

KORELASI PENGUKURAN TINGKAT KECERAHAN LANGIT DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA SMARTPHONE DAN SKY QUALITY METER BERBANTUAN TRACKER

RUSLIN ZAINAL BADDIUN, YUDHIAKTO PRAMUDYA*, OKIMUSTAVA

*Magister Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Pramuka No.42 Pandeyan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55161, Telp. 0274-563515*

**email : yudhiakto.pramudya@pfis.uad.ac.id*

Abstrak. Pengukuran kecerahan langit memiliki daya tarik yang sangat besar bagi astronom pemula. Berbagai metode dan cara digunakan dalam menentukan tingkat kecerahan langit. Langit yang gelap dengan benda-benda langit yang jelas terlihat merupakan kondisi langit yang cerah. Penelitian ini dilakukan di Yogyakarta selama 8 malam, pada malam Bulan tidak tampak di ufuk. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan SQM (*Sky Quality Meter*) dan kamera *Smartphone* berbantuan *Software Tracker*. Dalam penelitian ini, penggunaan SQM (*Sky Quality Meter*) merupakan perbandingan dari data yang dihasilkan oleh gambar dari *Smartphone* yang ekstrak dengan menggunakan *Software Tracker*. Data kedua alat ukur tersebut berbeda, hal ini dapat dilihat dari perbedaan hasil keluaran data yang dihasilkan, pada SQM (*sky Quality Meter*) memiliki data keluaran berupa MPSAS (mag/arcsec^2) sedangkan pada *Software Tracker*, data keluaran berupa *luminance* (cd/m^2). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan langit yang ditunjukkan berdasarkan data SQM adalah tingkat gelapnya malam, sedangkan pada kamera *Smartphone* berbantuan *Software Tracker* menghasilkan nilai *Luminance* (cd/m^2) menunjukkan tingkat pencahayaan yang ada pada wilayah yang diamati.

Kata kunci: Kecerahan Langit, Luminance, SQM (*Sky Quality Meter*), *Software Tracker*, *Smartphone*

Abstract. Measurement of the brightness of the sky has a very large attraction, especially for new astronomers. Various methods used to determining the level of brightness of the sky, a dark sky with a variety of stars and other celestial objects that are clearly visible is a clear sky. This research was conducted in Yogyakarta for 8 nights. The nights are moonless night. Data collection was carried out using SQM (*Sky Quality Meter*) and a *Smartphone* camera assisted by *Software Tracker*. In this study, the use of SQM (*Sky Quality Meter*) is a comparison of the data generated by images from smartphones extracted by using *Software Tracker*. Data generated from the two measuring devices are different. This can be seen from the difference in the results of the output data generated, the SQM (*sky Quality Meter*) has output data in the form of mag/arcsec^2 and in *Software Tracker*. The output data is in the form of *luminance* with units of cd/m^2 . Based on the results of the study showed that the brightness of the sky shown based on SQM data is the level of darkness of the night, and the data based on the value of *luminance* (cd/m^2) shows the level of light at night on that area.

Keywords: Sky Brightness, luminance, SQM (*Sky Quality Meter*), *Software Tracker*, *Smartphone*

1. Pendahuluan

Polusi cahaya merupakan faktor terbesar dalam pengukuran kecerahan langit. Bagi peneliti astronom pemula dalam melakukan pengamatan benda langit, kecerahan langit merupakan dasar utama dalam pengamatan benda langit [1],[2], dalam pengamatan, polusi cahaya menjadi penyebab utama kurangnya kecerahan langit [3], benda-benda langit yang nampak merupakan tanda dari kecerahan langit, dengan kata lain terbebas dari pengaruh luminasi dari cahaya buatan (polusi cahaya) [4],[5].

Pencahayaan buatan manusia, aurora, bulan dan bintang merupakan bagian dari pencahayaan yang menentukan kecerahan langit pada malam hari [6]. Matahari dapat mempengaruhi tingkat kecerahan langit pada malam hari adalah dengan sinarnya yang menjalar melalui atmosfer. Atmosfer memiliki peran lain dalam merefleksikan cahaya, misalnya cahaya buatan hasil dari aktivitas manusia yang dipantulkan atmosfer [7]. Kecerahan langit pada malam hari dengan nilai kelembaban dan suhu bergantung pada waktu, dengan kelembaban memiliki fungsi penting terhadap kecerahan langit malam. Oleh karena itu, perubahan kualitas langit akan seiring dengan perubahan kelembaban [8].

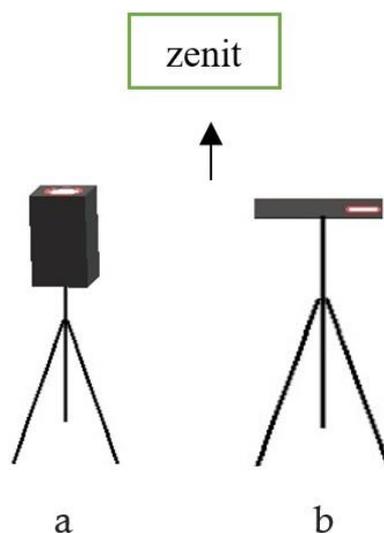
Pengukuran kecerahan langit yang dilakukan oleh peneliti astronomi dilakukan dengan menggunakan peralatan sederhana *Sky Quality Meter* (SQM). SQM merupakan alat buatan dari UNIHEDRON yang berukuran saku, SQM menunjukkan hasil dengan satuan MPSAS (mag/arcsec^2), yang perekamannya dapat dilakukan tiap waktu [9]. Perubahan kegelapan langit pada gerhana Matahari dapat diukur dengan SQM [10].

Belakangan ini peralatan kebutuhan manusia semakin maju, khususnya dalam bidang teknologi, informasi dan komunikasi, seperti *Smartphone*. Penggunaan *Smartphone* sangat mudah didapatkan dimanapun, *Smartphone* memiliki harga yang bervariasi. Penggunaanya pula ada di berbagai kalangan. *Smartphone* memiliki teknologi yang perkembangan di setiap generasinya sangat pesat, khususnya pada teknologi kamera dalam menghasilkan gambar yang berkualitas. Kamera *smartphone* memiliki dua jenis sensor yaitu CCD (*charge Couple Device*) dan CMOS (*Complementary Metal-oxide Semiconductor*). Sensor CCD bekerja dengan cara merubah *pixel* dan *matrix* dengan perpindahan *register*, dan masuk kedalam penyimpanan, sensor pada CMOS memiliki fungsi yang sama yaitu dengan kolom dan baris *matrix* yang menjadikan *pixel* akan terstruktur dan efisiensi dalam penyimpanan [11].

Kegunaan kamera *smartphone* adalah menangkap dan mengabadikan setiap momen yang ada setiap waktunya. Dalam bidang sains, gambar dapat digunakan sebagai bahan pengamatan dari sebuah penelitian. Gambar akan dianalisis dengan diekstrak dari tiap bagian gambarnya dan akan dianalisis dengan berbagai jenis analisis seperti analisis XYZ, HSV, LUV, RGB, *Hunter lab*, dan CIE [12],[13]. Dalam penelitian ini, gambar yang dihasilkan dengan menggunakan kamera *smartphone* ini akan diekstrak dan dianalisis dengan menggunakan *Software tracker* dan *Microsoft Excel*. Hasil analisis dibandingkan dan dihitung nilai *luminance* dan kecerahan langit yang tampak pada gambar yang diambil dengan menggunakan kamera *Smartphone*.

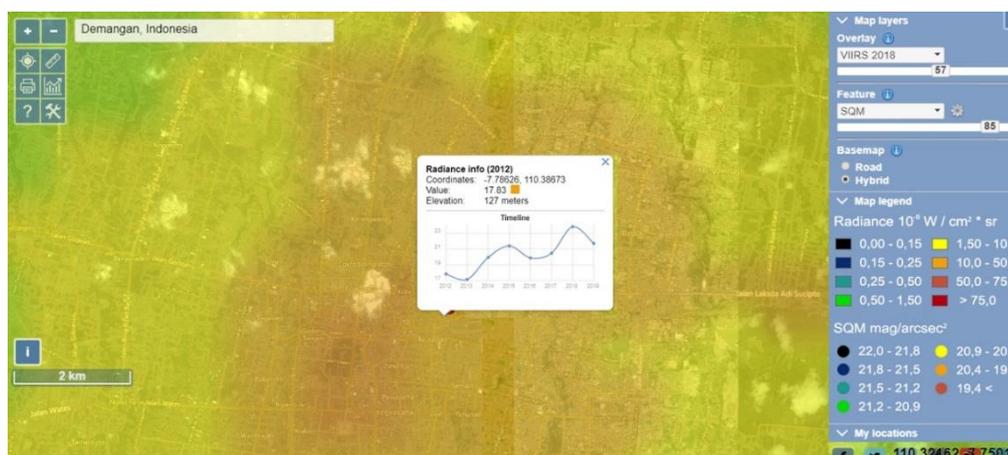
2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengukur kecerahan langit dengan menggunakan SQM LU-DL dan *Smartphone*, dengan kamera *Smartphone* dan sensor SQM LU-DL akan diarahkan ke zenit seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. a. Desain pemasangan alat SQM LU-DL b. *Smartphone*

Pengamatan dilakukan di wilayah Demangan, Kampung Sapen, D.I. Yogyakarta dengan titik kordinat, $7,78626^{\circ}$ Lintang Selatan dan $110,38673^{\circ}$ Bujur Timur, pada Desember 2018. Tingkat polusi cahaya di wilayah tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2 [14].

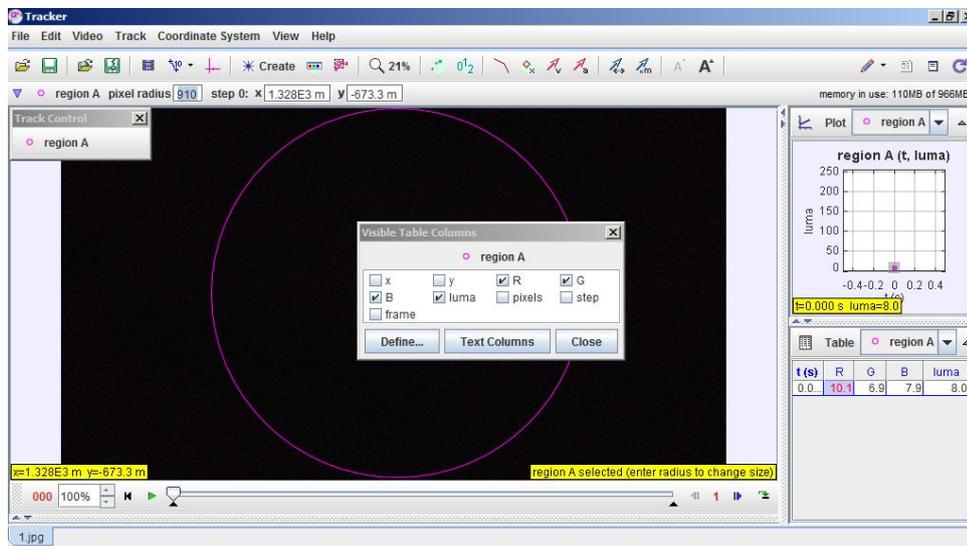


Gambar 2. *Light Polution Map* (sumber lightpollutionmap.info)

Pengukuran kecerahan menggunakan tipe SQM LU-DL dan menggunakan *Smartphone* dengan tipe *Samsung Galaxy J3-6*. Pengukuran dengan menggunakan SQM LU-DL dilakukan dengan bantuan *Software Unihedron Device manager* (UDM) dan pengukuran dengan menggunakan *smartphone* yaitu dengan bantuan *Software tracker*.

Perekaman data dengan menggunakan SQM LU-DL dilakukan dengan jarak waktu 1 menit untuk setiap data. Data *Smartphone* diambil dengan jarak waktu 15 menit. Perekaman data dilakukan pada fase Bulan Baru atau pada kondisi bulan tidak berada di ufuk. Perekaman dilakukan pada waktu pengukuran yang memiliki Tingkat Kecerahan Langit (TKL) stabil yaitu pada pukul 10.00 WIB sampai pukul 01.00 WIB.

Data yang didapatkan dari perekaman menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM) berbantuan *Software Unihedron Device manager* dan kamera *Smartphone* berbantuan *Software Tracker* akan dianalisis dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Dalam perekaman data dengan menggunakan kamera *Smartphone* terlebih dahulu akan diekstrak nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) dengan menggunakan *Software tracker* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Mengekstrak nilai RGB dari gambar yang di ambil dengan menggunakan *Smartphone*

Data RGB yang didapatkan dari gambar yang diekstrak dengan menggunakan *Software tracker*, selanjutnya akan dianalisis pada *Microsoft* untuk mendapatkan nilai *luminance* dengan menggunakan persamaan 1 [15].

$$V = 0,2125R + 0,7154G + 0,0721B \quad (1)$$

Luminance RGB (*V*) dihitung dengan menjumlahkan nilai cahaya merah (*R*), cahaya hijau (*G*), dan cahaya biru (*B*), yang dikalikan dengan kode yang sesuai dari warna tersebut. Data *Luminance* RGB dari persamaan 1 selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai *Luminance* area gambar dengan menggunakan persamaan 2 [15].

$$L = \frac{V^{2,4}}{2901,978E_v} \quad (2)$$

Nilai *Luminance* gambar (L) dihitung dengan membagi nilai *luminance* RGB dengan nilai *exposure* kamera (E_v). Nilai eksposur kamera dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 [15].

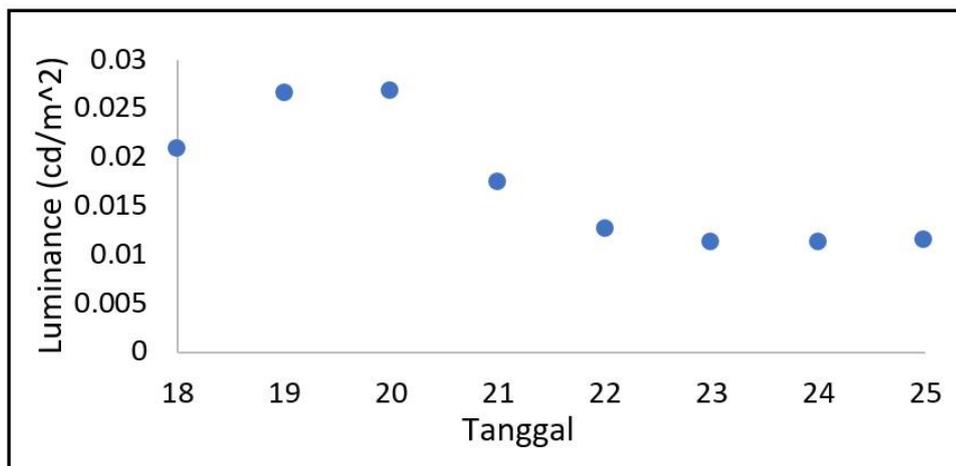
$$E_v = \frac{179\pi}{200} s \frac{T}{f^2} \tag{3}$$

Exposure kamera yang dihitung adalah besar fokus (f) yang digunakan, lamanya waktu rana/*aperture* dalam menangkap gambar (I), dan besarnya ISO (s) kamera yang digunakan. Nilai *Luminance* (L) pada persamaan 2 digunakan untuk menentukan konversi kecerahan langit dengan disubsitusikan kedalam persamaan 4 [16].

$$M = -2,5 \log_{10}(9,25 \times 10^{-6} L) \tag{4}$$

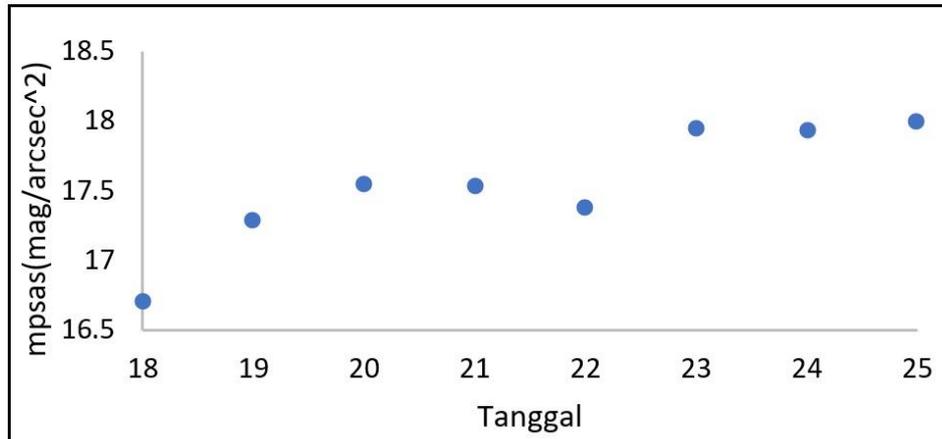
3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran kecerahan langit dengan menggunakan *smartphone*, dengan mengekstrak data gambar menggunakan *Software tracker* dapat dilihat data *luminance* yang ditampilkan pada Gambar 4.



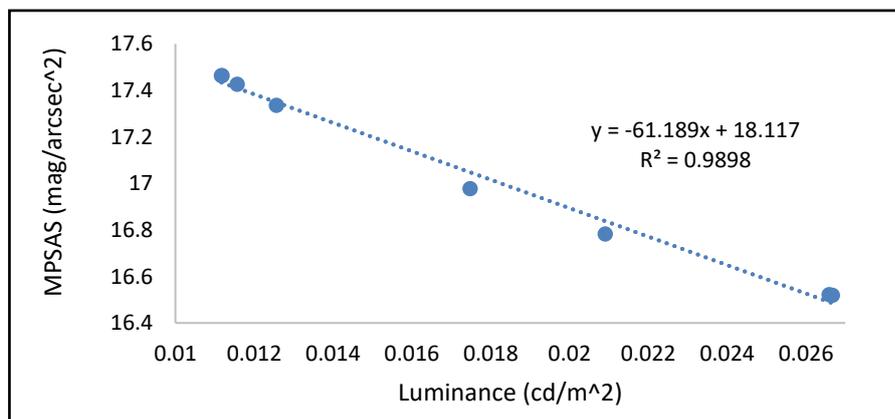
Gambar 4. Nilai Luminance yang di peroleh dari Software Tracker

Berdasarkan pada Gambar 4 dapat dilihat nilai *Luminance* dari langit berada pada rentan nilai 0,011 Cd/m² sampai dengan 0,026 Cd/m², hal ini terjadi akibat pencahayaan yang tidak teratur, pencahayaan yang berlebihan, dan aktivitas transportasi umum yang setiap saat lalu lalang. Tingkat Kecerahan Langit yang diukur dengan menggunakan SQM pada tanggal 18-25 Desember 2018 dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai kecerahan langit yang di ukur dengan menggunakan SQM menunjukkan rentan nilai dari 16,5 mag/arcsec² sampai dengan yang tertinggi 18,5 mag/arcsec². Hal ini merupakan salah satu nilai kecerahan langit yang tergolong rendah. Kondisi langit pada rentan nilai tersebut menunjukkan kondisi langit yang sedikit berawan dan kondisi langit yang berwarna dikarenakan pantulan dari cahaya yang berasal dari cahaya buatan.



Gambar 5. Nilai kecerahan langit yang di ukur dengan menggunakan SQM (*Sky Quality Meter*)

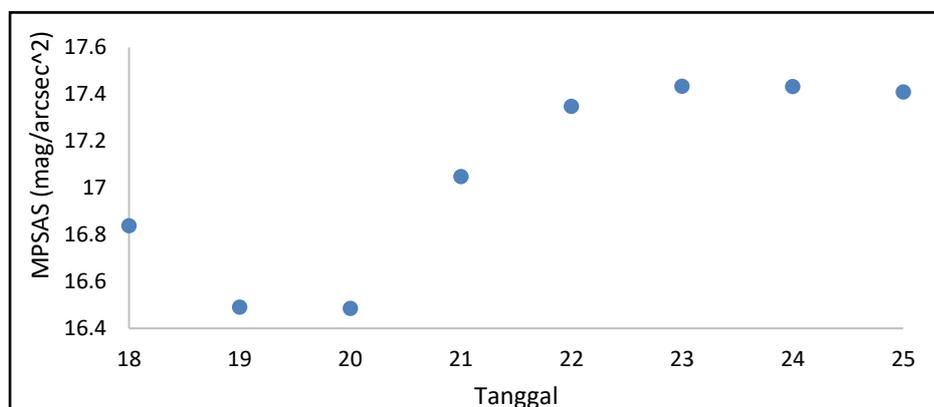
Nilai *luminance* yang dihasilkan dari perhitungan RGB gambar langit, dilakukan konversi satuan guna untuk melihat kecerahan langit di wilayah tersebut berdasarkan gambar yang diambil menggunakan *Smartphone*. Untuk dapat melakukan konversi, perlu dilakukan perhitungan konstanta pengkonversian. Persamaan yang mengandung konstanta pengkonversian dapat ditentukan dengan melakukan analisis regresi linear terhadap 2 variabel yaitu nilai *luminance* oleh kamera *Smartphone* dan tingkat kecerahan langit yang diukur oleh SQM. Analisis regresi linear dapat dilihat pada Gambar 6. Persamaan pengkonversian yaitu $y = -61,189x + 18,117$ dengan nilai $R^2 = 0,9898$ dengan x adalah nilai *luminance* dan y adalah tingkat kecerahan langit.



Gambar 6. Grafik hubungan antara MPSAS dan Luminance

Berdasarkan persamaan pengkonversian, nilai *luminance* dapat diubah ke dalam tingkat kecerahan langit seperti terlihat pada Gambar 7. Kondisi langit yang cerah nilai yang ditunjukkan oleh *luminance* akan kecil sedangkan nilai yang ditunjukkan MPSAS akan besar, begitu pula sebaliknya jika langit dalam kondisi tercemar atau

terkontaminasi (kondisi langit tidak cerah) akan menunjukkan nilai MPSAS yang kecil dan sebaliknya nilai *luminance* yang dihasilkan akan besar.



Gambar 7. Kecerahan langit yang di konversi dari nilai *luminance*

Pengukuran nilai kecerahan langit dengan menggunakan kamera *smartphone* berbantuan *software tracker* menunjukkan yang diukur adalah tingkat cahaya yang ditangkap oleh kamera *smartphone*. Pengukuran kecerahan langit dengan menggunakan SQM menunjukkan bahwa semakin gelap langit dan semakin banyak bermunculan bintang maka nilainya akan semakin besar. Kedua metode tersebut berkorelasi linear sehingga mempunyai potensi untuk dapat saling menggantikan. Pola linear antara *luminance* pada *smartphone* dan kecerahan langit pada SQM secara statistik memuaskan dengan nilai R^2 yang mendekati 1. Namun, perlu dilakukan pengukuran lanjutan dengan sensor *smartphone* yang berbeda dan kondisi daerah dengan kecerahan langit yang berbeda untuk dapat diterapkan dengan lebih umum.

Pengukuran kecerahan langit dengan kamera *smartphone* berdasarkan pengamatan ini menjadi solusi dalam pengukuran tingkat kecerahan langit. Pengukuran kecerahan langit selama pengamatan dengan kamera *smartphone* memiliki presentase ketepatan dalam pengukuran kecerahan langit sebesar 97,25%, dengan presentase ralat data sebesar 2,75%. Hasil ini menunjukkan tingkat ketepatan *smartphone* dalam pengukuran kecerahan langit. Keterbatasan kualitas kamera menjadi kendala dalam pengamatan, keakuratan pengaturan eksposur dan kualitas sensor kamera menjadikan presentase keakuratan hasil pengukuran sedikit berbeda dengan alat ukur kecerahan langit. Tetapi kegunaan *smartphone* dalam pengukuran kecerahan langit dapat menjadi langkah awal bagi para peneliti astronomi pemula dalam polusi cahaya berdasarkan nilai tingkat kecerahan langit. Selain itu, peran masyarakat dapat lebih meningkat dengan berperan sebagai *citizen scientist* dalam melaporkan kondisi langit di daerah masing-masing.

4. Kesimpulan

Kecerahan langit pada malam hari yang di ukur dengan menggunakan *smartphone* berbantuan *Software Tracker* menunjukkan hasil pengukuran kecerahan langit berdasarkan kualitas pencahayaan yang didapatkan oleh langit (pengukuran polusi cahaya pada langit). Hal ini dapat dilihat dengan merujuk nilai *luminance* yang

didapatkan dari perhitungan *Red, Green, Blue* pada gambar yang ditangkap oleh *Smartphone*. Nilai kecerahan langit yang dihasilkan dari gambar dan dikonversi ke tingkat kecerahan langit yang diukur dengan SQM menunjukkan pola yang linear. Sehingga, metode pengukuran tingkat kecerahan langit dapat juga dilakukan dengan menggunakan kamera *Smartphone*.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Penelitian Pusat Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan tahun 2020. Selain itu, penelitian ini didukung juga oleh Pusat Studi Astronomi dalam hal penggunaan instrumentasi pengukuran.

Daftar Pustaka

1. F. Holker, C. Wolter, E.K. Perkin, K. Tockner, Light pollution as a biodiversity threat, *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 25, 2010, hal 681–682.
2. R.G. Stevens, G.C. Brainard, D.E. Blask, S.W. Lockley, M.E. Motta, Adverse health effects of night time lighting: comments on American medical association policy statement, *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 45, 2013, hal 343–346.
3. A. S'anchez de Miguel, M. Aube, J. Zamorano, M. Kocifaj, J. Roby, C. Tapia, Sky Quality Meter measurements in a color changing world, *Monthly Notices Royal Astronomical Society*, vol 467, 2017, hal. 2966–2979.
4. S. Yao, H.T. Zhang, H.L Yuan, Y.H. Zhao, Y.Q. Dong, Z.R. Bai, L. Deng, Y.J. Lei, Moon night sky brightness simulation for Xinglong station, *Research in Astronomy and Astrophysics*, Vol. 13, 2013, hal 1
5. M. Aube, Physical behaviour of anthropogenic light propagation into the nocturnal environment, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol 370, 2015, hal 1-15.
6. P. Cinzano, Night sky photometry with Sky Quality Meter, *Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso*, vol. 1, 2005, hal 1-13.
7. S.D. Miller, W. Straka, S.P. Mills, C.D. Elvidge, T.F. Lee, J. Solbrig, A. Walther, A.K. Heidenger, S.C. Weiss, Illuminating the Capabilities of the Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) day/night band, *Remote Sensing*, vol. 5, 2013, hal 6717-6766.
8. A.Y. Raisal, Y. Pramudya, Okimustava, Muchlas, The moon phases influence on the beginning of astronomical dawn determination in Yogyakarta, *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, vol. 2, 2017, hal 4
9. C.C.M. Kyba, T. Ruhtz, J. Fischer, F. Holker, Lunar skylight polarization signal polluted by urban lighting, *Journal of Geophysical Research*, vol. 116, 2011, Hal 1-7.
10. Y. Pramudya, M. Arkanuddin, The sky brightness measurement during the 2016 solar eclipse in ternate. *Journal of physics: Conference Series*, vol. 771, 2016, hal 4
11. S.Z. Nam, Evaluation of University Students' Utilization of Smartphone, *International Journal of Smart Home*, vol. 7, 2013, hal. 175-182.

12. K. León, D. Mery, F. Pedreschi, Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, vol. 39, hal 1084-1091.
13. J. Bastie, J.L. Gardner, F. Hengstberger, K.D. Mielenz, J.R. Moore, Y. Ohno, A.C. Parr, A.R. Robertson, G. Sauter, J. Schanda, *Photometry - The CIE System of Physical Photometry*. International Commission on Illumination, ISO 23539, 2005, hal 1-18.
14. <https://www.lightpollutionmap.info>, 1 Januari 2020
15. G.G Roy, S. Hayman, W. Julian, *Sky Modelling from Digital Imagery*, Department Of Architectural and Design Science, Arc Project No. A89530177, 1998, hal 6-11.
16. Unihedron.com, Convert visual mag/arcsecond² to cd/m² and convert cd/m² to visual mag/arcsecond², <http://unihedron.com/projects/darksky/magconv.php>, 08 September 2020