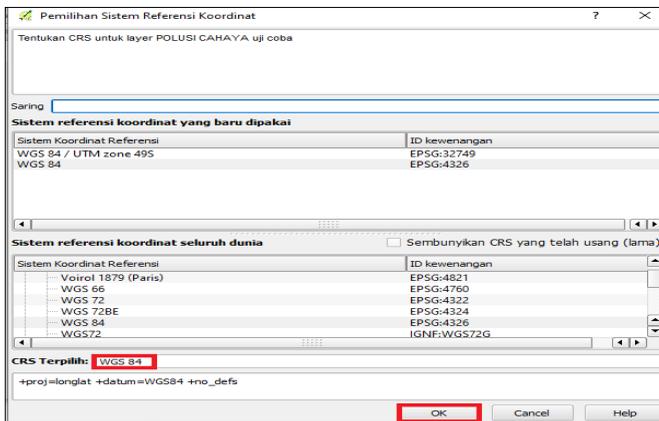
Kemudian klik *open*, dan akan muncul data seperti gambardibawah



Gambar 20. Tampilan data polusi cahaya

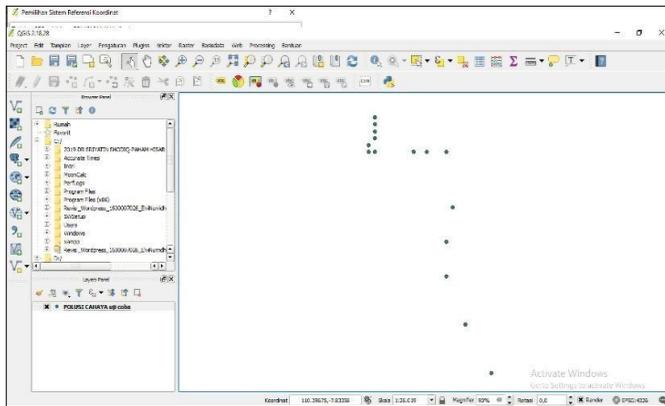
7. Jendela akan masuk ke *reference system setting* → pilih wgs

84 → OK



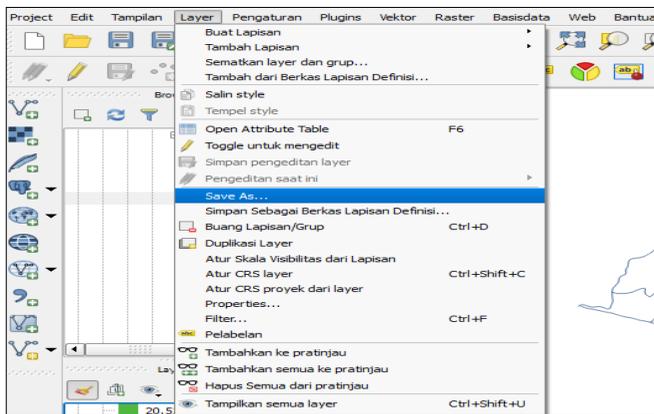
Gambar 21. Jendela *reference system setting*

## 8. Akan muncul titik koordinat yang dimaksud

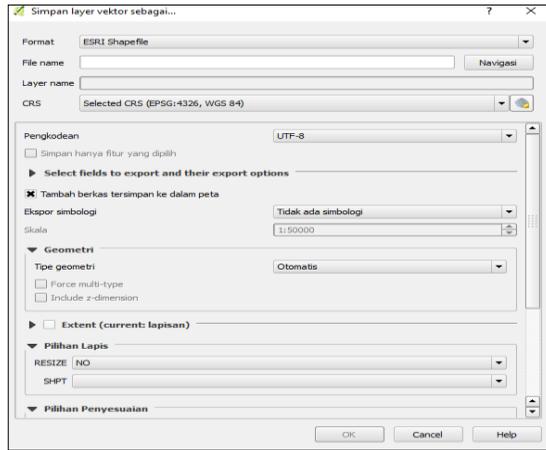


Gambar 22. Hasil data polusi cahaya

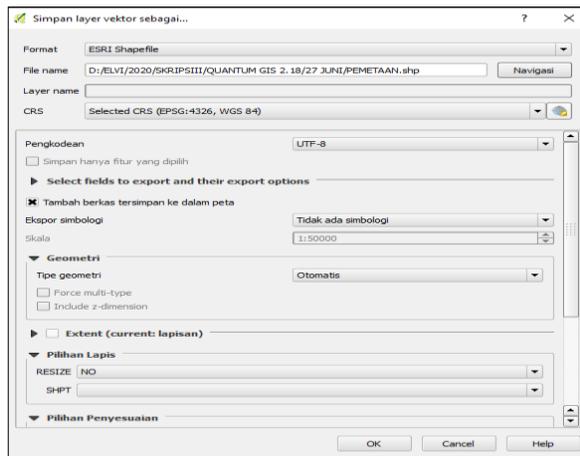
## 9. Simpan dalam bentuk *shp*



Gambar 23. Penyimpanan proyek dalam format *shp*



**Gambar 24.** Pemberian nama proyek

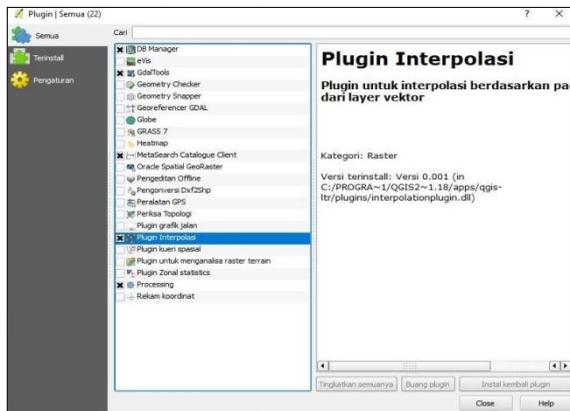


**Gambar 25.** Penyimpanan Proyek *format shp* selesai

10. Mengubah simbologi data → Klik 2x pada data dimaksud → pilih sesuai selera → OK  
Input data selesai

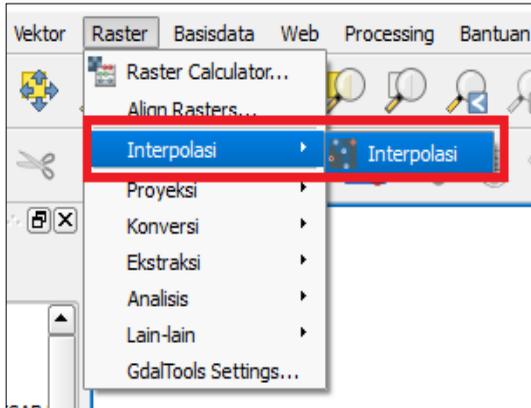
### C. Mengolah shp dengan IDW (*Interpolation Distance Weightting*)

1. Tampilkan data *shp* berupa titik seperti pada proses yangtelah kita lakukan
2. Pastikan perangkat komputer memiliki menu interpolasi



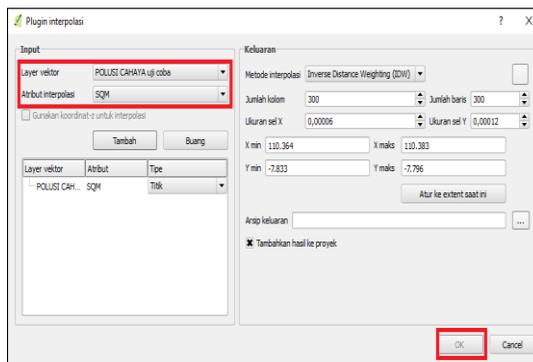
Gambar26. Tampilan *plugin interpolasi*

3. Tekan *install* jika belum ada
4. Masuk ke Raster → Interpolasi → Interpolasi



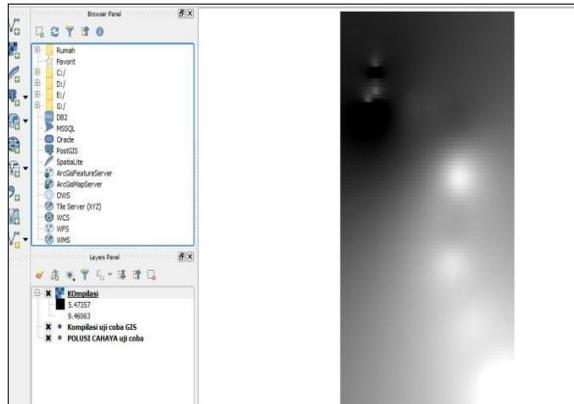
Gambar 27. Interpolasi data polusi cahaya

5. Masukkan parameter yang sesuai



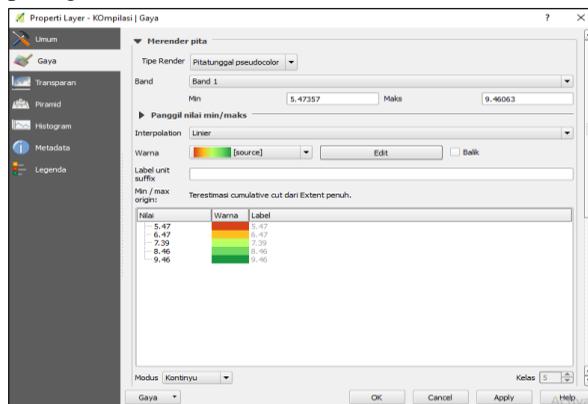
Gambar 28. Pengaturan parameter peta

## 6. Hasil



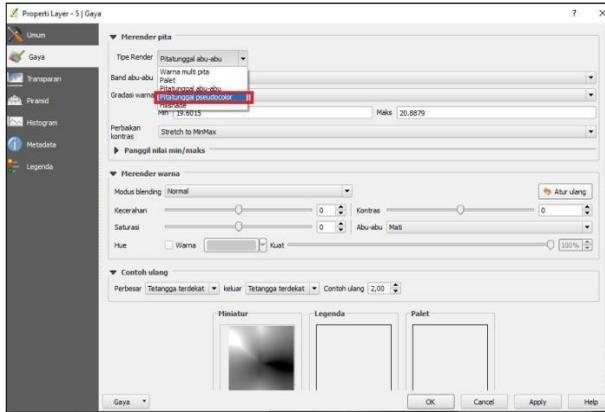
Gambar 29. Hasil interpolasi

7. Pengaturan warna Interpolasi, dengan meng-klik 2x pada data yang akan diatur warnanya maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 30.



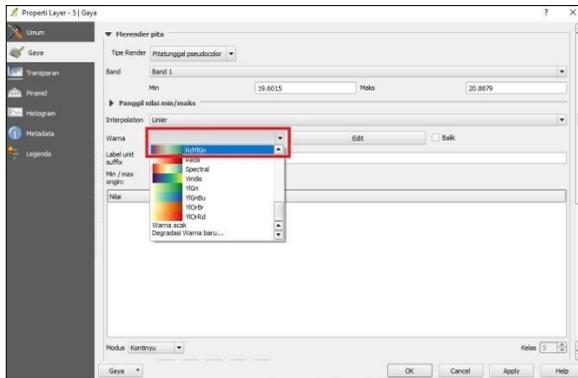
Gambar 30. Pengaturan warna setiap titik

8. Pilih Tipe Rinder pita tunggal *Pseudocolour*



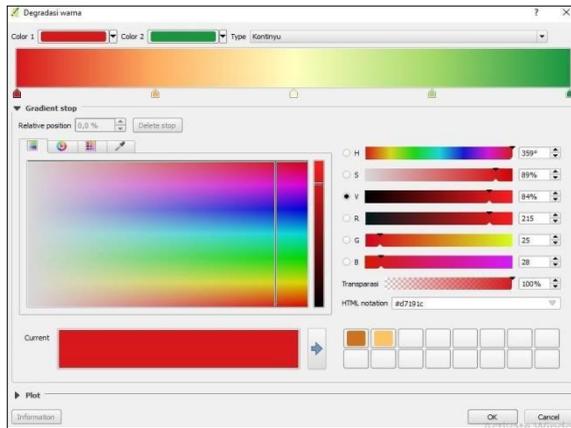
Gambar 31. Tampilan pengaturan Tipe Rinder

9. Pilih tipe warna *RdYlGn*, kemudian edit untuk menyesuaikan parameter warna



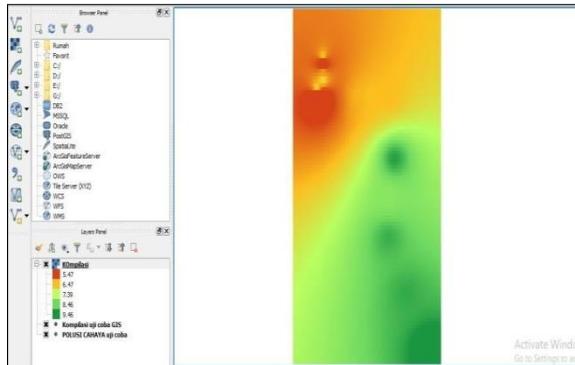
Gambar 32. Tampilan pemilihan tipe warna

## 10. Pengaturan warna sesuai dengan parameter



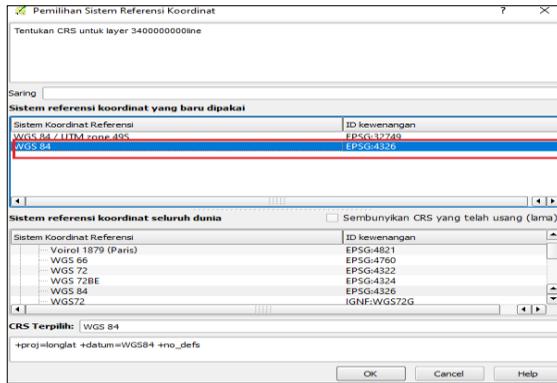
**Gambar 33.** Tampilan pengaturan parameter warna

## 11. Hasil interpolasi



**Gambar 34.** Hasil interpolasi dengan parameter warna

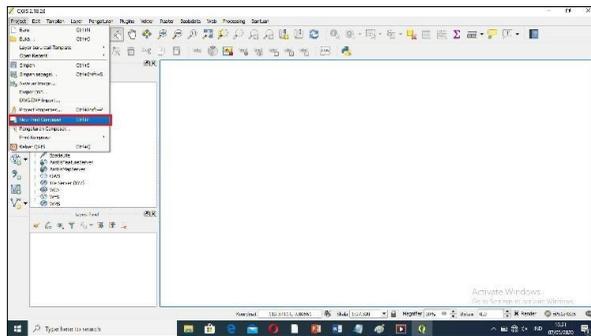
12. Tambahkan peta Bantul dengan cara tekan *file* peta lalu *drop* pada hasil interpolasi, pastikan Sistem referensi koordinat sama yaitu WGS 84



Gambar 35. Tampilan sistem referensi koordinat

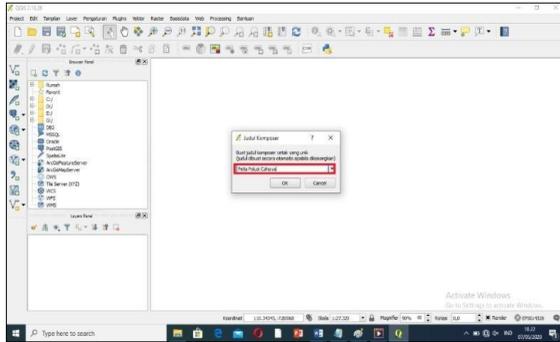
## D. Membuat Layout Peta

### 1. Pilih *New Print Composer*



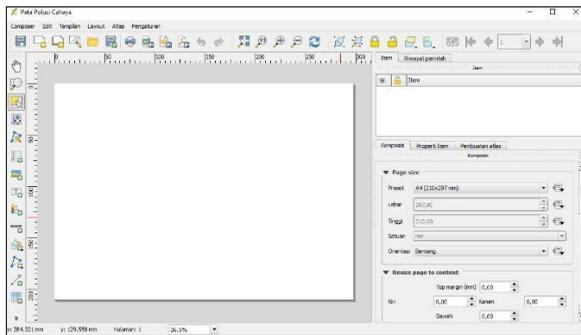
Gambar 36. *Layout* Peta

## 2. Beri Nama/ Judul



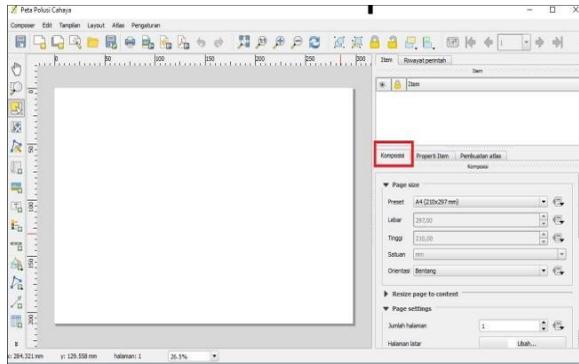
Gambar 37. Judul Peta

## 3. Akan muncul lembar *layout*



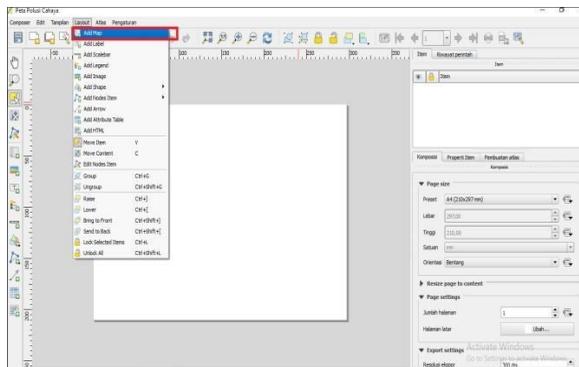
Gambar 38. Tampilan *Layout*

#### 4. Mengatur ukuran kertas dengan menekan komposisi



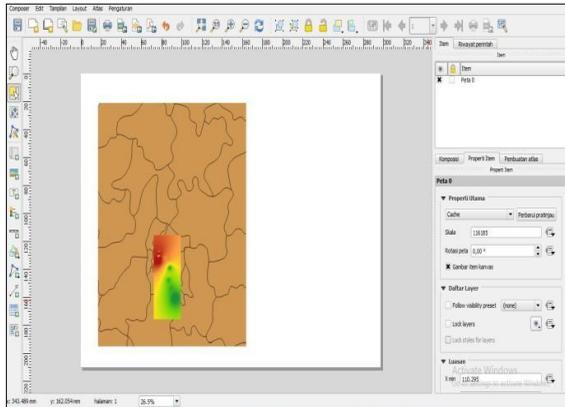
Gambar 39. Pengaturan kertas peta

#### 5. Untuk menambahkan isi peta tekan *Layout Add Map*, buat kotak dengan menarik kursor dari kiri hingga membentuk kotak



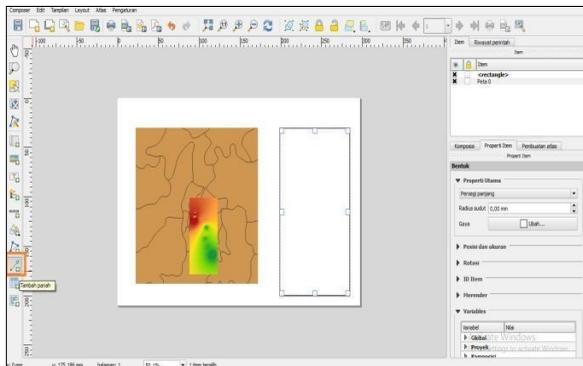
Gambar 40. Membuat *layout* Peta

## 6. Hasil Peta



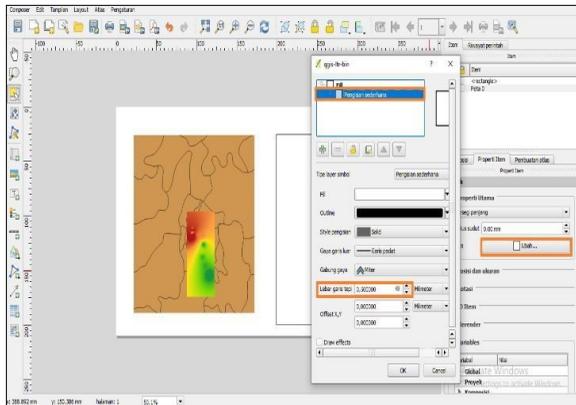
**Gambar 41.** Tampilan Peta

## 7. Menambahkan *Shape* dengan cara klik pada *icon Shape* dan pilih persegi panjang



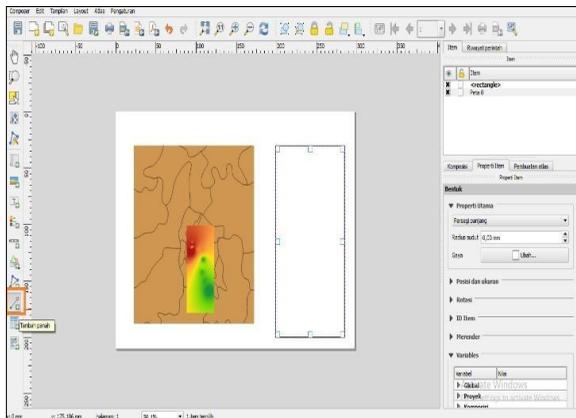
**Gambar 42.** Pembuatan *Shape*

## 8. Mengatur garis tepi pada *Shape*



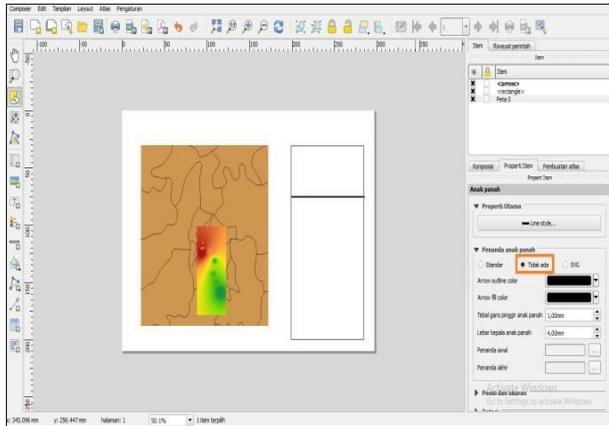
Gambar 43. Pengaturan garis tepi

## 9. Menambahkan tanda panah untuk membuat batas antar *shape*



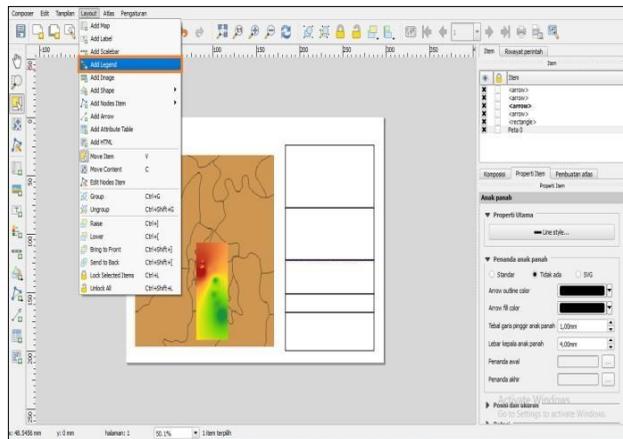
Gambar 44. Pengaturan batas *shape*

## 10. Menghilangkan *icon* panah pada ujung garis



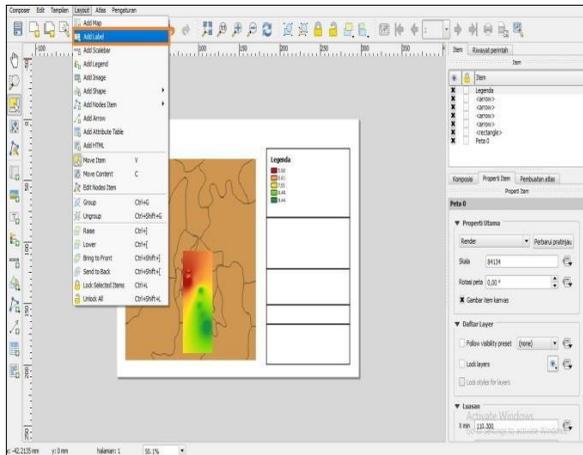
Gambar 45. Tampilan batas *shape*

## 11. Menambahkan isi *legend*, klik *layout* dan *add legend* kemudian tarik garis untuk mendapatkan tampilan *legend*



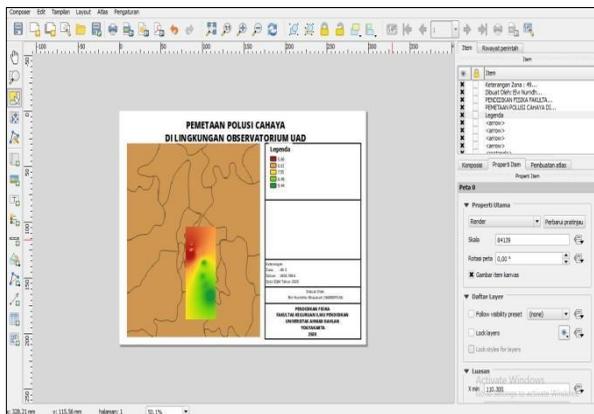
Gambar 46. Pembuatan *legend*

- Menambahkan judul dan teks lain maka *layout* kemudian klik *add label*



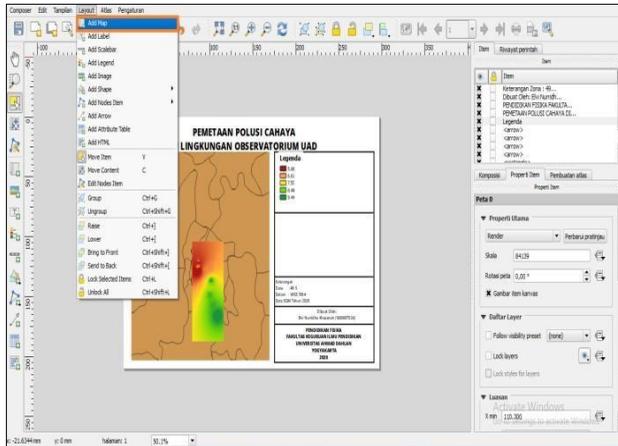
Gambar 47. Pembuatan judul

- Tampilan judul dan teks yang dimasukkan



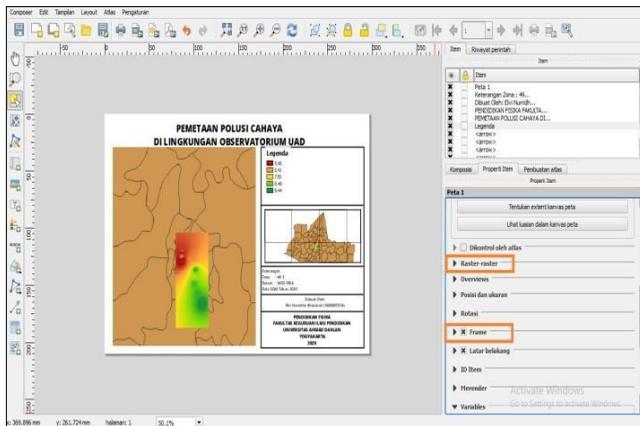
Gambar 48. Tampilan judul

- Menampilkan peta keseluruhan, *layout* dan *add map* tarik garis sesuai dengan letak peta



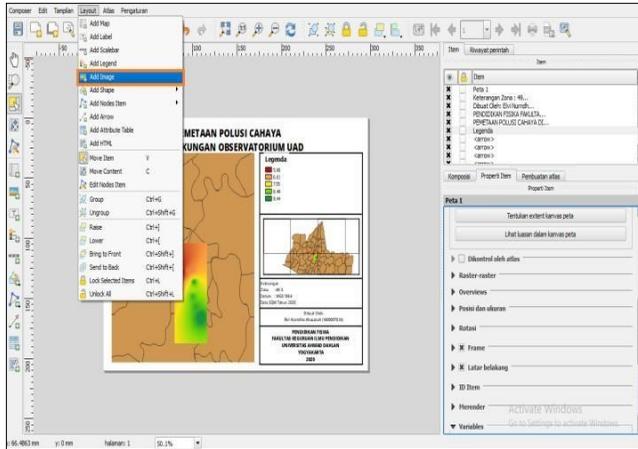
Gambar 49. Tampilan peta keseluruhan

- Meraster peta dengan cara klik *menu* raster kemudian *grid*, untuk mendapatkan garis skala pada peta



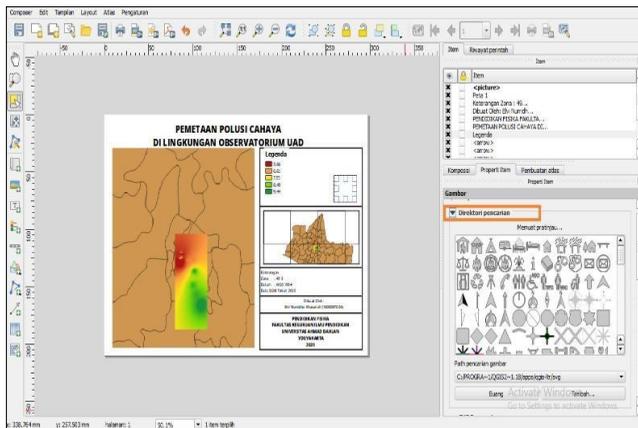
Gambar 50. Pengaturan *frame* dan raster

- Menambahkan gambar Arah mata angin, klik pada *layout* dan *add images*



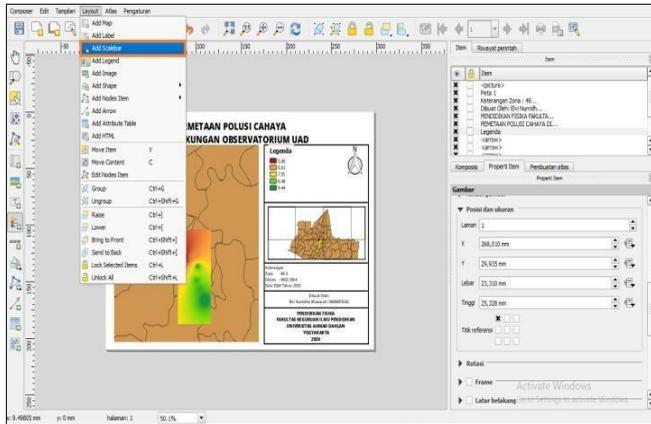
Gambar 51. Pembuatan arah mata angin

- Pilih direktori pencarian, kemudian klik tambah untuk mendapatkan gambar arah mata angin



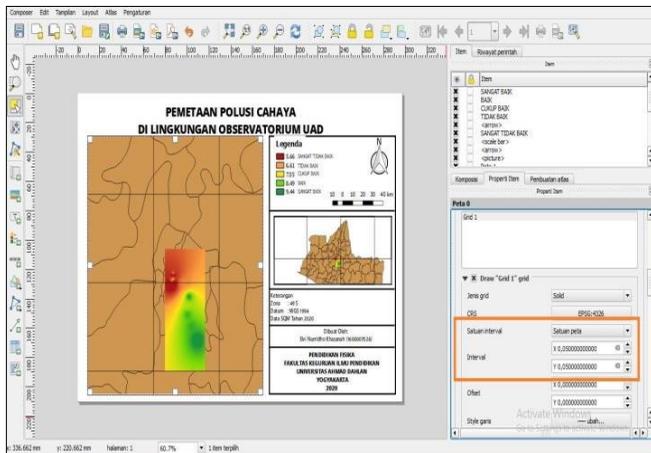
Gambar 52. Tampilan macam-macam arah mata angin

18. Menambahkan skala pada peta, klik *layout* Dan *add scale*



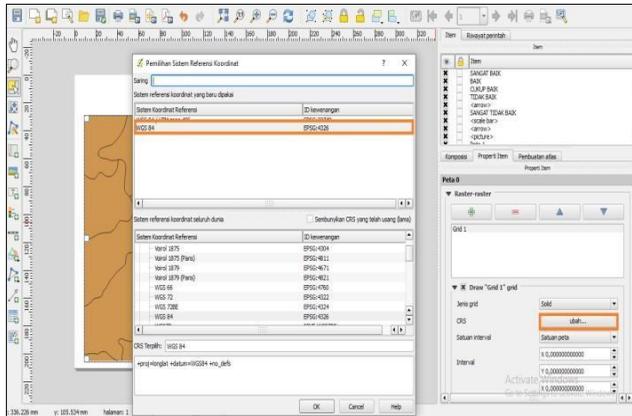
Gambar 53. Pembuatan skala

19. Tarik garis sesuai dengan letak skala



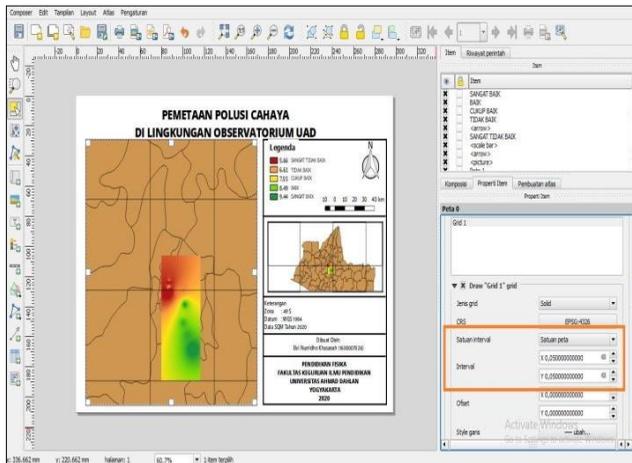
Gambar 54. Tampilan Skala

- Meraster peta utama, klik pada *menu raster*, *grid* kemudian ubah CRS sesuai dengan CRS Peta yaitu EPSG 4326



Gambar 55. Proses raster peta utama

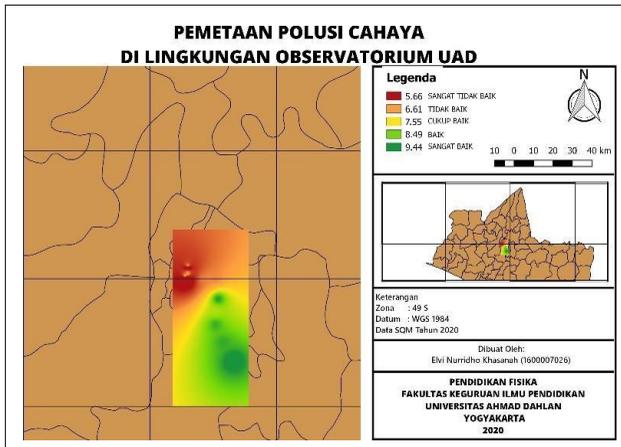
- Mengatur *grid* pada hasil raster



Gambar 56. Pengaturan *grid*



24. Hasil peta format PNG



Gambar 59. Peta Format PNG

# LATIHAN PEMETAAN

Gunakan data dibawah ini untuk melakukan latihan pemetaan polusi cahaya

**Tabel 4.** Data Polusi Cahaya (Latihan)

<b>Tanggal</b>	<b>Bujur</b>	<b>Lintang</b>	<b>SQM</b>
22/05/2020	110,3813	-7,83357	19,94
22/05/2020	110,38039	-7,83358	19,94
22/05/2020	110,37948	-7,83364	19,94
22/05/2020	110,37858	-7,8337	18,94
22/05/2020	110,37768	-7,83376	19,94
22/05/2020	110,37676	-7,83378	20,94
22/05/2020	110,37586	-7,83383	20,94
22/05/2020	110,37495	-7,83389	19,94
22/05/2020	110,37405	-7,83393	18,92
22/05/2020	110,37313	-7,83395	20,92
22/05/2020	110,38186	-7,83259	20,94
22/05/2020	110,38151	-7,83177	19,94
22/05/2020	110,38118	-7,83094	21,94
22/05/2020	110,38086	-7,83009	19,77
22/05/2020	110,38058	-7,82924	21,77
22/05/2020	110,38010	-7,82837	19,77
22/05/2020	110,37984	-7,82747	20,77
22/05/2020	110,37971	-7,82659	19,77
22/05/2020	110,37951	-7,82573	20,77
22/05/2020	110,37934	-7,82483	20,77
22/05/2020	110,38311	-7,83336	20,94
22/05/2020	110,38401	-7,83336	19,94
22/05/2020	110,38492	-7,83336	19,94
22/05/2020	110,38582	-7,83326	20,94
22/05/2020	110,38674	-7,83328	19,93
22/05/2020	110,38764	-7,83324	19,93
22/05/2020	110,38854	-7,83324	18,93
22/05/2020	110,39086	-7,83329	18,93
22/05/2020	110,39129	-7,83322	20,93
22/05/2020	110,38274	-7,83440	20,94
22/05/2020	110,38398	-7,83574	19,94
22/05/2020	110,38457	-7,83640	20,94
22/05/2020	110,38511	-7,83715	21,93
22/05/2020	110,38578	-7,83776	21,13
22/05/2020	110,38626	-7,83851	21,13
22/05/2020	110,38825	-7,84035	20,13

## RANGKUMAN

Tingkat kecerahan langit menjadi salah satu faktor yang mendukung kegiatan pengamatan untuk mendapatkan hasil pengamatan yang baik. Ada beberapa faktor yang dapat mengganggu kecerahan langit diantaranya cahaya yang memantul ke atas langit yang dihasilkan secara alami maupun buatan, cahaya alami seperti sinar bulan dan cahaya buatan seperti penerangan jalan, dan papan *reklame*.

Kecerahan langit yang tidak baik menyebabkan polusi cahaya, cahaya yang tersorot ke atas langit dapat mengganggu kegiatan pengamatan. Untuk mengatasi hal tersebut perlunya memberikan edukasi tentang penggunaan penerangan secara efektif, salah satu faktor yang dapat kita kendalikan adalah cahaya buatan yang disebabkan oleh penerangan jalan, penerangan rumah dan juga papan iklan atau *reklame* yang masih belum digunakan secara benar. Untuk itu mahasiswa perlu belajar tentang pemetaan polusi cahaya supaya dapat menyampaikan informasi tentang kondisi langit malam dengan menggunakan ilustrasi atau sebuah peta yang mudah untuk dipahami. Selain itu mahasiswa dapat melakukan pemetaan di tempat-tempat lain untuk melihat tingkat polusi cahaya ditempat tersebut.

Modul ini memanfaatkan perangkat lunak QGIS sebagai media pemetaan polusi cahaya. Pemetaan menggunakan QGIS telah banyak dilakukan di berbagai bidang keilmuan. GIS (*Geographic Information System*) adalah suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah data dan menyimpan data atau informasi yang bereferensi geografis (Aronof, 1989). GIS merupakan suatu teknologi baru dan menjadi alat yang perlu untuk menganalisis dan mengalihkan data secara grafis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System: A Management Perspective*, Canadian, Ottawa : WDL Publication.
- Hollan, J. (2007). *What is light pollution, and how do we quantify it?* 7<sup>th</sup> European Symposium for the Protection of the Night Sky—Light Pollution and Global Warming. In Proceedings of the Workshop Paper at Darksky 2007 Conference. Brno.
- Ismail. (2015). Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak. *Jurnal Ilmiah Islam Futura*, 73-92.
- Lolkema, D., Haaime, M., den Outer, P. N., & Spoelstra, K. H. (2010). *Effect of Atmospheric Conditions On Night Sky Brightness*. Netherlands: National Institute for Public Health and The Environment.
- Narisada, Kohei & Duco Schreuder, 2004, *Astrophysics and Space Science Library: Light Pollution Handbook*, Groningen (Netherlands): Springer Science and Business Media.
- Prahasta, E. 2002. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar*. Bandung : Informatika.
- Pramudya, Y., & Arkanuddin, M. (2016). *The Sky Brightness Measurement During the 2016*. *Journal of Physics: Conference Series* 771, 1-4.
- Setiawan, A. R. (2019, July 07). Sekilas tentang Polusi Cahaya. INARxiv. DOI: <https://dx.doi.org/10.31227/osf.io/9ft5x>.
- Spasser, M. A. 1997. *Mapping the Terrain of Pharmacy: Classification Analysis of the International Pharmaceutical Abstracts Database*. *Scientometrics*, 39(1), 77-97
- Tipler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Tribuana, N. 2000. Pengukuran Medan Listrik dan Medan Magnet di Bawah SUTET 500 kV, [www.elektroindonesia.com](http://www.elektroindonesia.com). Diakses 28 Desember 2019.

Penerbit K-Media  
Bantul, Yogyakarta  
@ kmediacorp  
✉ kmedia.cv@gmail.com  
🌐 www.kmedia.co.id

pendidikan  
**Fisika**  
Universitas Ahmad Dahlan

ISBN 978-623-316-055-1

