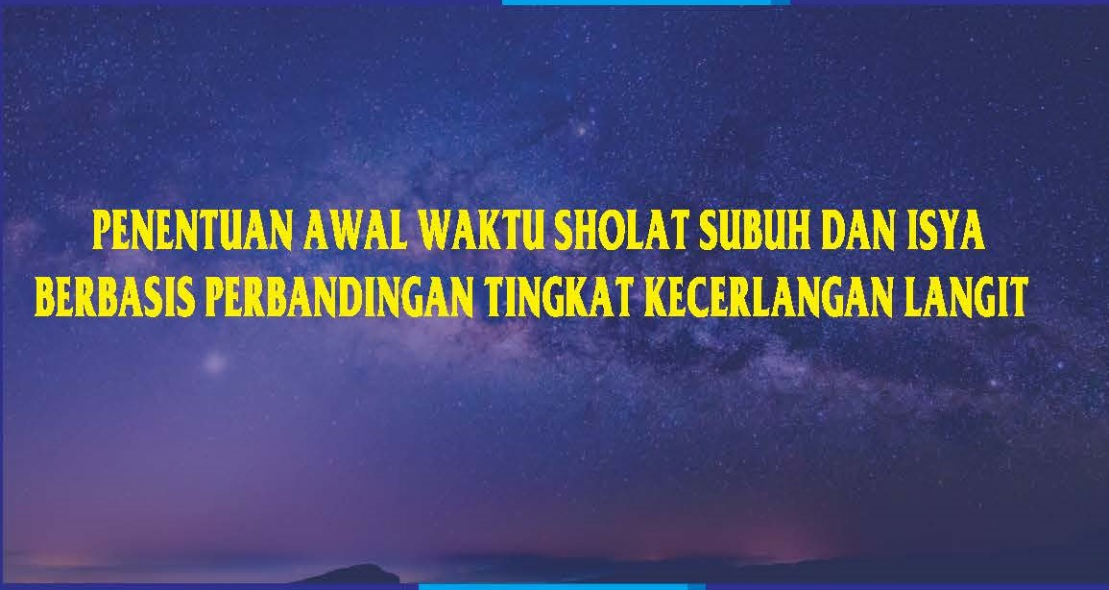
UAD Universitas Ahmad Dahlan

Buku PANDUAN EKSPERIMEN



PENENTUAN AWAL WAKTU SHOLAT SUBUH DAN ISYA BERBASIS PERBANDINGAN TINGKAT KECERLANGAN LANGIT

PANDU PRIBADI, M.Pd
DR. MUCHLAS, M.T
YUDHIAKTO PRAMUDYA, Ph.D
OKIMUSTAVA, M.Pd.Si

Buku
PANDUAN
EKSPERIMEN

PENENTUAN AWAL WAKTU SHOLAT SUBUH DAN ISYA BERBASIS PERBANDINGAN TINGKAT KECERLANGAN LANGIT

Pandu Pribadi, M.Pd
Dr. Muchlas, M.T
Yudhiakto Pramudya, Ph.D
Okimustava, M.Pd.Si

Penerbit K-Media
Yogyakarta, 2019

BUKU PANDUAN EKSPERIMEN; PENENTUAN AWAL WAKTU SHOLAT SUBUH DAN ISYA BERBASIS PERBANDINGAN TINGKAT KECERLANGAN LANGIT
viii + 70 hlm.; 14 x 20 cm

ISBN: 978-602-451-624-6

Penulis : Pandu Pribadi… [et al.]
Content Review : Dr. Moh. Toifur, M.Si & Arip Nurahman, M.Pd
Design Revew : Apik Rusdiarna Indra Praja, S.Si., M.T. & Noer Laelly Barorroh BTAG, S.Si. M.Sc.
Tata Letak : Eko Susanto, S.Pd
Desain Sampul : Eko Susanto, S.Pd
Cetakan : November 2019

Copyright © 2019 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

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kehadirat Allah swt. yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya sehingga buku panduan studi Penentuan Awal Waktu Sholat Subuh Dan Isya Berbasis Perbandingan Tingkat Kecerlangan Langit ini dapat disusun.

Buku ini disusun dengan harapan dapat membantu dan memudahkan para pengguna dalam melaksanakan proses penggunaaan Kendali SQM Dengan Metode *Internet Of Things* karena dengan data dari alat tersebut bisa digunakan sebagai pendukung dalam melakukan pengamatan benda langit. Diharapkan dengan data dari tingkat kecerahan langit dapat menghasilkan nilai kecerahan langit dan selanjutnya diolah untuk mengetahui awal waktu salat subuh dan isya. Diharapkan dengan adanya buku panduan penelitian ini dapat membantu pengguna dalam menentukan awal waktu salat subuh dan isya pada lokasi yang diinginkan.

Saya menyadari bahwa pada buku ini masih banyak kekurangannya, sehingga adanya kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini.

Yogyakarta, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
DAFRAT GAMBAR v
DAFTAR TABLE vii
TUJUAN viii
A. PENENTUAN WAKTU SHOLAT 1
1. Waktu Salat Subuh dan Isya 5
2. Kecerahan langit 13
3. Spectrum elektromagnetik 13
4. Intensitas gelombang elektromagnetik 15
5. *Sky Quality Meter* 16
6. TSL 237 17
7. CMOS 18
8. Raspberry Pi 20
9. PySQM 24
10. *Internet Of Things* 25
11. *Website* 26
B. PEMASANGAN ALAT SQM DAN RASPBERRY 27
1. Pemasangan Alat SQM dan Raspberry 27
2. *Install* PySQm 28
3. *Install* PySQmWeb 36
4. *Install Accurate Times* 40
5. *Troubleshooting* *44*
a. *Troubleshooting* Kabel USB 44
b. *Troubleshooting Setting* Waktu 45
C. PENGGUNAAN ALAT 46
1. Alat dan Bahan 46
2. Prosedur pengambilan data 49
D. ANALISIS DATA 51
1. Penentuan awal waktu Salat Subuh dan Isya dengan dengan *Moving average* 51
2. Penentuan awal waktu Subuh dan Isya dengan *Accurate Times59*
3. Perbandingan selisih awal waktu salat Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul 62
4. Perbandingan selisih Ketingian Matahari (derajat) Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul 63
DAFTAR PUSTAKA 66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambaran umum senja dan fajar....8
Gambar 2. Tata koordinat horizon.... 9
Gambar 3. Spektum cahay tampak 14
Gambar 4. SQM tampak dari depan.... 16
Gambar 5. Sensor TSL 237 18
Gambar 6. Bagan sesnsor CMOS 20
Gambar 7. Raspberry Pi.... 21
Gambar 8. SSH(*secure shell)* atau *command line* 21
Gambar 9. GPIO Raspberry.... 23
Gambar 10. Hasil penyimpanan data dari program PySQm.... 25
Gambar 11. Alat Raspberry dan SQM 27
Gambar 12. Rangkian Alat.... 28
Gambar 13. Ikon Terminal 28
Gambar 14. Terminal.... 29
Gambar 15. Intuksi –interuksi untuk *install software* PySQM....30
Gambar 16. *File* config.py....30
Gambar 17. Intruksi *Setting* Waktu manual.... 34
Gambar 18. Intruksi pengambilan data SQM.... 35
Gambar 19. Hasil pengambilan data dari SQM 35
Gambar 20. Hasil pengambilan data dari SQM format fotografik.... 36
Gambar 21. Hasil pengambilan data dari SQM format dat. 36
Gambar 22. Mengetahui IP (*Internet Protocol*) *addres raspberry* 39
Gambar 23. Tampilan web di komputer 39
Gambar 24. Tampilan web di *handphone* 40
Gambar 25. Tampilan pemasangan *Accurate Times* 41
Gambar 26. Tentukan *folder* untuk menyimpan aplikasi *Accutare Times* 41
Gambar 27. Tentukan *folder* untuk menyimpan *shortcut Accurate Times*.. 42
Gambar 28. Membuat *Shortcut* di *desktop*.... 42
Gambar 29. Proses instalasi *Accurate Times*.... 43
Gambar 30. Proses instalasi *Accurate Times* telah selesai.... 43
Gambar 31. Tampilan *Accurate Times*.... 44
Gambar 32. Kabel USB tidak terhubung dengan baik.... 45
Gambar 33. Kabel USB trhubung dengan baik 45
Gambar 34. SQM – LU 46
Gambar 35. Rasbery Pi 3 model b+.... 47
Gambar 36. Pengisian Catu Daya raspberry 48
Gambar 37. Monitor 48
Gambar 38. Kabel HDMI.... 48
Gambar 39. Kabel LAN cross 49

Gambar 40. *Switching hub* 49
Gambar 41. Proses pengambilan data 50
Gambar 42. Tampilan *Microsoft Excel* 51
Gambar 43. Hasil data SQM 52
Gambar 44. Pilih *Delimited* 52
Gambar 45. Proses pembacaan SQM 53
Gambar 46. Tentukan lembaran kerja untuk data ditampilkan 53
Gambar 47. Hasil pembacaan pada *Microsoft Excel* 54
Gambar 48. Tampilan data kecerahan langit 54
Gambar 49. Tampilan selisih data kecerahan langit 55
Gambar 50. Tampilan data selisih 55
Gambar 51. Data dari selisih untuk di analisis dengan *moving average* 56
Gambar 52. Tentukan interval dari *moving average* akan ditampilkan 56
Gambar 53. Tentukan hasil dari *moving average* akan ditampilkan 57
Gambar 54. Hasil dari *moving average* 57
Gambar 55. Grafik antara nilai *moving average* dengan jam decimal pada waktu Subuh 58
Gambar 56. Grafik antara nilai *moving average* dengan jam decimal pada waktu Isya 58
Gambar 57. Nilai nol terakhir pada *moving average* 58
Gambar 58. Tampilan *Accurate Times* 59
Gambar 59. Tampilan dari *Location* 60
Gambar 60. Tampilan dari *Preference* 60
Gambar 61. Tampilan dari *Date* 61
Gambar 62. Tampilan waktu sakat subuh dan Isya dari *Accurate Times* 62
Gambar 63. Perhitungan selisish awal salat Isya di Banjar dan Bantul 63
Gambar 64. Perhitungan selisish awal salat Subuh di Banjar dan Bantul 63
Gambar 65. Hasil data t terukur 64
Gambar 66. Tampilan edit selisih ketinggian Matahari 64
Gambar 67. Perbandingan selisih ketinggian matahari pada waktu Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul 45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sudut depresi Matahari untuk waktu salat Subuh dan Isya di dunia (saksono, 21017) 12
Table 2. *Install Software* PySQM 29
Table 3. *Scratch* lokasi dan titik Koordinat.....31
Table 4. *Scratch* waktu pengambilan data 33
Table 5. *Setting* waktu Manual 33
Tabel 6. Intruksi pengambilan data SQM dan PySQM..... 34
Table 7. *Install* PySQMweb 37
Table 8. Menjalankan Aplikasi *web* secara langsung 38

JUDUL :

AWAL WAKTU SHOLAT SUBUH DAN ISYA BERBASISPERBANDINGAN TINGKAT KECERLANGAN LANGIT

TUJUAN :

1. Mahasiswa mampu membuat sistem kendali SQM dengan metode internet of things.
2. Mahasiswa mampu merangkai alat sistem kendali SQM dengan metode internet of things.
3. Mahasiswa mampu melakukan pengambilan data tingkat kecerahan langit untuk penentuan awal waktu Subuh dan Isya.
4. Mahasiswa mampu menganalisa tingkat kecerahan langit awal waktu Subuh dan Isya.
5. Mahasiswa mampu membandingkan dua lokasi tingkat kecerahan langit awal waktu Subuh dan Isya.

PENENTUAN WAKTU SHOLAT

Salat merupakan salah satu kewajiban bagi umat Islam, salat memiliki berbagai keutamaan dan hikmah, baik dari segi keagamaan, psikologis, maupun sosial kemasyarakatan. Sehingga, salat merupakan ibadah paling utama dalam Islam. Dalam pelaksanaannya, salat sudah ditentukan waktu dan caranya. Di dalam al-Quran terdapat ayat yang menyebutkan waktu salat secara umum, yaitu ayat berikut:

Firman Allah dalam surat An-Nisa: 103,

"... Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman" (An-Nisa: 103)

Dan terdapat Hadist Nabi SAW yang menyebutkan rincian waktu-waktu salat fardlu, Hadist 'Abdullah Ibnu 'Amr,

"*... Dari 'Abdullah Ibn 'Amr (diriwayatkan) bahwa Rasulullah saw bersabda: Waktu Zuhur adalah ketika matahari tergelincir dan (berlangsung hingga) bayangan orang sama dengan badannya selama belum masuk waktu Asar. Waktu Asar berlangsung sampai matahari belum menguning. Waktu salat Magrib berlangsung sampai hilangnya safak. Waktu salat Isya berlangsung hingga pertengahan malam. Dan waktu salat Subuh adalah dari terbit fajar sampai sebelum matahari terbit..."* (HR Muslim) (Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009).

Waktu salat ditentukan berdasarkan kedudukan matahari terhadap bumi. Awal waktu salat merupakan hal yang penting dalam ibadah bagi umat Islam untuk mengerjakan salat wajib diawal waktu. Dalam penentuan awal waktu salat sangat berkaitan dengan bidang Astronomi.

Pentingnya ilmu Astronomi digunakan untuk menentukan sesuatu yang ada hubungannya dengan ibadah seperti penentuan arah kiblat, awal puasa dan waktu salat. Secara Astronomi kedudukan matahari dalam posisi- posisi kunci tertentu dapat dihitung dengan ketelitian relative cukup baik. Posisi- posisi tersebut adalah saat matahari terbit, saat berada titik kulminasinya, dan saat tenggelam. Dari lima salat wajib bagi umat Islam, hanya awal salat magrib yang ditentukan berdasarkan posisi matahari, yaitu saat matahari tenggelam, atau ketika piringan atas matahari menyentuh ufuk lokal tempat kita bermukim. Keempat waktu salat yang lain subuh, zuhur, asar, dan isya dihitung berdasarkan efek dari sinar matahari terhadap benda disekeliling kita (Saksono, 2017). Waktu salat zuhur ditandai dengan tergelincirnya matahari dari posisi kulminasi atas. Waktu salat asar ditandai ketika bayang-bayang suatu benda sama panjang, waktu salat magrib dimulai ketika matahari telah terbenam, waktu salat isya dimulai ketika di langit telah hilang mega merah, dan waktu subuh ketika terbit fajar (Butar-Butar, 2016). Untuk mengetahui awal waktu salat zuhur, asar, dan magrib dapat dilakukan secara kasar

dengan melihat posisi matahari secara langsung. Namun, untuk salat subuh dan isya tidak terlalu sederhana karena matahari telah tenggelam, tertutup bola bumi, dan karenanya telah berada dibelahan langit yang berbeda dengan dimana kita berada.

Pengamatan benda langit dipengaruhi oleh sejumlah faktor, salah satunya adalah tingkat kecerahan langit. Faktor kecerahan langit atau *Sky Brightness Level* sangat berpengaruh terhadap pengamatan terutama pada saat langit senja seperti pada saat pengamatan waktu salat (Mikhail et al.1995). Pada dasarnya tingkat kecerahan langit bisa didapat dengan dua pendekatan. Pendekatan pertama dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan instrumen fotometer seperti *Sky Quality Meter* (SQM). Pendekatan kedua dengan perhitungan menggunakan formula matematis (Yoga dkk. 2015). SQM berfungsi untuk menentukan kecerahan langit malam dalam satuan *magnitudes per square arcsecond* (Yoga dkk. 2015).

Bumi dinyatakan betul-betul gelap ketika sinar senja atau syafaq menghilang (*dusk*). Saat itulah waktu salat magrib bagi umat islam berakhir dan dimulainya waktu salat isya. Selang antara magrib dan menghilangnya sinar syafaq dinamakan *twilight at dusk* yang belum ada padanannya dalam bahasa Indonesia. Untuk menentukan awal waktu salat subuh ditentukan sekian menit sebelum matahari terbit, dan awal salat isya ditentukan juga sekian menit setelah tenggelam (magrib)

(Saksono, 2017). Waktu subuh dan isya pada saat matahari berada di bawah horizon maka dapat dihitung tingkat kecerahan langit. Tingkat kecerahan langit dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti polusi cahaya dan cuaca.

Dengan memanfaatkan SQM, tingkat kecerahan langit bisa diukur secara obyektif (Romadon, 2015). SQM juga dapat digunakan untuk mengukur tingkat polusi cahaya di suatu tempat (Pun, So, & Wong, 2012). SQM merupakan alat fotometer sederhana yang relatif murah, ringan, dan berukuran saku dengan tingkat kesalahan kurang dari 3% (Herdiwijaya & Arumaningtyas, 2011). Hasil dari pengukuran tingkat kecerahan langit menggunakan SQM digunakan sebagai instrumen astronomi untuk memverifikasi hisab salat ketika matahari tidak bisa diamati secara langsung karena matahari masih di bawah horizon.

Data yang didapat dari SQM dibuat grafik sehingga terlihat peralihan dari malam menuju pagi. Semakin gelap langit maka tingkat kecerahannya semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Pada umumnya, pengamatan benda langit merupakan salah satu kegiatan yang sering dilakukan di luar ruangan dan memerlukan waktu untuk selalu memantau hasil pengamatan yang dilakukan. Karena hal tersebut maka dibutuhkan sebuah sistem *Internet of Things* (IoT) yang bisa diakses dari mana saja melalui jaringan internet.

Setiap hari banyak benda yang berubah menjadi objek pintar yang bisa merasakan, menginterpretasikan dan bereaksi terhadap lingkungan, seperti kombinasi antara internet dan teknologi yang memunculkan *Radio-Frequency Identification* (RFID). Dengan kata lain IoT membuat suatu benda memiliki identitas sehingga benda tersebut bisa mengidentifikasi benda lain dan mempermudah manusia untuk berinteraksi dengan benda-benda tersebut dimanapun dan kapanpun (Amaral dkk. 2011).

Cara IoT yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

Data yang dihasilkan oleh SQM akan diplot dengan menggunakan *software* PySQM dan bantuan *Raspberry* sebagai pengolah data diteruskan ke internet, menganalisa data menggunakan *Excell* dan *Accurate Times*.

1. Waktu salat Subuh dan Isya

Salat merupakan rukun Islam kedua karena itu merupakan salah satu bentuk ibadah yang amat penting.

Para ulama mengatakan bahwa salat merupakan tiang agama. Barang siapa yang menegakkannya berarti menegakkan agama dan barang siapa yang meruntuhkannya berarti meruntuhkan agama. Mengingat pentingnya salat dalam agama islam, maka ibadah ini tentu harus menjadi perhatian sungguh-sungguh umat islam, termasuk memperhatikan waktu-waktu pelaksanaanya.

Di dalam Al-Quran terdapat beberapa ayat yang berkaitan dengan waktu salat subuh dan isya secara umum, yaitu beberapa ayat berikut:

Firman Allah dalam surat Al-Isra ayat 78,

"*... Dirikanlah salat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula salat) subuh. Sesungguhnya salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat)"* (Al-Isra: 78).

Selain dari alquran, terdapat beberapa Hadist Nabi yang menjelaskan tentang waktu pelaksanaan salat subuh. Salah satunya adalah Hadist yang diriwayatkan oleh muslim. Dari'Abdullah Ibn 'Amr (Diriwayatkan) Bahwa Rasulullah Bersabda*:*

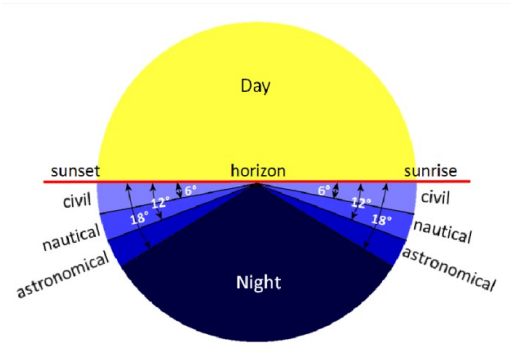
"...Waktu salat isya berlangsung hingga pertengahan malam. Dan waktu salat subuh adalah dari terbit fajar sampai sebelum matahari terbit ... [HR Muslim].

Hadist lain yang juga menjelaskan waktu pelaksanaan salat subuh dan isya adalah Hadist yang diriwayatkan oleh Ibn Hibban.

"*....Kemudian Jibril datang lagi kepada Rasulullah ketika Isya saat sepertiga malam telah berlalu dan berkata: Berdirilah dan kerjakan salat Isya. Maka Rasulullah berdiri dan mengerjakan salat Isya. Kemudian Jibril datang lagi kepada Rasulullahketika fajar menyingsing memulai Subuh dan berkata: Berdirilah wahai Muhammad dan kerjakan salat (Subuh). Maka Rasulullah berdiri dan mengerjakan salat Subuh ...Kemudian Jibril datang lagi kepada Rasulullah pada waktu Subuh ketika Subuh itu sudah sangat terang dan berkata: Berdirilah dan kerjakan salat Subuh. Maka Rasulullah berdiri dan mengerjakan salat Subuh. Kemudian ia berkata: Waktu antara kedua waktu itu seluruhnya adalah waktu salat"* [HR Ibn Hibban dalam sahihnya. Hadist senada juga diriwayatkan oleh An-Nasa'i dan beberapa ahli Hadist lainnya] (Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009). Dari ayat alquran dan Hadist tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu salat subuh dimulai ketika terbit fajar sampai terbit matahari sedangkan salat isya ketika mega (merah) menghilang.

Dalam astronomi, fajar dibedakan menjadi tiga berdasarkan ketinggian matahari di bawah horizon, yaitu fajar astronomi, fajar nautikal, dan fajar sipil. Pada saat

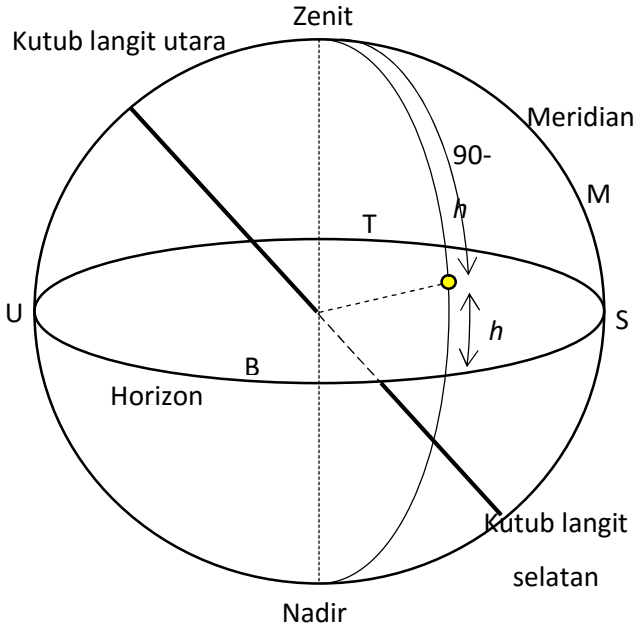
ketinggian Matahari 18° sampai 12° dibawah horizon, fajar ini dinamakan fajar astronomi (*astronomical twilight*). Pada saat fajar astronomi, langit sudah gelap sehingga benda-benda di sekitar tidak dapat dibedakan kecuali mata sudah beradaptasi cukup lama dalam kegelapan. Fajar nautikal (*nautical twilight*) terjadi pada saat ketinggian Matahari berada pada 12° sampai 6° dibawah horizon. Pada saat fajar nautikal, langit masih cukup gelap atau remang-remang sehingga batas horizon di pantai dan awan tidak terlihat jelas.Fajar sipil (*civil twilight*) terjadi bila ketinggian Matahari berada pada 6° sampai 0° dibawah horizon. Ciri fajar sipil adalah hamburan cahaya matahari sudah cukup terang, sehingga benda-benda di sekitar dapan dengan mudah dibedakan tanpa membutuhkan bantuan lampu (Herdiwijaya, 2016). Gambaran umum fajar dan senja dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gambaran umum senja dan fajar

(sumber: https://www.weather.gov)

Menentukan awal waktu salat subuh dan isya dapat dilakukan dengan hisab atau perhitungan. Penentuan waktu salat temasuk juga salat subuh dan isya dengan menggunakan hisab sangat berkaitan dengan posisi Matahari terhadap bumi. Oleh karena itu, dalam penentuan awal salat, data astronomis terpenting adalah posisi matahari, terutama tinggi matahari (*h*), atau jarak zenit (*z*), *z* $= 90^{\circ} - h$ (Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009)



Gambar 2. Tata koordinat horizon

Selain posisi Matahari, data yang dibutuhkan dalam menghitung awal waktu Subuh adalah lintang tempat (ϕ), bujur tempat (λ), sudut waktu Matahari (*t*), deklinasi Matahari (δ), *equation of time* (*e*), *ephemeris transit* (*E*), dan *ikhtiyat* (*i*). Lintang tempat adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari ekuator sampai tempat yang bersangkutan. Nilai lintang tempat dimulai dari 0° – 90°. Bujur tempat adalah jarak sepanjang meridian bumi diukur dari titik nol bujur atau dari kota Greenwich. Sudut waktu adalah setiap lingkaran waktu yang membentuk sudut dengan lingkaran meridian. Sudut waktu matahari dapat dihitung seperti pada persamaan (1).

$$\cos t = -\tan\phi \tan\delta + \frac{\sin h}{\cos\phi \cos\delta} \qquad (1)$$

Deklinasi matahari adalah jarak antara matahari dan ekuator langit diukur pada meridian yang melalui matahari. Selisih waktu bujur ($sw\lambda$) adalah selisih dari bujur tempat (λ) dengan bujur tolak waktu daerah (λdh) dibagi dengan 15 seperti pada persamaan (2).

$$sw\lambda = \frac{|\lambda - \lambda dh|}{15} \qquad (2)$$

Equation of time (*e*) adalah selisih waktu kulminasi matahari hakiki dan waktu matahari rata-rata. Ephemeris transit adalah (*E*) adalah data posisi tahunan Matahari. Untuk

menentukan ephemeris transit di suatu daerah dapat menggunakan persamaan (3).

E = 12 jam - e (3)

Ikhtiyat merupakan kehati-hatian sebagai suatu langah pengaman dalam menghitung awal waktu salat dengan cara menambah atau mengurangi 1-2 menit dari hasil perhitungan yang sebenarnya. Waktu salat subuh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dan waktu salat Isya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) (Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009).

$$\text{waktu Subuh} = \left[(E - t) \pm sw\lambda\right] + i \quad (4)$$

$$\text{waktu Isya} = \left[(E + t) \pm sw\lambda\right] + i \quad (5)$$

Tanpa penjelasan ilmiah yang jelas tentang fajar *shadiq,* beberapa kelompok Islam memiliki perbedaan dalam menetapkan ketinggian matahari (*h*). Negara Indonesia yang diwakili oleh Kementerian Agama menetapkan ketinggian Matahari 20° di bawah horizon dalam menentukan awal waktu salat Subuh dan 18° untuk waktu isya.

Sementara organisasi Muhammadiyah menetapkan waktu Subuh pada saat matahari berada sekitar 20º di bawah ufuk (atau jarak zenit matahari = 110º) $z = 90^\circ - h$, sedangkan un tuk waktu Isya pada saat matahari berkedudukan 18º di bawah ufuk (*horizon*) sebelah barat atau bila jarak zenith matahari = 108º, (Tim Majelis Tarjih

dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009). Tidak hanya di Indonesia, perbedaan dalam menentukan ketinggian Matahari juga terjadi di negara-negara yang terdapat umat islam. Perbedaan ketinggian Matahari dalam menentukan waktu subuh dan waktu isya di beberapa negara dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sudut depresi Matahari untuk waktu salat subuh dan isya di dunia (saksono, 2017)

No	Negara / Keompok Negara	Sudut Depresi Matahari (dip) (derajat)	
		Fajar	Isya
1	Islamic Society of North America (ISNA)	15	15
2	Muslim World League (MWL)	18	17
3	Umm Al-qura Makkah	18,5	22,5
4	Eqyptian General Authority of Survey	19,5	17,5
5	University of Islamic Science, Karachi	18	18
6	Malaysia	20	18
7	Indonesia	20	18

2. Kecerahan langit

Malam hari tidak gelap sempurna karena ada kontribusi dari cahaya alami. 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 atmosfir dan medan magnet. Airglow malam adalah pendaran dari atom dan molekul di udara dari eksitasi fotokimia (Hasan, Abdel-Hadi, Issa, & Hassanin, Naked Eye Observations for Morning Twilight at Different Sites in Egypt, 2014). Cahaya zodiak berasal dari hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel debu (berukuran 1- 300 mikrometer) di ruang antar planet atau di luar atmosfer Bumi. Di Indonesia, tingkat kecerahan langit semakin lama semakin redup, 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).

3. Spektrum elektromagnetik

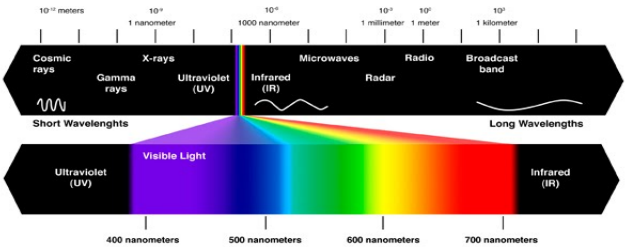
Gelombang elektromagnetik meliputi cahaya, gelombang radio, sinar-x, sinar gamma, mikrogelombang, dan lain-lain. Berbagai jenis gelombang elektromagnetik

hanya berbeda dalam panjang gelombang dan frekuensinya, yang dihubungkan dengan panjang gelombang dalam cara biasa dengan menggunakan persamaan (6).

$$f = \frac{c}{\lambda} \tag{6}$$

dengan f adalah frekuensi, λ adalah panjang gelombang, dan c adalah cepat rambat cahaya.

Mata manusia peka terhadap radiasi elektromagnetik dari kira-kira 400 hingga 700 nm, suatu jangka yang disebut cahaya tampak seperti telihat pada gambar 3. Panjang gelombang terpendek dalam spektrum cahaya violet (ungu) dan yang terpanjang bersesuaian dengan cahaya merah, dengan semua warna pelangi terletak diantara kedua ekstrim ini.



Gambar 3. Spektrum cahaya tampak (sumber:https://sites.google.com)

Gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang sedikit kurang dari gelombang cahaya tampak disebut sinar ultraviolet, dan gelombang dengan panjang gelombang

yang sedikit lebih panjang daripada gelombang cahaya tampak disebut gelombang inframerah (Tipler, 2001).

4. Intensitas gelombang elektromagnetik

Intensitas gelombang didefinisikan sebagai rata-rata daya yang mengalir melalui luasan per satuan luas. Secara matematis, persamaan intensitas dapat ditulis dengan menggunakan persamaan (7).

$$I = \frac{P}{A} \tag{7}$$

dengan I = intensitas (watt/m^2)

P = daya (watt)

A = luas (m^2)

Intensitas gelombag elektromagnetik merupakan perkalian antara kerapatan energi rata-rata dan kecepatan cahaya (Tipler, 2001). Secara matematis, persamaan intensitas gelombang elektromagnetik dapat ditulis dengan menggunakan persamaan (8).

$$I = \eta_{rat} c = \frac{E_0 B_0}{2\mu_0} \tag{8}$$

dengan I = intensitas GEM (watt/m^2)

η_{rat} = kerapatan energi rata-rata (J/m^3)

c = kecepatan cahaya (m/s)

E_0 = nilai maksimum medan listrik (V/m)

B_0 = nilai maksimum medan magnet (T)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa (N/A^2)

5. *Sky Quality Meter*

Sky Quality Meter (SQM) adalah alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan dari langit malam seperti terlihat pada gambar.2. Kecerahan yang dihasilkan dari alat SQM dalam mag/arcsec^2. Magnitudo merupakan satuan astronomi untuk terang suatu bintang. Arcsec merupakan busur derajat yang dibagi menjadi detik. Suatu lingkaran dapat dibagi menjadi 360°. Masing-masing derajatnya dibagi menjadi 60 menit dan tiap menitnya dibagi menjadi 60 detik. Sehingga satuan terkecil dari bagian pada lingkaran adalah busur detik (arcsec) (Romadon, 2015).

Gambar 4. SQM tampak dari depan (sumber: http://unihedron.com)

Data yang diperoleh dari SQM dibaca menggunakan aplikasi *Unihedron Device Manager* (UDM). Nilai yang dibaca oleh SQM dapat dipengaruhi oleh kondisi saat melihat dan

polusi cahaya. SQM-LU mengukur kegelapan langit malam untuk memberikan pembacaan besaran per busur persegi kedua melalui koneksi USB, dan mampu merekam rekaman secara internal. Sensor cahaya (TSL237) menyediakan mikro kontroler dengan tingkat cahaya, dan pembacaan dari sensor suhu digunakan untuk mengkompensasi pembacaan sensor cahaya melalui rentang suhu operasi (Unihedron, 2011).

Respon spektral SQM berada dalam rentang yang cukup lebar, yaitu rentang visual 400 – 650 nm untuk transmisi 0,5 dengan puncak sekitar 540 nm. Dengan demikian rentang spektral SQM sesuai dengan sensitivitas spektral mata manusia. Dimensi fisik yang ringan dan kemudahan akuisisi data resolusi waktu tinggi membuka peluang pemanfaatan SQM lebih luas dengan mobilitas tinggi untuk menentukan waktu salat subuh (Herdiwijaya & Arumaningtyas, 2011).

6. TSL 237

Konverter cahaya-ke-frekuensi TSL237 pada SQM menggabungkan fotodioda silikon dan konverter arus-ke-frekuensi pada sirkuit terpadu tunggal monolitik CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). *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 terlihat pada gambar 5.

Gambar 5. Sensor TSL 237 (sumber: http://www.ic0nstrux.com)

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° C sampai 70° C dan dipasok dalam kemasan sisi plastik tipis 3-*lead* dengan lensa integral. Saat dipasok dalam paket bebas timbal (Pb), perangkat sesuai RoHS.

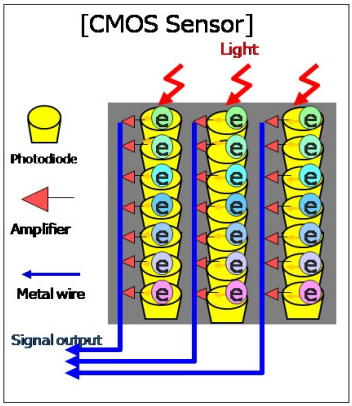
7. CMOS

SQM menggunakan detektor kuantum CMOS yang merespon foton yang diterima detektor sehingga mendapatkan nilai kecerahan langit. CMOS merupakan salah satu jenis *Integrated Circuit* (IC) yang pada mulanya hanya dirancang untuk keperluan penerbangan antariksa, kini telah

menempati bagian-bagian dalam instrumen-instrumen elektronika dan medis, penerapan otomotif, computer dan mendominasi pasaran arloji elektronik. IC merupakan salah satu komponen yang sangat luas pemakaiannya di bidang elektronika (Gozali, 2006).

Menurut Tokhem (dalam Sarnita, 2015), teknologi CMOS digunakan di mikroprosesor, pengontrol mikro, RAM (*Random access memory*) statis, dan sirkuit logika digital lainnya. Teknologi CMOS juga digunakan dalam banyak sirkuit analog, seperti sensor gambar, pengubah data, dan trimancar terintegrasi untuk berbagai jenis komunikasi.

Dalam sebuah sensor CMOS, sudah terdapat berbagai sirkuit elektronik yang memungkinkan dilakukannya banyak proses manajemen cahaya tambahan yang tadinya hanya dapat dilakukan oleh prosesor kamera. Prinsip kerja CMOS yaitu cahaya jatuh ke dioda peka cahaya dan diubah menjadi foton. Foton ini langsung masuk ke sirkuit pendamping yang ada disetiap diode peka cahaya untuk langsung diubah menjadi elektron dikonversi menjadi sinyal digital kemudian mengalami peredaman cacat sinyal (*noise reduction*) hingga akhirnya masuk ke tahap proses penguatan amplitudo sinyal oleh *amplifier*. Semua fungsi ini sudah ada pada sirkuit pendamping. Bagan sensor CMOS terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Bagan sensor CMOS (sumber: http://www.parentesis.com)

Pada sensor CMOS semua tugas prosesor tersebut sudah dilakukan langsung dari unit sensor CMOS. Secara garis besar tugas prosesor kamera ketika berhubungan dengan sensor CMOS hanya sebagai konektor dan *bias decoupling*. Sisanya adalah *noise reduction* dan manajemen parameter fotografi.

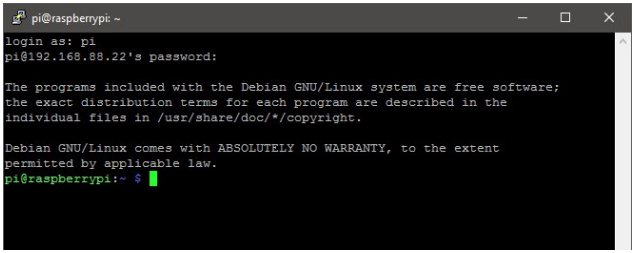
8. *Raspberry-Pi*

Raspberry Pi sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit*; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresousi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Rasberry Pi *Foundation*, yang digawangi sejumlah

pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.

Gambar 7. *RaspberryPi* (sumber: http://www.raspberrypi.org/)

Perlu diketahui, sebagai besar pengguna *raspberry* berinteraksi dengan sistem SSH (*secure shell*), secara otomatis berada di lingkungan *command line,* hal ini karena diperoleh dengan satu input saja, yaitu *keyboard* sebagai *command line* berbasis teks seperti gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. SSH (*secure shell*) atau *command line* (Sumber: http://librarymakers.net/using-cli-raspberry-pi)

Richardson dan Wallace (2013) menjelaskan beberapa cara yang dapat dilakukan oleh Raspberry Pi diantaranya sebagai berikut :

a. *General Purpose Computing*

Perlu diingat bahwa Raspberry Pi adalah sebuah komputer dan memang pada faktanya dapat digunakan sebagai sebuah komputer. Setelah perangkat ini siap untuk digunakan kita bisa memilih untuk *boot* langsung ke dalam GUI (*Graphical User Interface*) dan didalamnya terdapat sebuah *web browser* yang merupakan aplikasi yang banyak digunakan komputer sekarang ini. Perangkat ini juga dapat di *Installl* banyak aplikasi gratis seperti *LibreOffice* yang digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan kantor.

b. *Learning to Program*

Raspberry Pi pada dasarnya ditujukan sebagai alat edukasi untuk mendorong anak-anak bereksperimen dengan komputer. Perangkat ini sudah terpasang dengan interpreters dan compilers untuk berbagai bahasa pemrograman. Untuk pemula telah disediakan *Scratch,* sebuah bahasa pemrograman berasaskan grafik dari MIT. Kita bisa menulis program untuk Raspberry Pi dalam berbagai bahasa seperti C, Ruby, Java, Python, dan Perl.

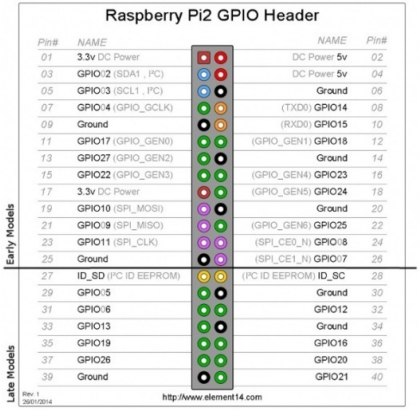
c. *Project platform*

Raspberry Pi membedakan dirinya dari komputer pada umumnya bukan dari segi harga dan ukurannya saja, tapi juga karena kemampuannya berintegrasi dengan proyek-proyek elektronik.

d. *General-purpose input/output* (GPIO)

Pin generik pada sirkuit terpadu (chip) yang perilakunya (termasuk apakah pin itu input atau output) dapat dikontrol (diprogram) oleh pengguna saat berjalan.

Pin GPIO tidak ditetapkan untuk tujuan khusus dan secara default tidak digunakan. Ide dibalik GPIO adalah untuk memenuhi sistem integrator dalam memperluas dan membangun sistem lengkap yang membutuhkan pin tambahan dari chip berupa sinyal kontrol ataupun data. Adanya konektor (pin) yang tersedia dari chip dapat menghemat kerumitan saat mengatur sirkuit tambahan seperti gambar 9.



Gambar 9. GPIO *Raspberry*

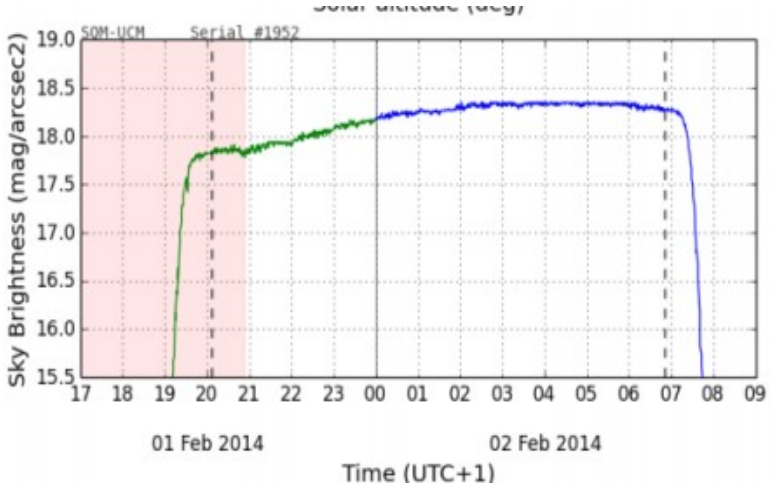
Pada hakekatnya hampir semua SBC menyediakan GPIO untuk ekspansi disambungkan ke modul atau komponen lainnya. Papan sirkuit *embedded* seperti Arduino, BeagleBone, Raspberry Pi dan lainnya, acapkali

memanfaatkan GPIO untuk membaca data atau sinyal dari berbagai sensor lingkungan seperti IR (*infra red*) , video, suhu, orientasi 3 dimensi, percepatan dan sebagainya, disamping untuk menulis atau mengirim data melalui output ke motor DC (*Direct-Current*) (melalui modul *Pulse Width Modulation*; PWM), audio, display LCD liquid (*crystal display*), atau lampu LED (*Light-Emitting Diode*).

9. *PySQM*

PySQM adalah sebuah *software multi platform* yang telah dirancang untuk membaca, menyimpan dan memplot data dari fotometer *unihedron* SQM-*LE* dan SQM-*LU* yang dikembangkan oleh Miguel Nievas dan Jaime Zamorano di Departemen Astrofisika dan Sains Atmosfer Universitas Complvtensis Matritensis Sepayol (2014) (Nievas dan Zamorano, 2014). Tahapan pertama program mencoba mengkoneksikan ke fotometer *SQM* dan mengambil beberapa tes pengukuran (informasi, Kalibrasi dan data) untuk mengecek bahwa alat bekerja sesuai tujuan pengukuran. Kalibrasi *SQM* untuk merubah ke dalam data nyata dalam setiap *iterasi* program mengecek cuaca pada waktu malam atau tidak, dengan menghitung jarak matahari untuk mendapatkan lokasi dan membedakan sebuah ambangbatas dari setiap penggunaan Program

PySQM ini akan disimpan dalam dua file yang berbeda (file.dat dan fotografik) seperti gambar 10.



Gambar 10. Hasil penyimpanan data dari program PySQM

10. *Internet of Things*

Internet of Things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (Chui, 2014). *Internet of Things* atau dikenal dengan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas yang tersambung secara terus menerus (Wikipedia, 2017).

11. *Website*

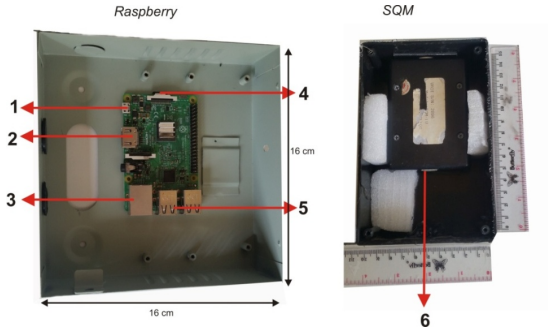
Website adalah sebuah tempat di internet dimana setiap individu bisa mendapatkan informasi sehingga siapa saja dapat melakukan *browsing.* Semua orang menggunakan *website* untuk segala kepentingan, mampu menyediakan berbagai informasi baik dalam bentuk teks, gambar, suara, maupun gambar bergerak. Dengan kemampuan seperti ini tentunya bagi lembaga atau personal menjadi media yang tepat untuk publikasi. Halaman *web* tersusun atas satu atau beberapa komponen baik dokumen *web* ataupun komponen penyerta lainnya. Komponen-komponen tersebut biasanya dapat langsung ditampilkan oleh *browser,* tetapi kadang harus menggunakan program pembantu atau aplikasi tambahan lain (*plug-in)* (Wikipedia, 2017).

PEMASANGAN
ALAT SQM DAN RASPBERRY

1. Pemasangan Alat SQM dan Raspberry

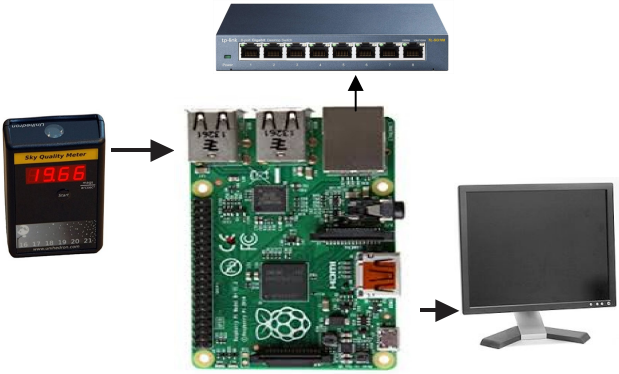
Langkah pertama pemasangan alat ditunjukan pada gambar 11. Dimensi alat raspberry adalah panjang 16cm dan lebar 16 cm, sedangkan dimensi alat SQM adalah panjang 15 cm dan lebar 10.5 cm untuk bagian – bagian yang ditunjukan adalah sebagai berikut :

a. Konektor *power suplay* Raspberry.
b. Konverter HDMI untuk ke Monitor.
c. LAN (*Local area network*) dihubungkan ke *switching hub.*
d. *MicroSD card Slot.*
e. USB (*Universal Serial Bus*)sebagai penghubung *input* dari SQM
f. USB sebagai penghubung *output* dari Raspberry.



Gambar 11. Alat Raspberry dan SQM

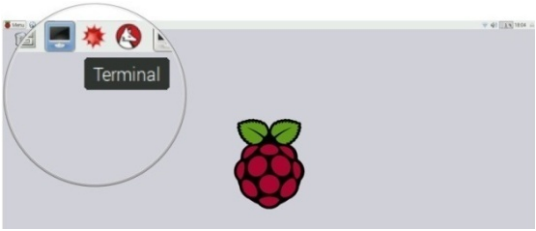
sekema alat ditunjukan pada gambar 12. Seperti di bawah ini.



Gambar 12. Rangkaian alat

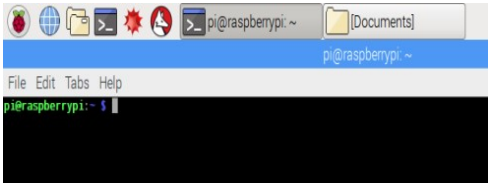
2. *Install* PySQM

a. Pilih ikon terminal pada taskbar seperti yang ditunjukan pada gambar 13.



Gambar 13. Ikon Terminal

Jika tehubung dengan terminal, secara otomatis kita berada di lingkungan *command line* dengan tulisan *pi@raspberry:~ $.* Seperti yang ditunjukan pada gambar 14.

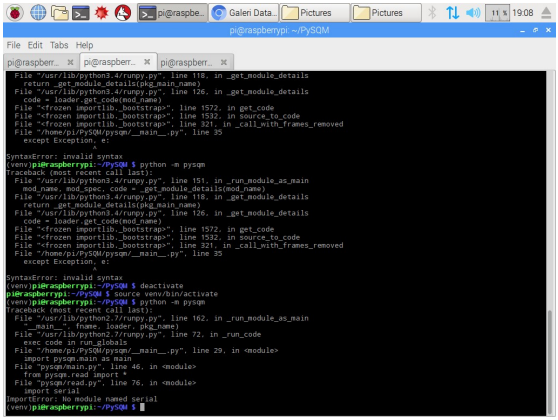


Gambar 14. Terminal

b. Setelah itu masukan intruksi-intruksi kedalam terminal seperti yang ditunjukan pada gambar 15. untuk *Install software* PySQM seperti table 2 .

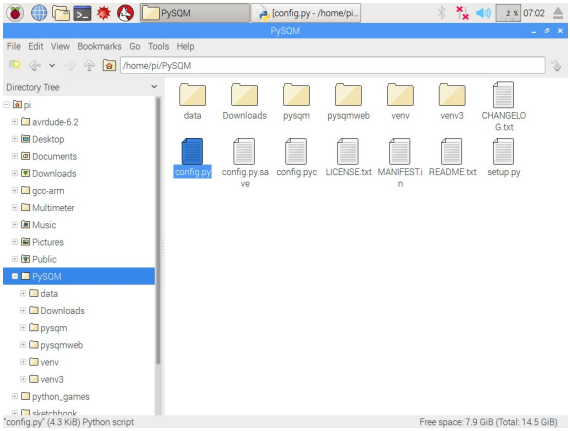
Tabel 2. Install *Software* PySQM

```
1.Memperbarui sistem Raspbian
$ sudo ap-get update
$ sudo ap-get upgrade
$ sudo reboot
2.Menyiapkan lingkungan Python
$ sudo ap-get install python-virtualenv
python-setuptools
3.Membuat lingkungan virtual Python
$ virtualenv venv
4.Mengaktifkan lingkungan virtual Python.
$ source venv/bin/activate
5.Memutakhirkan paket  pip.
$ pip install -U pip
6.Mengunduh proyek PySQM.
$ git clone
https://github.com/mireianievas/PySQM.git
7.Pindah direktori ke folder PySQ$ cd PySQM
$ cd PySQM
8.Memasang modul-modul Python yg diperlukan
$ pip install numpy ephem pyserial matplotlib
9.Menjalankan proyek PySQM
$ python -m pysqm
```



Gambar 15. intruksi-intruksi untuk *Install software* PySQM

c. Untuk mengedit tujuan lokasi dan titik koordita pilih *folder* PySQM klik *file* config.py, seperti yang ditunjukan pada gambar 16.



Gambar 16. *file* config.py

d. Selanjutnay masukan lokasi dan titik koordinat sesuai tujuan eksperimen, seperti *scratch* table 3 dibawah ini.

Tabel 3. *scratch* lokasi dan titik koordinat

```
#!/usr/bin/env python

'''
PySQM configuration File.
_________________________
Copyright (c) Mireia Nievas <mnievas[at]ucm[dot]es>
This file is part of PySQM.
PySQM is free software: you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
(at your option) any later version.
PySQM is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
GNU General Public License for more details.
You should have received a copy of the GNU General Public License
along with PySQM.  If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
_________________________
Notes:
You may need to change the following variables to match your
observatory coordinates, instrumental properties, etc.
Python (v2.7) syntax is mandatory.
_________________________
'''
'''
-------------
SITE location
-------------
'''
#=========================================================
#======Untuk menentukan wilayah
#=========================================================
_observatory_name = 'Wilayah Kota Banjar'
_observatory_latitude  = -7.30720
_observatory_longitude = 109.364992

_observatory_altitude  = 680
_observatory_horizon   = 10     # If Sun is below this altitude, the program will take data

_device_shorttype = 'SQM' # Device STR in the file
_device_type = 'SQM_LU'   # Device type in the Header
_device_id = _device_type + '-' + _observatory_name # Long Device lame
_device_locationname = 'Villalbilla/Spain - Observatorio GURUGU'         # Device location in the
world
_data_supplier = 'Mireia Nievas / Universidad Complutense de Madrid'  # Data supplier (contact)
_device_addr = '/dev/ttyUSB0'  # Default IP address of the ethernet device (if not automatically
found)
_measures_to_promediate = 1
#_measures_to_promediate = 5    # Take the mean of N measures
_delay_between_measures = 30
#_delay_between_measures = 20   # Delay between two measures. In seconds.
_cache_measures = 1
#_cache_measures = 5            # Get X measures before writing on screen/file
_plot_each = 60                 # Call the plot function each X measures.

_use_mysql = False        # Set to True if you want to store data on a MySQL db.
_mysql_host = None        # Host (ip:port / localhost) of the MySQL engine.
_mysql_user = None        # User with write permission on the db.
_mysql_pass = None        # Password for that user.
_mysql_database = None    # Name of the database.
_mysql_port = None        # Port of the MySQL server.

_local_timezone     = +7     # UTC+1
_computer_timezone  = +0     # UTC
_offset_calibration = -0.11  # magnitude = read_magnitude + offset
_reboot_on_connlost = False  # Reboot if we loose connection
#=========================================================================================
========
```

```
#=====================================================================
=================================
# Monthly (permanent) data
#monthly_data_directory = "/tmp/sqm_gurugu/"
monthly_data_directory = "/home/pi/PySQM/data/"
# Daily (permanent) data
#daily_data_directory = monthly_data_directory+"/datos_diarios/"
daily_data_directory = monthly_data_directory+"/daily_data/"
# Daily (permanent) graph
daily_graph_directory = monthly_data_directory+"/daily_plots/"
# Current data, deleted each day.
current_data_directory = monthly_data_directory
# Current graph, deleted each day.
current_graph_directory = monthly_data_directory
# Summary with statistics for the night
summary_data_directory = monthly_data_directory
'''
----------------------------
PySQM data center (OPTIONAL)
----------------------------
'''

# Send the data to the data center
_send_to_datacenter = False


'''
Ploting options
'''
#full_plot = False
#limits_nsb = [16.5,20.0] # Limits in Y-axis
#limits_time   = [17,9] # Hours
#limits_sunalt = [-80,5] # Degrees
full_plot = False
limits_nsb = [1,22.0] # Limits in Y-axis
limits_time   = [17,6] # Hours
limits_sunalt = [-80,5] # Degrees
'''
Email options
'''
_send_data_by_email = False
```

e. Setelah menambahkan data lokasi dan titik koorditat, kemudian *setting* waktu atau jam pengambilan data mulai jam 17.00 selesai jam 06.00 keesokan harinya, seperti table 4 di bawah ini.

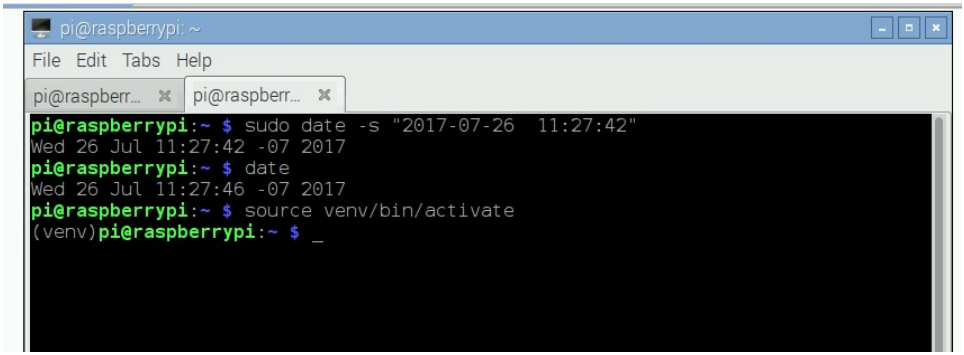
Tabel 4. *scratch* waktu pengambilan data

```
# Name of the database table
_mysql_dbtable = None
# Port of the MySQL server.
_mysql_port = None

'''
---------------
Ploting options
---------------
'''
# Plot only date / full plot (datetime + sun alt)
full_plot  = False
# Limits in Y-axis of the plot (Night Sky Background)
#limits_nsb = [15,22]
limits_nsb = [1,22]
# Time (hours) for the beginning and the end of the session. (LOCALTIME)
#==================================================
#setting waktu pengambilan data
#==================================================
limits_time   = [17,6]
# Limits in the Sun altitude for the plot. In degrees.
limits_sunalt = [-90,5]

'''
-------------
Email options
-------------
'''
# Requires pysqm.email.py module. Not released yet!.
_send_data_by_email = False
```

f. Selanjutnya *setting* waktu disesuaikan dengan jam internasional seperti yang ditunjukan pada table 5 dan gambar 17.

Tabel 5. *Setting* Waktu Manual

Mengaktifkan standar waktu indonesia
$ sudo daten-s "2017-07-26 11:27:42"



Gambar 17. Intruksi *setting* waktu manual

g. Setelah itu maka masukan intruksi pengambilan data SQM oleh PySQM seperti yang ditunjukan pada gambar 18. langkah intruksi adalah table 6 berikut ini.

Tabel 6. intruksi pengambilan data SQM oleh PySQM

1. Mengaktifkan lingkungan virtual Python

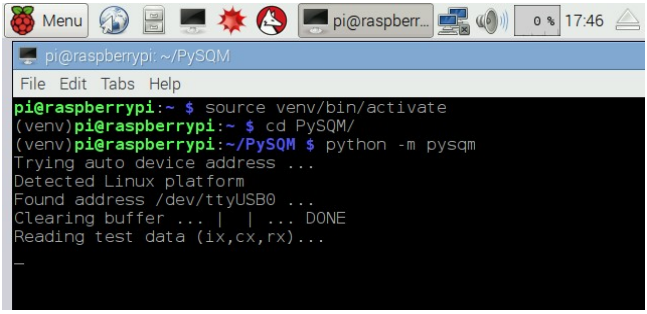
   $ source venv/bin/activate

2. Pindah direktori ke folder 'PySQM'

   $ cd PySQM

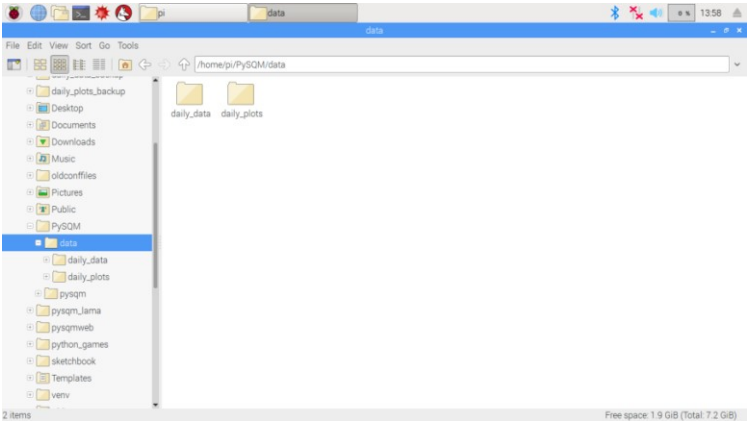
3. Menjalankan proyek PySQM:

   $ python -m pysqm



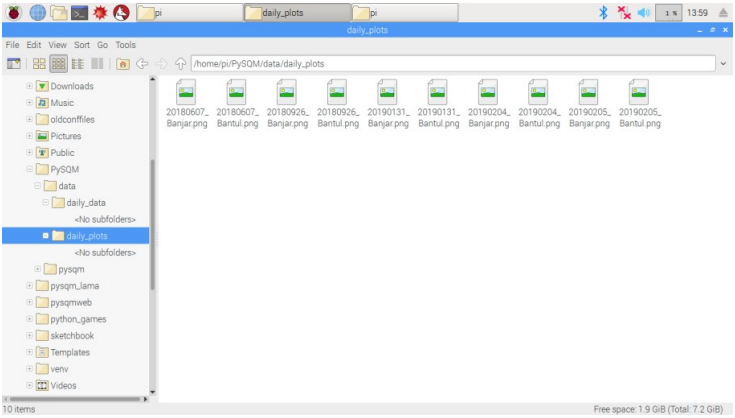
Gambar 18. Intruksi pengambilan data SQM

h. Hasil pengambilan data bisa dilihat dengan cara pilih *folder* PySQM > data > daily_data > daily_plots, langkah ditunjukan pada gambar 19.

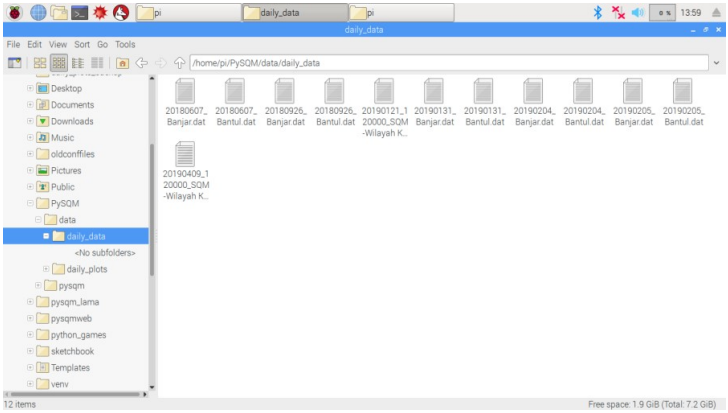


Gambar 19. Hasil Pengambilan data dari SQM

i. Untuk melihat hasil data format dat. dan format fotografik seperti ditunjukan pada gambar 20 dan 21.



Gambar 20. Hasil Pengambilan data dari SQM format fotografik



Gambar 21. Hasil Pengambilan data dari SQM dalam format dat.

3. *Install* PySQMweb

a. Pilih ikon terminal Setelah itu masukan intruksi-intruksi kedalam terminal seperti yang ditunjukan pada table 7. untuk *Install* PySQMweb adalah berikut ini.

Tabel 7. *Install* PySQMweb

```
==============================================================
MENGINSTAL APLIKASI WEB DI PERANGKAT RASBERRY YANG BARU:
==============================================================
[01]
sudo apt-get update
[02]
sudo apt-get upgrade
[03]
sudo apt-get install ruby-sinatra ruby-bundler git
[04]
Cd
[05]
git clone https://github.com/andisugandi/pysqmweb.git
[06]
cd pysqmweb
[07]
mkdir public/pictures
mkdir public/data
[08]
ln -s $HOME/PySQM/data/daily_plots/* $HOME/pysqmweb/public/pictures/
ln -s $HOME/PySQM/data/daily_data/* $HOME/pysqmweb/public/data/
[09]
bundle install
[10]
bundle exec rackup 0.0.0.0:9292
[11]
Lihat alamat IP RPi dengan:
ip a
"Misal alamat IP-nya adalah: 192.168.43.198"
[12]
Buka peramban web (Google Chrome / Firefox) dengan mengakses URL:
http://192.168.43.198:9292
```

b. Selanjutnya koneksikan Raspberry ke *internet* untuk menjalankan aplikasi PySQMweb secara langsung dan mengetahui hasil data SQM di *hosting Web* seperti table 8 dan gambar 22 berikut ini.

Tabel 8. Menjalankan Aplikasi web secara langsung

==========
=
MENJALANKAN APLIKASI WEB (SECARA LANGSUNG)
==========
=
[01]
Lihat alamat IP RPi dengan:

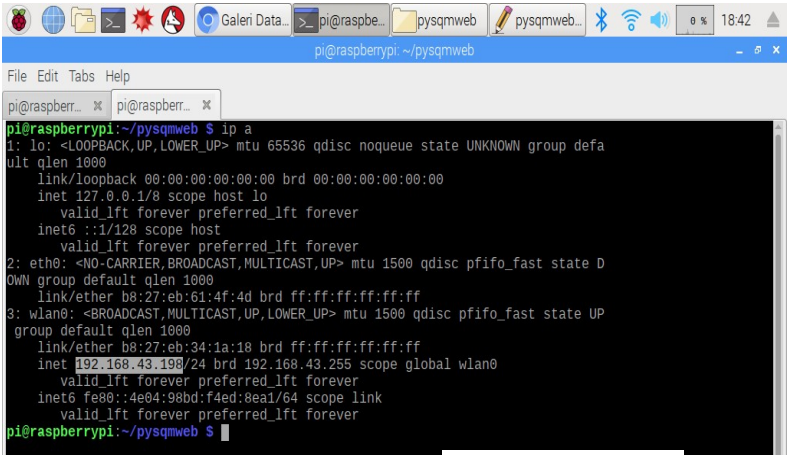
ip a

"Misal alamat IP-nya adalah: 192.168.43.198"

[02]
cd pysqmweb

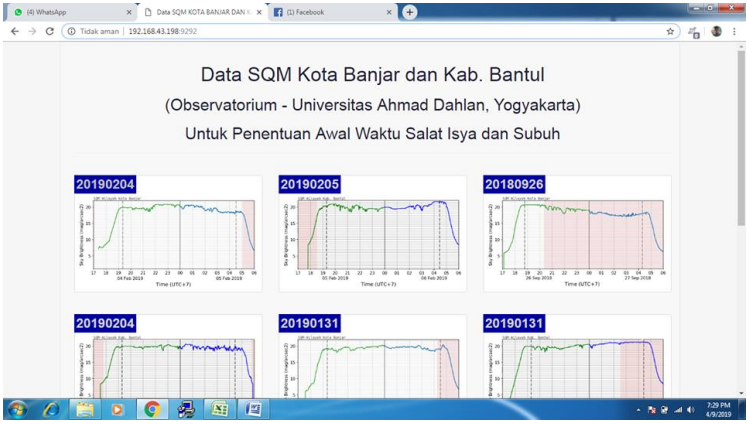
[04]
bundle exec rackup 0.0.0.0:9292

[05]
Buka peramban web (Google Chrome / Firefox) dengan mengakses URL:
http://192.168.43.198:9292

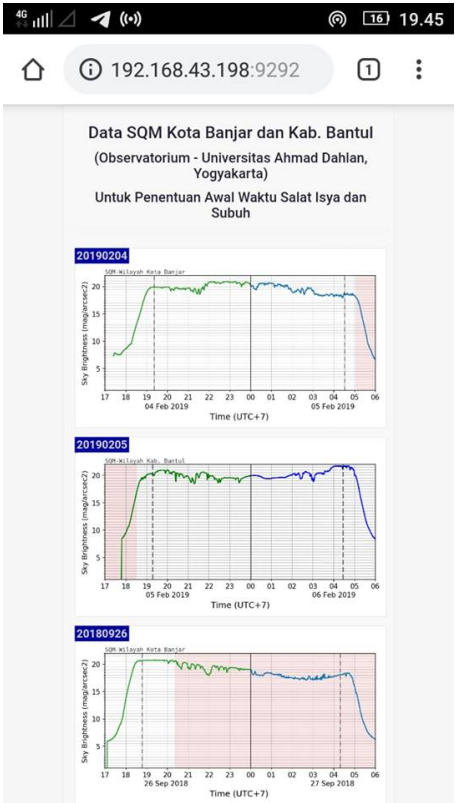


Gambar 22. Mengetahui IP (*Internet Protocol*) *addres* Rasberry

c. Setelah itu maka akan muncul data SQM di web dalam bentuk format fotografik dan dat. dapat di unduh seperti yang ditunjukan pada gambar 23 dan 24 berikut ini.



Gambar 23. Tampilan web di komputer



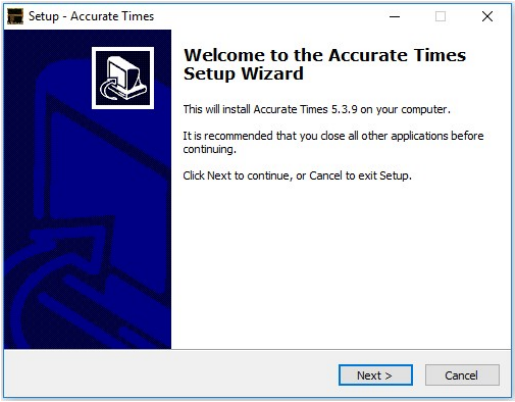
Gambar 24. Tampilan web di *handphone*

4. *Installl Accurate Times*

Personal computer yang digunakan juga harus ada aplikasi *Accurate Times*. Cara Installasi aplikasi *Accurate Times* adalah sebagai berikut:

a. Jalankan *file* accu_setup.exe yang telah diunduh dari http://www.icoproject.org/accut.html

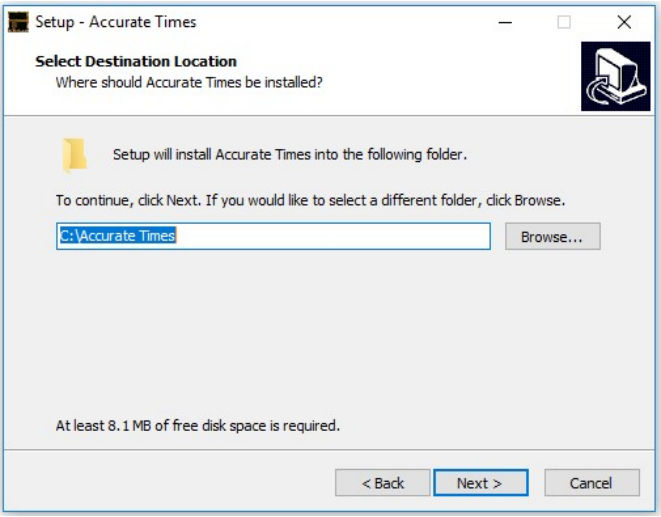
b. Klik *Next* seperti pada gambar 25.



Gambar 25. Tahapan pemasangan *Accurate Times*

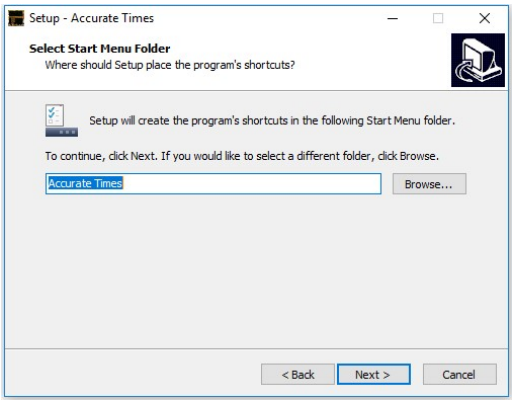
c. Sebaiknya folder penyimpanan jangan dirubah karenaakan mempengaruhi kinerja dari aplikasi kemudian

d. klik *Next* seperti pada gambar 26.



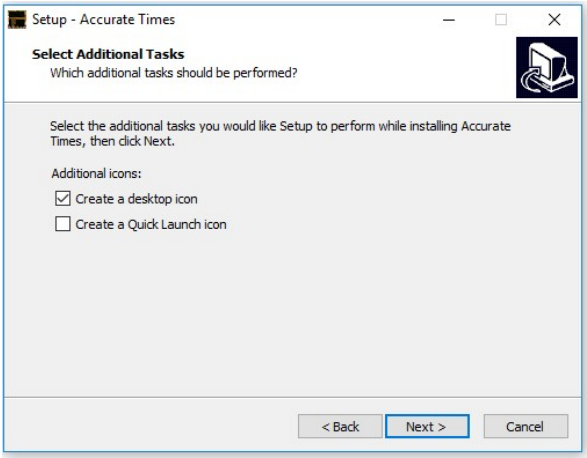
Gambar 26. Tentukan *folder* untuk menyimpan aplikasi *Accurate Times*

e. Tentukan *Folder* untuk menyimpan *shortcut* kemudian klik *Next* seperti pada gambar 27.



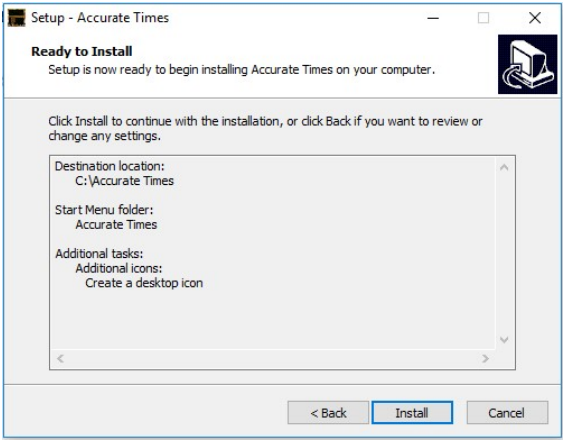
Gambar 27. Tentukan *folder* untuk menyimpan *shortcut Accurate Times*

f. Isi centangan pada kotak *Create a destop icon* jika ingin aplikasi muncul di *desktop* kemudianklik *Next* seperti pada gambar 28.



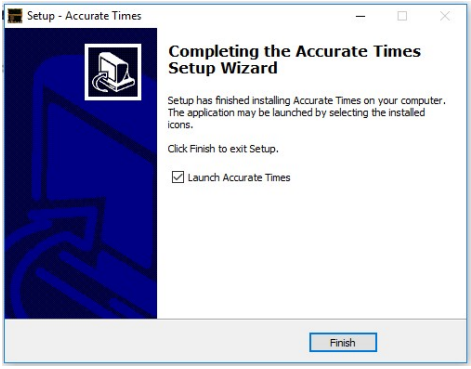
Gambar 28. Membuat *shortcut* di *desktop*

g. Klik install dan tunggu hingga proses instalasi selesai seperti pada gambar 29.



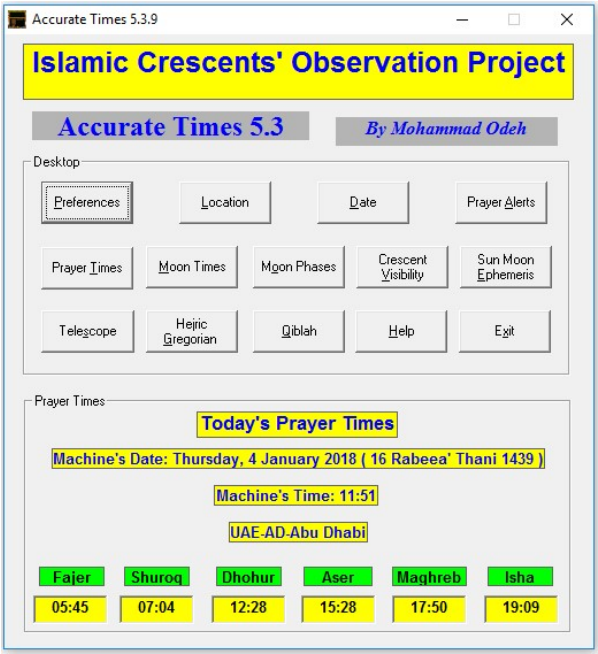
Gambar 29. Proses instalasi *Accurate Times*

h. Isi centang pada kotak *Launch Accurate Times* jika ingin langsung menjalankan aplikasi kemudian klik *Finish* seperti pada gambar 30.



Gambar 30. Proses instalasi *Accurate Times* telah selesai

i. Tampilan Accuate Times seperti pada gambar 31.

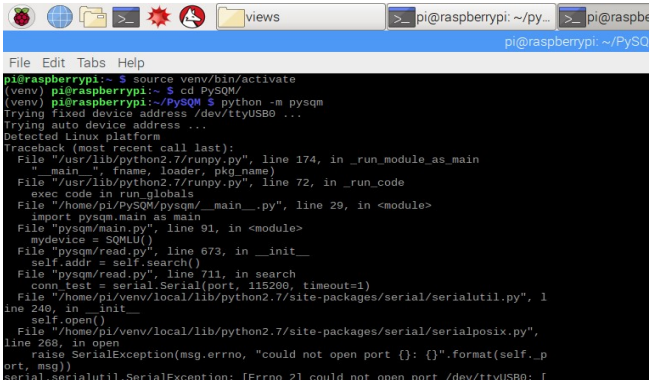


Gambar 31. Tampilan Accuate Times

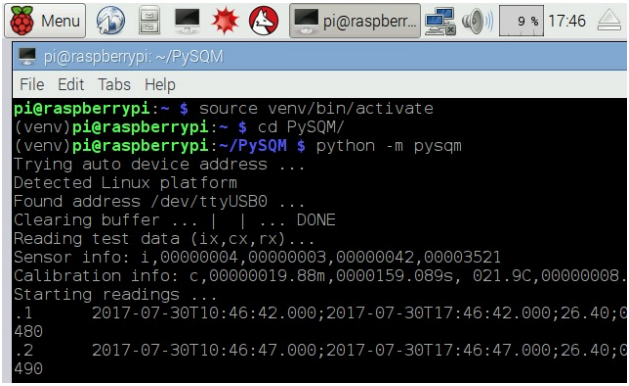
5. *Troubleshooting*

a. *Troubleshooting* Kabel USB

Kabel USB di gunakan untuk menghubungkan SQM dengan Raspberry, saat di hubungkan dengan SQM dan Raspberry harus tertanam dengan baik, jika ada kesalahan bisa dilihat pada gambar 32. Dan jika kabel USB terhubung dengan baik seperti terlihat pada gambar 33.



Gambar 32. Kabel USB tidak terhubung dengan baik



Gambar 33. Kabel USB terhubung dengan baik

b. *Troubleshooting Setting* Waktu

Setting ini berguna agar waktu yang ada di Raspberry sesuai dengan setandar waktu Indonesia. jika Raspberry tidak terkoneksi dengan *internet,* maka dimasukan intruksi seperti pada table 5 dan gambar 16. Jika sudah dimasukan intruksi tersebut belum sesuai maka di tambahkan intruksi *$ sudo reboot* lalu *enter.*

PENGGUNAAN ALAT

1. Alat dan Bahan

a. SQM-LU

Sebagai alat untuk mengukur tingkat kecerahan langitseperti yang ditunjukan pada gambar 34. Untuk di sambungkan ke Rasberry, Berikut detail sepesifikasi SQM-LU sebagai berikut.

Ukuran : 3,6 x 2,6 x 1,1 inc

Berat : 90 gram

Sumber titik : ~ 20 ° dan ~ 40 ° off-axis akan mendaftarkan 3.0 dan 5.0 magnitude.

Koneksi : USB

Gambar 34. SQM-LU

b. Raspberry Pi 3 model b+

Sebagai alat untuk memproses data SQM, seperti yang ditunjukan pada gambar 35. Selain itu versi ini sedam memiliki *built-in Wifi* (802.11n) sepesifikasinya adalah sebagai berikut.

CPU(*Central Processing Unit*) : 64-bit quad-core ARMv8 1.2GHz

RAM (*Random Access Memory*) : 1GB LPDDR2 (900 MHz)

Gambar 35. Raspberry Pi 3 model b+

c. Pengisian Catu Daya Raspberry

Sebagai pengisian daya seperti yang ditunjukan pada gambar 36. Mempunyai spesifikasi sebagai berikut.

Input : 100-240V AC~ 0.3A 50/60 Hz

Output : 5V DC – 3A

Gambar 36. Pengisian Catu Daya Raspberry

d. Monitor

Merupakan layar tampilan dari Raspberry seperi yang ditunjukan pada gambar 37.

Gambar 37. Monitor

e. Kabel HDMI

Sebagai penghubung antara *input* dan *output* Monitor dan Rasberry seperti yang ditunjukan pada gambar 38.

Gambar 38. Kabel HDMI

f. Kabel LAN *cross*

Sebagai penghubung antar Raspberry dan switch hub seperti yang ditunjukan pada gambar 39.

Gambar 39. Kabel LAN *cross*

g. Switching hub

Sebagai media penghubung Rapberry dalam pengiriman jaringan internet. Seperti yang ditunjukan pada gambar 40.

Gambar 40. Switching hub

2. Prosedur pengambilan data

Langkah Prosedur pengambilan data seperti yang ditunjukan pada gambar 40. untuk bagian – bagian yang ditunjukan adalah sebagai berikut :

a. Kabel USB dihubungkan dengan SQM dan Raspberry.

b. Kabel pengisian daya dihubungkan pada Raspberry.

c. Kabel HDMI dihubungkan dengan Raspberry dan Monitor.

h. Kabel LAN *cross* dihubungkan dengan Raspberry dan *Switching hub*.

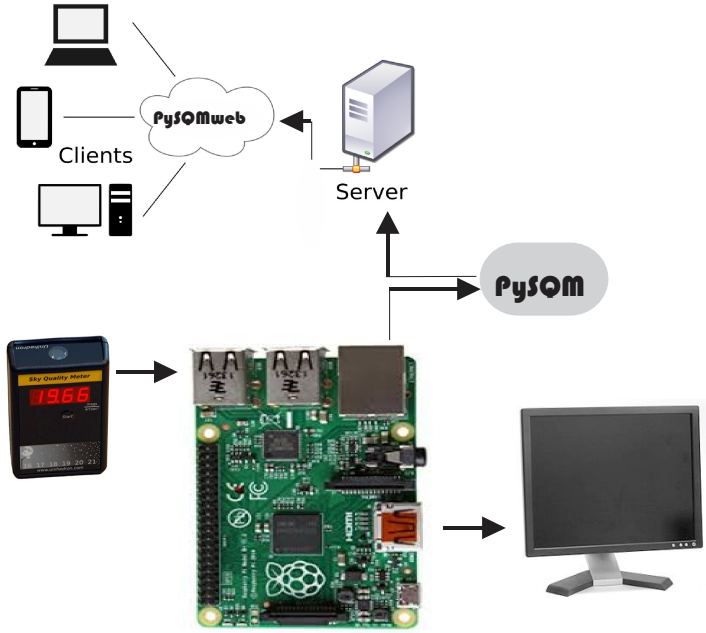
i. Setting lokasi dan titik koordinat klik *folder* PySQM, selanjutnya klik *file* *Config.py* sesuai pada gambar 41. Masukan intruksi sesuai pada table 3 lalu *save*.

d. Program PySQM dijalankan sesuai pada table 6.

e. Koneksikan Raspberry ke internet.

f. Program PySQMweb dijalankan sesuai pada table 8.

g. Data yang didapat dari SQM otomatis tersimpan pada memori Raspberry, dan dapat di akses melalui internet.



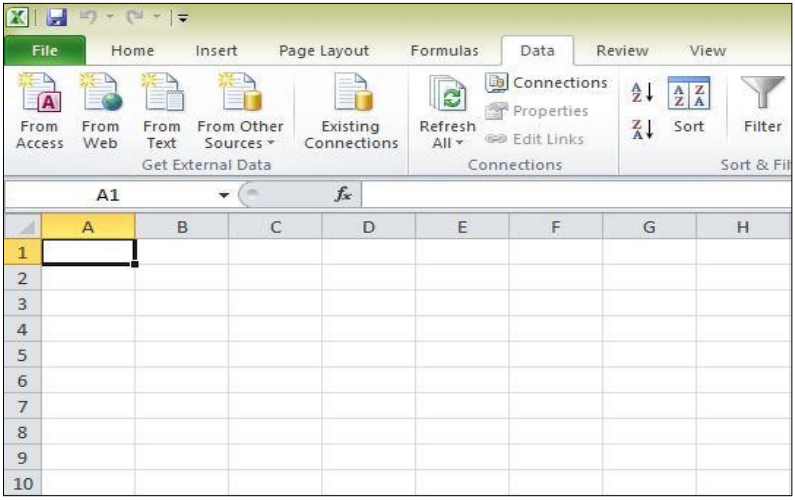
Gambar 41. Proses pengambilan data

ANALISIS DATA

1. Penentuan awal waktu Salat Subuh dan Isya dengan *moving average*

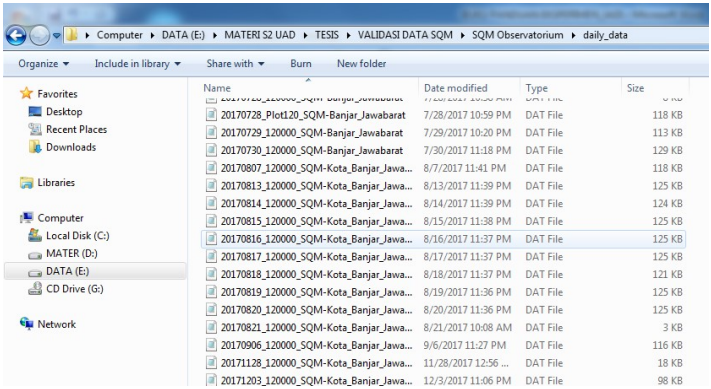
Data yang telah didapat oleh SQM tersimpan dalam *file* dengan format dat. dan fotografik. Untuk menganalis format dat. bias menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Langkah – langkah adalah sebagai berikut :

a. Buka aplikasi *Microsoft Excel.* Pilih menu *Data* kemudian klik *From Text* seperti yang ditunjukan pada gambar 42.



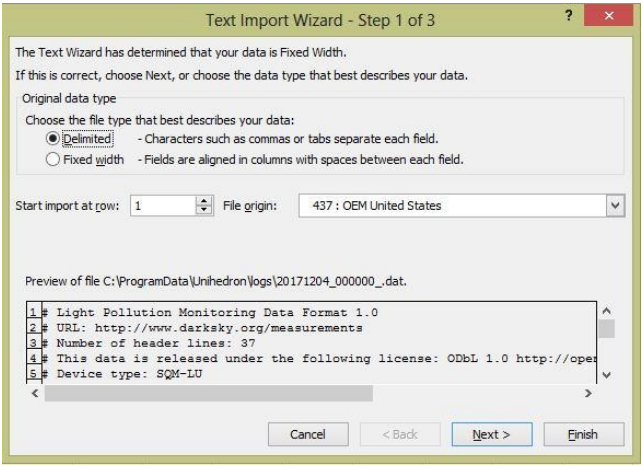
Gambar 42. Tampilan *Microsoft Excel*

b. Buka ope pada *Excel* pilih folder daily_data seperti yang ditunjukan pada gambar 43.



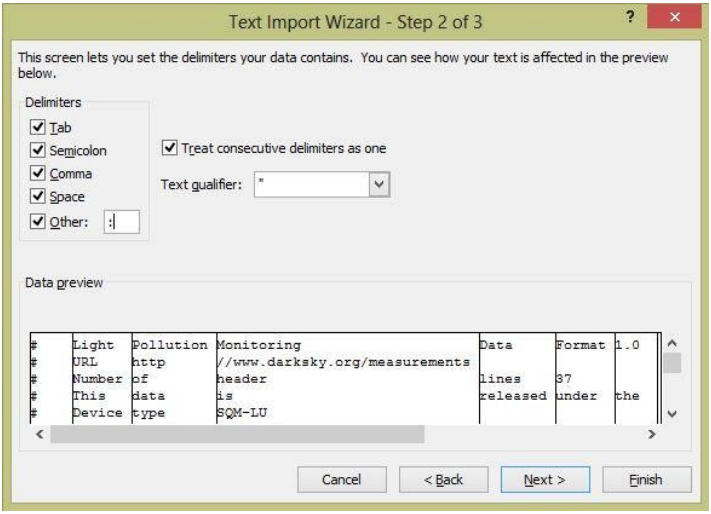
Gambar 43. Hasil data SQM

c. Kemudian piih *Delimited* dan *Next* untuk melanjutkan seperti yang ditunjukan pada gambar 44.



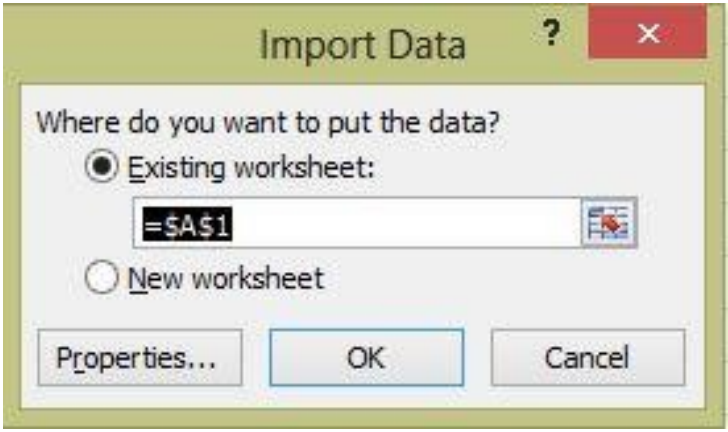
Gambar 44. Pilih *Delimited*

d. Isi centangan semua kotak yang ada, di kotak *Other* isi dengan titik dua (:) kemudian klik *Finish* seperti pada gambar 45.



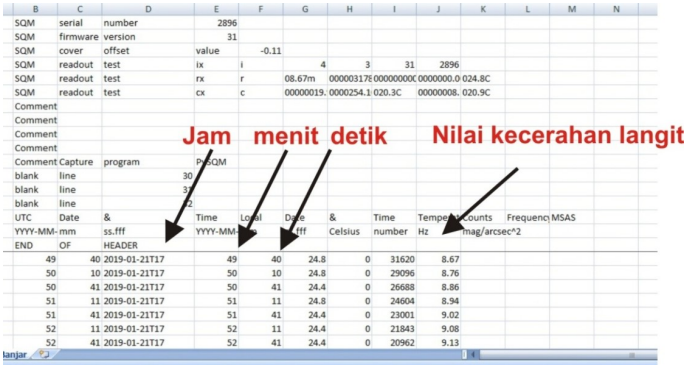
Gambar 45. Proses pembacaan data SQM

e. Pilih lembar kerja untuk data ditampilkan kemudian klik *OK* seperti pr ada gambar 46.



Gambar 46. Tentukan lembar kerja untuk data ditampilkan

f. Hasil pembacaan pada *Microsoft Excel* seperti pada gambar 47.



Gambar 47. Hasil pembacaan pada *Microsoft Excel*

g. Waktu yang dihasilkan dari SQM berupa format jam, menit, detik. Ubah format waktu dalam SQM menjadi jam decimal mengunakan persamaan (9) seperti pada gambar 48.

$$jam + \frac{\left| menit + \left(\frac{\det ik}{60} \right) \right|}{60}$$

Jam decimal = (9)

	A	B	C	D	E	F
1	Lokasi : Banjar					
2	Isya 07 Juni 2018 -Subuh 08 juni 2018					
3	JAM dan Tanggal	Tanggal	jam	menit	detik	JAM DESIMAL
4						
5	2018-06-07T16	6/7/2018	16	57	14	16.95388889
6	2018-06-07T16	6/7/2018	16	57	44	16.96222222
7	2018-06-07T16	6/7/2018	16	58	15	16.97083333
8	2018-06-07T16	6/7/2018	16	58	45	16.97916667
9	2018-06-07T16	6/7/2018	16	59	15	16.9875
10	2018-06-07T16	6/7/2018	16	59	45	16.99583333
11	2018-06-07T17	6/7/2018	17	0	15	17.00416667
12	2018-06-07T17	6/7/2018	17	0	45	17.0125
13	2018-06-07T17	6/7/2018	17	1	15	17.02083333
14	2018-06-07T17	6/7/2018	17	1	45	17.02916667
15	2018-06-07T17	6/7/2018	17	2	15	17.0375
16	2018-06-07T17	6/7/2018	17	2	45	17.04583333

Gambar 48. Tampilan data kecerahan langit

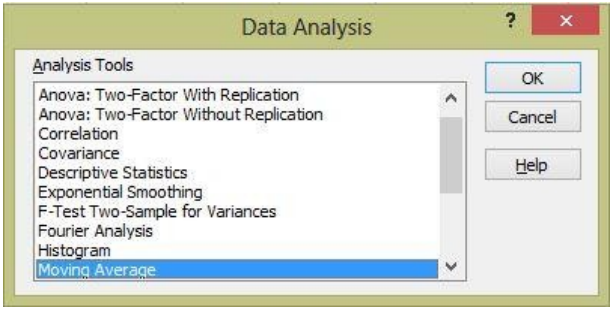
h. Data kecerahan langit kedua dikurangi dengan data kecerahan langit pertama sehingga diperoleh selisih antara keduanya seperti terlihat seperti pada gambar 49.

	B	C	D	E	F	G	H
1	Lokasi : Banjar						
2	Isya 07 Juni 2018 -Subuh 08 juni 2018						
3	Tanggal	jam	menit	detik	JAM DESIMAL	Kecerahan langit	Selisih
4						mag/arcsec^2	mag/arcsec^2
35	6/7/2018	17	12	15	17.204167	0	0
36	6/7/2018	17	12	45	17.2125	0	0
37	6/7/2018	17	13	15	17.220833	5.93	5.93
38	6/7/2018	17	13	45	17.229167	6.01	0.08
39	6/7/2018	17	14	15	17.2375	6.08	0.07
40	6/7/2018	17	14	46	17.246111	6.13	0.05
41	6/7/2018	17	15	16	17.254444	6.17	0.04
42	6/7/2018	17	15	46	17.262778	6.19	0.02
43	6/7/2018	17	16	16	17.271111	6.2	0.01
44	6/7/2018	17	16	46	17.279444	6.2	0

Gambar 49. Tampilan selisih data kecerahan langit

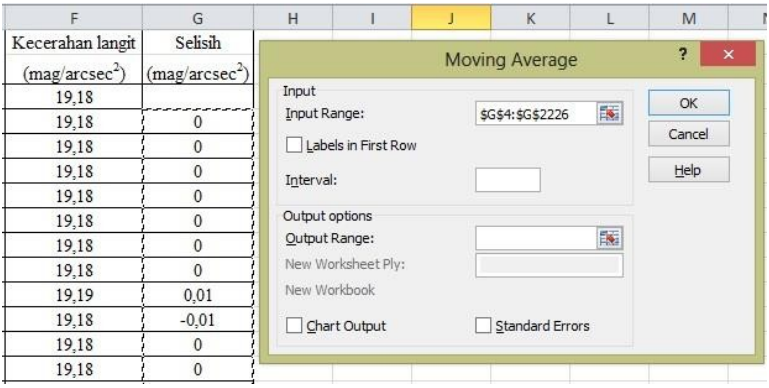
i. Pilih menu *Data* dalam *Microsoft Excel* kemudian klik *Data Analysis*.

j. Pilih *Moving Average* kemudian klik *OK* seperti pada gambar 50.



Gambar 50. Tampilan data analisis

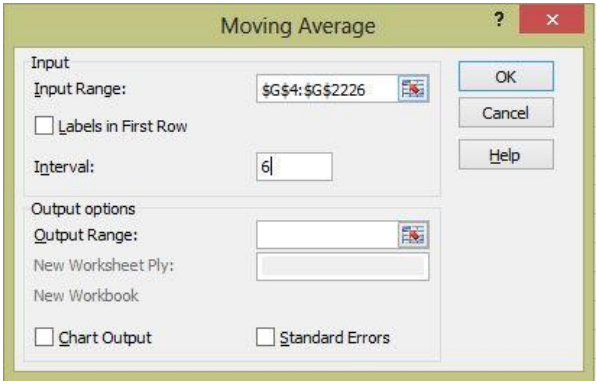
k. Pilih data dari selisih untuk dianalisis menggunakan *moving average* seperti pada gambar 51.



F	G
Kecerahan langit (mag/arcsec^2)	Selisih (mag/arcsec^2)
19,18	
19,18	0
19,18	0
19,18	0
19,18	0
19,18	0
19,18	0
19,18	0
19,19	0,01
19,18	-0,01
19,18	0
19,18	0

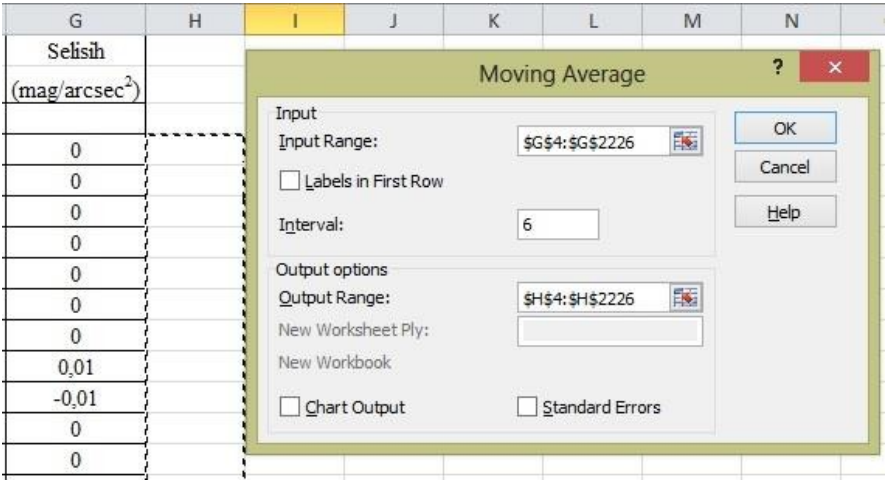
Gambar 51. Data dari selisih untuk dianalisis dengan *moving average*

l. Tentukan interval untuk *moving average.* Pada penelitian ini nilai interval yang digunakan adalah 6 seperti pada gambar 52.



Gambar 52. Tentukan interval untuk *moving average*

m. Tentukan dimana hasil dari *moving average* akan ditampilkan kemudian klik *OK* seperti pada gambar 51.



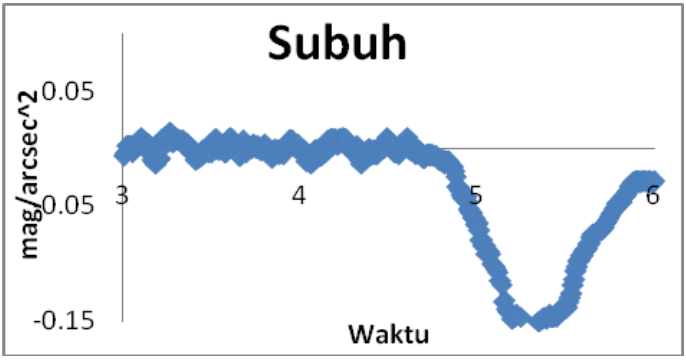
Gambar 53. Tentukan hasil dari *moving average* akan ditampilkan

n. Hasil *moving average* dari data selisih seperti pada gambar 52.

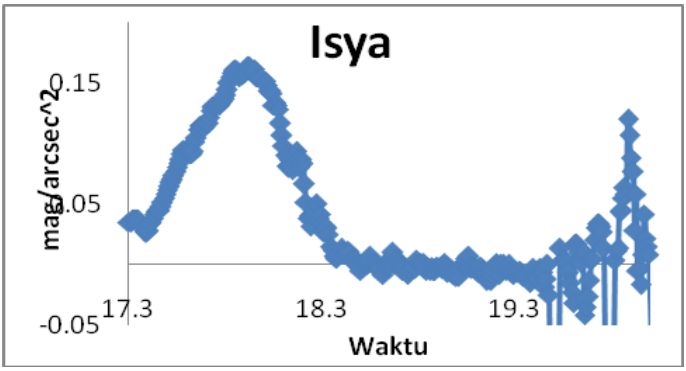
3	Tanggal	jam	menit	detik	JAM DESIMAL	Kecerahan langit	Selisih	Moving Average
4						mag/arcsec^2	mag/arcsec^2	mag/arcsec^2
29	6/7/2018	17	9	15	17.154167	0	0	0
30	6/7/2018	17	9	45	17.1625	0	0	0
31	6/7/2018	17	10	15	17.170833	0	0	0
32	6/7/2018	17	10	45	17.179167	0	0	0
33	6/7/2018	17	11	15	17.1875	0	0	0
34	6/7/2018	17	11	45	17.195833	0	0	0
35	6/7/2018	17	12	15	17.204167	0	0	0
36	6/7/2018	17	12	45	17.2125	0	0	0
37	6/7/2018	17	13	15	17.220833	5.93	5.93	0.988333333
38	6/7/2018	17	13	45	17.229167	6.01	0.08	1.001666667

Gambar 54. Hasil dari *moving average*

o. Buat grafik antara nilai *moving average* dengan jam desimal seperti pada gambar 53 dan 54.



Gambar 55. Grafik antara nilai *moving average* dengan jam decimal pada waktu subuh



Gambar 56. Grafik antara nilai *moving average* dengan jam decimal pada waktu isya

p. Cari nilai nol terakhir pada *moving average* seperti pada gambar 55.

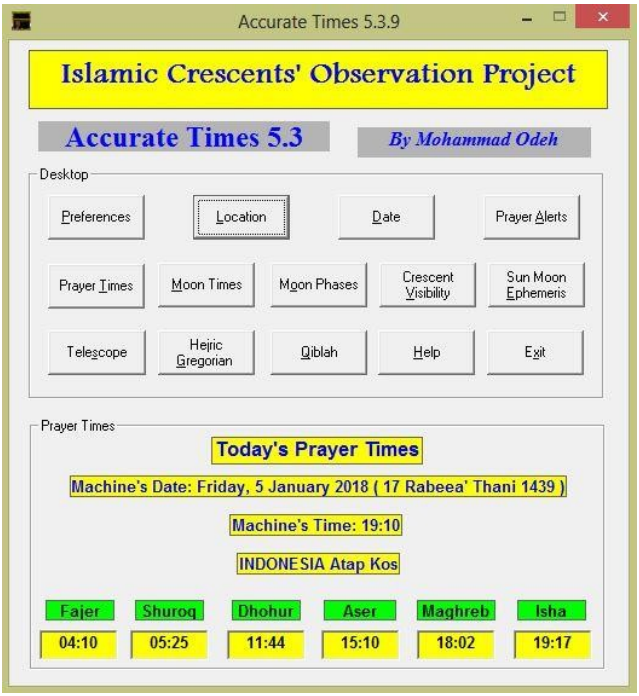
3 4	Tanggal	jam	menit	detik	JAM DESIMAL	Kecerahan langit mag/arcsec^2	Selisih mag/arcsec^2	Moving Average mag/arcsec^2
356	6/7/2018	19	52	55	19.881944	20.69	-0.01	0
357	6/7/2018	19	53	25	19.890278	20.69	0	0
358	6/7/2018	19	53	55	19.898611	20.69	0	0
359	6/7/2018	19	54	25	19.906944	20.69	0	0
360	6/7/2018	19	54	55	19.915278	20.7	0.01	0.001666667
361	6/7/2018	19	55	25	19.923611	20.69	-0.01	-0.001666667

Gambar 57. Nilai nol terakhir pada *moving average*

q. Waktu pada saat nol terakhir adalah awal waktu salat Subuh dan isya berdasarkan pengukuran ($t_{terukur}$)

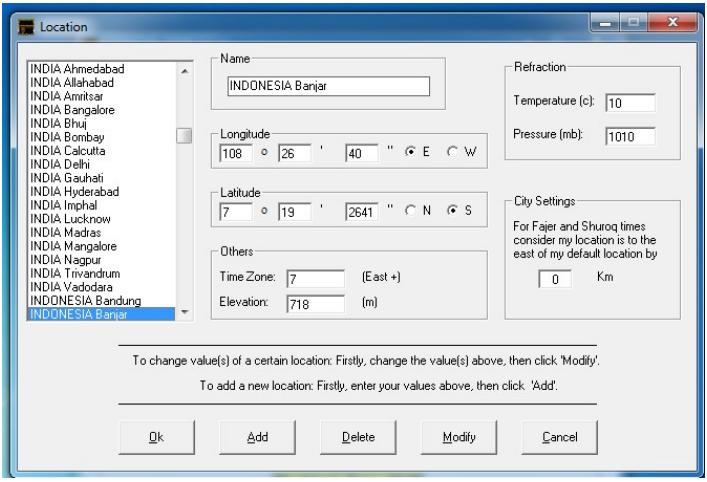
2. Penentuan awal waktu salat Subuh dan Isya dengan *Accurate Times*

a. Buka *Accurate Times* seperti pada gambar 56.



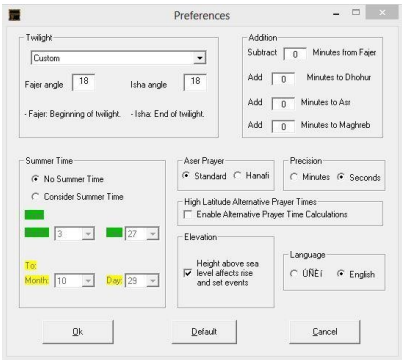
Gambar 58. Tampilan *Accurate Times*

b. Pilih menu *Location* lalu tentukan lokasi Banjar atau Bantul kemudian klik *OK*. Jika lokasi yang akan diamati tidak ada didaftar lokasi, tambahkan lokasi baru dengan memasukkan koordinat lokasi yang ingin diamati kemudian klik *Add* seperti pada gambar 57.



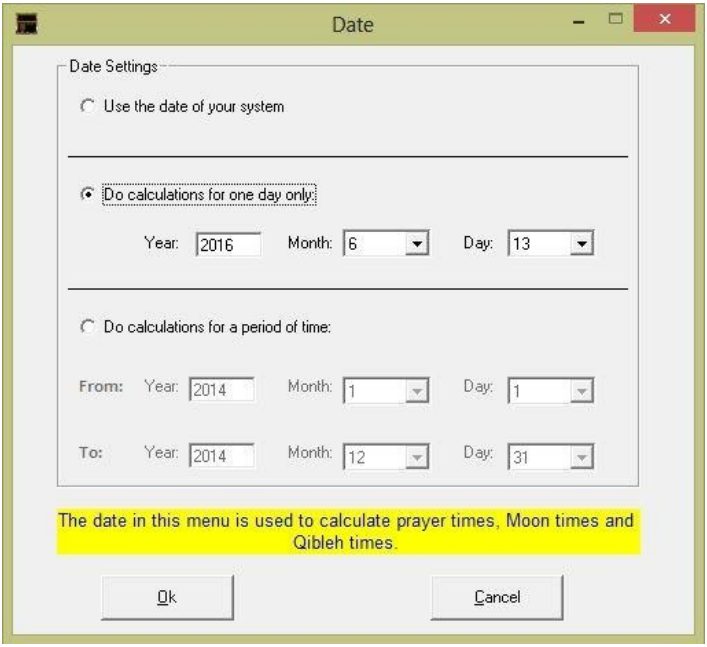
Gambar 59. Tampilan dari *Location*

c. Pilih menu *Preference* untuk menentukan ketinggian Matahari. Pada *Twilight* pilih *Costum* kemudian isi *Fajer angle* dengan ketinggian Matahari yang diinginkan untuk menentukan waktu Subuh atau Isya. Ketinggian yang dimaksudkan adalah ketinggian dibawah horizon. Pada *Precision* pilih *Seconds* kemudian klik *OK* seperti pada gambar 58.



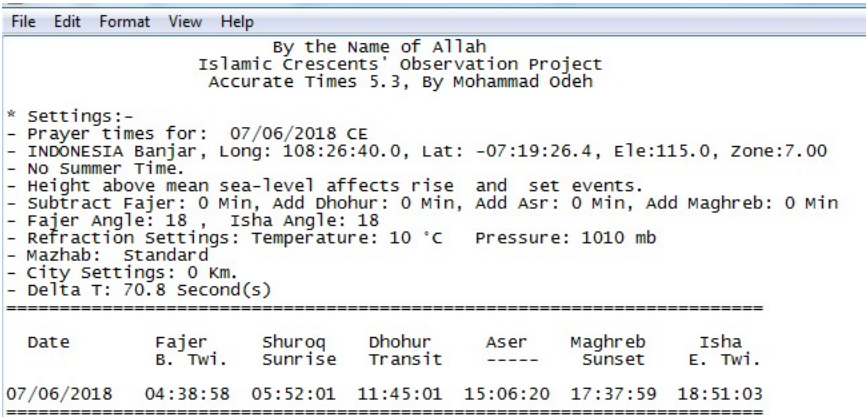
Gambar 60. Tampilan dari *Preference*

d. Pilih menu *Date* untuk menentukan tanggal yang diinginkan. pilih Use the date of your system jika ingin menyesuaikan dengan tanggal yang ada di system anda. Pilih *Do calculation for one day only* lalu isi tanggal yang ingin dicari waktu salatnya kemudian klik OK seperti pada gambar 59.



Gambar 61. Tampilan dari *Date*

e. Pilih menu *Prayer times* untuk melihat waktu salat Subuh dan Isya dari tanggal tersebut seperti pada gambar 60. Waktu salat Subuh dan Isya yang diperoleh dari *Accurate Times* adalah waktu salat Subuh dan Isya berdasarkan perhitungan (t_{hitung}).



```
File  Edit  Format  View  Help
                    By the Name of Allah
              Islamic Crescents' Observation Project
               Accurate Times 5.3, By Mohammad Odeh

* Settings:-
- Prayer times for:  07/06/2018 CE
- INDONESIA Banjar, Long: 108:26:40.0, Lat: -07:19:26.4, Ele:115.0, Zone:7.00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise  and  set events.
- Subtract Fajer: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0 Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajer Angle: 18 ,  Isha Angle: 18
- Refraction Settings: Temperature: 10 °C   Pressure: 1010 mb
- Mazhab:  Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 70.8 Second(s)
=======================================================================

  Date        Fajer     Shuroq    Dhohur     Aser    Maghreb     Isha
              B. Twi.   Sunrise   Transit    -----    Sunset    E. Twi.

07/06/2018   04:38:58  05:52:01  11:45:01  15:06:20  17:37:59  18:51:03
=======================================================================
```

Gambar 62. Tampilan waktu salat Subuh dan Isya dari *Accurate Times*

3. Perbandingan selisih awal waktu salat Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul

Sebelum mencari selisih, t_{hitung} harus diubah menjadi jam desimal dengan menggunakan rumus (2). Selisih awal waktu salat Subuh diperoleh dengan rumus (10).

$$\Delta t = \left| t_{terhitung} - t_{terukur} \right| \tag{10}$$

Selisih yang diperoleh masih dalam format jam desimal. Format jam desimal kemudian diubah menjadi menit desimal untuk memudahkan dalam memahami selisihnya. Mengubah jam desimal menjadi menit desimal dengan menggunakan rumus (11) seperti pada gambar 61 dan 62.

menit desimal = jam desimal x 60 (11)

13	Tanggal	Banjar			Bantul		
14		Isya			Isya		
15		Accurate Times	SQM	Selisih (menit)	Accurate Times	SQM	Selisih (menit)
16		*t terhitung*	*t ukur*		*t terhitung*	*t ukur*	
17	7 Juni 2018	18.85	19.356389	30.33	18.71	19.127222	25.13

Gambar 63. Menghitung selisih awal waktu salat Isya di Banjar dan Bantul

2	Tanggal	Banjar			Bantul		
3		Subuh			Subuh		
4		Accurate Times	SQM	Selisih (menit)	Accurate Times	SQM	Selisih (menit)
5		*t terhitung*	*t ukur*		*t terhitung*	*t ukur*	
6	8 Juni 2018	4.65	4.9238889	16.27	4.54	5.044	30.47

Gambar 64. Menghitung selisih awal waktu salat Subuh di Banjar dan Bantul

Perbandingan dari gambar 61 dapat diketahui bahwa waktu Isya berdasarkan perhitungan dan pengukuran untuk tanggal 7 Juni 2018 memiliki selisih sebesar 30 menit untuk lokasi Banjar dan 25 menit lokasi Bantul. Dari gambar 62 berdasarkan perhitungan dan pengukuran untuk tanggal 8 Juni 2018 diketahui bahwa perbandingan waktu Subuh memiliki selisih sebesar 16 menit untuk lokasi Banjar dan 30 menit lokasi Bantul.

4. Perbandingan selisih Ketinggian Matahari (Derajat) salat Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul

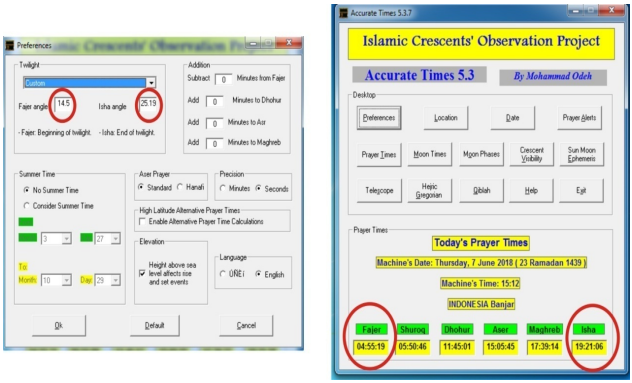
a. Untuk menentukan perbandingan selisih ketinggian matahari menggunakan software *Accurate Times. Setting* data untuk menentukan tanggal yang diinginkan seperti

pada gambar 59. Dan hasil data $t_{terukur}$ waktu salat isya dan subuh pada tangal 7 – 8 juni 2018 seperti pada gambar 63.

Ketinggian Matahari (Derajat)											
No	Tanggal	Isya				No	Tanggal	Subuh			
		Banjar		Bantul				Banjar		Bantul	
		waktu terukur	derajat	waktu terukur	derajat			waktu terukur	derajat	waktu terukur	derajat
1	7 Juni 2018	19.21		19.07		1	8 Juni 2018	4.55		5.02	

Gambar 65. Hasil data $t_{terukur}$

b. Kemudian pilih menu *Preference.* edit nilai derajat waktu Subuh pada kolom *Fajer angle* masukan nilai 14.5 dan waktu Isya pada kolom *Isha angle* masukan nilai 25 menentukan selisih ketinggian matahari. kemudian klik *OK* seperti pada gambar 64.



Gambar 66. Tampilan edit selisih ketinggian Matahari

c. Dari hasil pembandingan selisih ketinggian matahari dapat di peroleh seperti pada gambar 65.

Ketinggian Matahari (Derajat)											
No	Tanggal	Isya				No	Tanggal	Subuh			
		Banjar		Bantul				Banjar		Bantul	
		waktu terukur	derajat	waktu terukur	derajat			waktu terukur	derajat	waktu terukur	derajat
1	7 Juni 2018	19.21	25	19.07	23.7	1	8 Juni 2018	4.55	14.5	5.02	11

Gambar 67. Perbandingan selisih keringgian matahari pada waktu Subuh dan Isya di lokasi Banjar dan Bantul

Perbandingan dari gambar 62 dapat diketahui bahwa selisih ketinggian matahari waktu Isya berdasarkan pengukuran *Accurate Times* untuk tanggal 7 Juni 2018 memiliki selisih sebesar 25 derajat untuk lokasi Banjar dan 23.7 derajat lokasi Bantul. Untuk tanggal 8 Juni 2018 diketahui bahwa perbandingan ketinggian matahari pada waktu Subuh memiliki selisih sebesar 14.5 derajat untuk lokasi Banjar dan 11 derajat lokasi Bantul.

DAFTAR PUSTAKA

Amaral, L., Hessel, F., Bezerra, E. C., Longhi, O., & Dias, T. (2011). eCloudRFID-a Mobile Software framework for Pervasive RFID-Based Application. *Journal of Network and Computer Application, vol 34(3)1* , 972-979.

Arun, R., A., Naveedha, R., Niranjanadevi, R., & Roobini, V. (2016). An Internet Of Things (IOT) Based Security Alert System Using Raspberry Pi. *Asia Pacific International Journal Of Engineering Science.*

Budioko, T. (2016). Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol MQTT. *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI).*

Butar-Butar, A. J. (2016). *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan.* Purwokerto: UM Purwokerto Press.

Chui, M., Manyika, J., Bughin, J., Roberts, R., Danielson, J., & Gupta, S. (2014). *Ten IT-Enabled Business Trends for Deacade Ahead.* McKinsey Global Institute.

Goyal, S. (2013). How to Write User Manuals, User Guides, Installation Guides, Online Helps, Intstructional Manuals and Report for

Increasing Profitability of Enterprises. *Journal of Comparative Literature and Culture (JCLC),* 169-171.

Gozali, R. M. (2006). Design Alat Deteksi Gangguan Kerusakan pada Kondisi IC CMOS Logic Berbasis Komputer Memakai Software Delphi 5.0. *FASILKOM Vol. 4,* 64-77.

Herdiwijaya, D. (2016). *Makalah Narasumber Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih Muhammadiyah.* Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.

Herdiwijaya, D. (2016). Sky Brightness and Twilight Measurements at Yogyakarta City, Indonesia. *Journal of Physics Conference Series.*

Herdiwijaya, D., & Arumaningtyas, E. P. (2011). Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi Menggunakan Sky Quality Meter. *Prosidings Seminar Himpunan Astronomi Indonesia,* 6-8.

Hidaki, S. (2013). Research on Light Pollution by Using a Sky Quality Meter. *Young Scientific Journal,* 23-24..

Ismail. (2015). Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak. *Jurnal Ilmiah Islam Futura,* 73-92.

Kamshory, & Syafii. (2014). Simulator Posisi Matahari dan Bulan Berbasis Web dengan WebGL. *Jurnal Nasional Teknik Elektro,* 183-189.

Mardapi, D. (2012). *Pengukuran Penilaian Evaluasi Pendidikan.* Yogyakarta: Nuha Medika.

Marvin, A., & Widiyanto, P., E. Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Raspberry Pi. *Jurnal eprints.*

Mughits, A. (2014). Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia. *Jurnal Ilmu Syariah dan Hukum*, 467-487.

Niri, M. A., Zainuddin, M. Z., Man, S., Nawawi, M. S., Wahab, R. A., Ismail, K., et al. (2012). Astronomical Determinations for the Beginning Prayer Time of Isha'. *Middle-East Journal of Scientific Research 12*, 101-107.

Niveas, M., & Zamorano, J. (2014). PySQM the UCM opensource software toread, plot and store data from SQM photometers. *Grupo de Astrofísica Extragalácticae Instrumentación Astronómica.*

Nor, S. A., & Zainuddin, M. Z. (2012). Sky Brightness for Determination of Fajr and Isha Prayer by Using Sky Quality Meter. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 1-3.

Pramudya, Y., & Arkanuddin, M. (2016). The Sky Brightness Measurement During the 2016. *Journal of Physics: Conference Series 771*, 1-4.

Pun, C. S., So, C. W., & Wong, C. F. (2012). The Night Sky Monitoring Network in Hong Kong. *Highlights of Astronomy, 16*.

Raihana, A., Norihan, K., & Hazwan, M. M. (2016). Issues of Determination of Accurate Fajr dan Dhuha Prayer Times According to Fiqh and Astronomical Perspectives in Malaysia: A Bibliography Study. *Confernce Proceedings, Bali Indonesia*, 675-680.

Raisal, Y. A., Pramudya, Y., Arkanuddin, M., Okimustava. (2016). The moon phases influence on the beginning of astronomical dawn determination in Yogyakarta. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series. Vol 2, No 1.1-7.*

Rajkhova, R. (2014). Light Pollution and Impact of Light Pollution. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 861-867.

Romadon. (2015). *Tesis: Verifikasi Hisab Awal Salat Magrib, Isya Dan Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Dan Aplikasinya Pada Mata Kuliah Astronomi.* Yogyakarta: Magister PFIS Universitas Ahmad Dahlan.

Saksono, T. (2017). *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya.* Jakarta : UHAMKA Press. 11- 32

Tambusai, A. (2007). Koleksi Rujukan di Perpustakaan. *RAGAM,* 41-48.

Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2009). *Pedoman Hisab Muhammadiyah.* Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.

Tipler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2.* Jakarta: Erlangga.

Unihedron. (2011). *SQM-LU Operator's Manual.* http://unihedron.com.

Yoga, D. P., Aminudin, A., & Umat, A., J. (2015). Rancang Bangun Kontrol Posisi Sky Quality Maeter (SQM) Berbasis Pemograman Visual. *Jurnal Online Fisika.*

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

ISBN 978-602-451-624-6