

HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL UPI
SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika



Oleh
Nagia
1705581

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023

Nagia, 2023

HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI
Universitas Pendidikan Indonesia | respository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

***HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL
UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI***

Oleh
Nagia

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Nagia 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
September 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

**HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL
UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI**

Oleh,



Nagia

1705581

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:

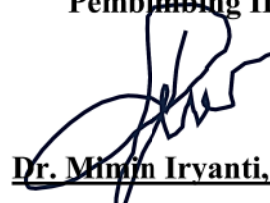
Pembimbing I,



Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.

NIP. 197703312008121001

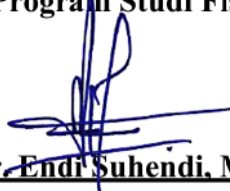
Pembimbing II,



Dr. Minfin Iryanti, M.Si.

NIP. 197712082001122001

Ketua Program Studi Fisika,



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

PERNYATAAN TENTANG KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul "*HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 8 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Nagia

NIM: 1705581

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: ***HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI***.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing akademik Ibu Mimin Iryanti sekaligus juga menjadi pembimbing skripsi ini, juga kepada Bapak Judhistira Aria Utama sebagai pembimbing skripsi ini yang telah memberikan arahan dalam penelitian ini. Lalu Bapak Ketua Program Studi Fisika, Endi Suhendi. Juga kepada kedua orang tua saya yang senantiasa mendukung saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Setelah itu ada penelaah sekaligus penguji saya saat sidang yaitu Bapak Nanang Dwi Ardi dan Bu Winny Liliawati. Lalu beberapa pihak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Besar harapan penulis dalam penelitian ini dapat bermanfaat dan membuka peluang baru terkait jam matahari, baik bagi akademisi atau pun masyarakat umum, terutama yang ingin mengeksplorasi semesta. Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diperlukan agar kedepannya penelitian ini bisa bermanfaat bagi masyarakat luas.

Bandung, Agustus 2023

Nagia

NIM: 1705581

HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL MUSEUM PENDIDIKAN NASIONAL UPI SEBAGAI PENUNJUK WAKTU HAKIKI

ABSTRAK

Jam matahari adalah perangkat penunjuk waktu kuno yang menunjukkan waktu Matahari sejati melalui bayangan yang dihasilkan bagian yang disebut gnomon, bilah yang dipasang untuk menentukan waktu berdasarkan panjang bayangan bilah tersebut. Salah satu jenis jam Matahari yang dikenal adalah jam Matahari tipe horisontal. Jam Matahari Horisontal memiliki bidang *dial* atau bidang garis penunjuk waktu berbentuk mendatar yang sejajar dengan koordinat lintang dan bujur setempat. Agar dapat menghasilkan bayang-bayang yang menunjukkan waktu Matahari sejati dengan tepat, sudut dari bidang *dial* ke sisi miring gnomon pada jam Matahari harus disesuaikan dengan besar sudut lintang geografis tempat jam Matahari akan digunakan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan observasi lapangan di *human horizontal sundial* yang terdapat di kawasan taman Museum Pendidikan Nasional Universitas Pendidikan Indonesia untuk menentukan tingkat akurasi jam Matahari ini. Data diperoleh bertepatan dengan berdiri di titik pijak yang dianggap sesuai dengan tinggi badan, diperoleh bayang-bayang pengamat ketika waktu menunjukkan waktu matahari sejati (LAT–Local Absolute Time) di bidang dial dan waktu matahari rata-rata (MST–Mean Solar Time) dari waktu arloji saat pengamatan. Plot grafik dari MST yang diperoleh membentuk garis bersudut 47,13 derajat, hampir mendekati sudut 45° yang bisa dikatakan akurasi jam matahari ini sangat bagus. Namun, ada perbedaan saat menghitung selisih dari kedua data tersebut dengan rata-rata dari seluruh data yang diperoleh yaitu 13 menit 16 detik. Perbedaan ini dimungkinkan karena perbedaan waktu saat pengamatan dan perata waktu tiap hari yang juga berbeda menyebabkan nilai selisihnya bervariasi.

Kata kunci: Jam Matahari Horisontal, Gnomon Manusia, Waktu Matahari Sejati, Waktu Matahari Rata-Rata.

HUMAN HORIZONTAL SUNDIAL OF NATIONAL EDUCATION MUSEUM UPI AS AN ESSENTIAL TIMEPIECE

ABSTRACT

A sundial is an ancient timekeeping device that showed true solar time by means of the shadow cast by a piece called a gnomon, an attached part to tell the time by the length shadow that cast by the sun. One of the sundial type known as the horizontal sundial. A horizontal sundial has a horizontal dial or timepiece that fit to the local latitude and longitude coordinates. In order to cast a shadow that shows true solar time correctly, the angle from the plane of the dial to the slanted side of the gnomon on a sundial must be adjusted to the angular size of the geographic latitude where the sundial has built. The method used in this study was a field observations on the human horizontal sundial located in the National Education Museum Park area of the Education University of Indonesia to determine the accuracy of this sundial. The data obtained by standing at a starting point which considered according to body height, the shadows of the user are obtained when the time shows true solar time (LAT–Local Absolute Time) on the dial and the mean solar time (MST) from the wristwatch during observation. The graphical plot of the MST obtained forms a 47,13 degree, almost close to a 45° degree which can be described this sundial have a very good accuracy. However, there is a difference when calculating the deviation between both data, the average of all data obtained is 13 minutes 16 seconds. This diversity is possible due to the various time of observation and the difference equation of time in each day.

Keyword: Horizontal Sundial, Human Gnomon, Absolute Solar Time, Mean Solar Time.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN TENTANG KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Sistematika Penulisan	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Konsep Pergerakan Matahari dan Bumi	10
2.1.1 Matahari	12
2.1.2 Bumi	14
2.1.3 Hukum Kepler	17
2.1.4 Hukum Gravitasi Newton	21
2.2 Konsep Waktu	22
2.2.1 Pembagian Waktu	22
2.2.2 Instrumen Pengukuran Waktu	26
2.3 Jam Matahari	31
2.3.1 Sejarah Jam Matahari	31
2.3.2 Cara Kerja dan Fungsi dari Jam Matahari	32

2.3.3 Jenis-jenis Jam Matahari	33
2.4 Zodiak.....	39
2.4.1 Zodiak di Berbagai Belahan Dunia	42
2.4.2 Zodiak di Wilayah Jawa.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	48
3.1. Observasi Lapangan	48
3.2. Pengolahan Data.....	49
3.3. Kegiatan Penelitian.....	49
3. 3. 1 Penggunaan Jam Matahari MUDIKNAS UPI dalam Penelitian.....	50
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	53
4.1. Analisis Tujuan Pembangunan dan Peresmian Jam Matahari Museum Pendidikan UPI.....	53
4.2. Analisis Cara Kerja dan Fungsi dari Jam Matahari Museum Pendidikan UPI.....	53
4.3. Analisis Tingkat Akurasi Jam Matahari Museum Pendidikan UPI	55
4.3.1 Perhitungan MST dari Data Eksperimen	56
4.3.2 Perhitungan LAT dari Data Eksperimen.....	59
4.3.3 Analisis Tingkat Akurasi Jam Matahari dengan Grafik MST.....	60
4.4. Analisis Halangan dan Rintangan saat Observasi	63
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	64
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Rekomendasi	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Jam Matahari MUDIKNAS UPI.....	8
Gambar 2. 1 Pergerakan rotasi Bumi	10
Gambar 2. 2 Revolusi Bumi yang menyebabkan variasi musim	11
Gambar 2. 3 Presesi di Bumi	11
Gambar 2. 4 Nutasi di Bumi	12
Gambar 2. 5 Pergerakan Semu Tahunan Matahari	13
Gambar 2. 6 Penggambaran tentang daerah dan orbit pada Hukum 2 Kepler.....	18
Gambar 2. 7 Lintasan Luasan yang Disapu Planet	19
Gambar 2. 8 Pembagian Equation of Time	25
Gambar 2. 9 Jam Air Mesir.....	26
Gambar 2. 10 Sekumpulan jam pasir dengan berbagai ukuran.....	27
Gambar 2. 11 Merkhhet atau jam <i>dial</i> mesir kuno.....	28
Gambar 2. 12 Replika Jam Mekanik Foliot-Verge di Abad 17	28
Gambar 2. 13 Jam Pegas	29
Gambar 2. 14 Jam Pendulum	29
Gambar 2. 15 Jam Tangan Kuarsa	30
Gambar 2. 16 Jam atom laboratorium pada standar frekuensi cesium	30
Gambar 2. 17 Panjang bayangan yang mengindikasikan waktu.....	32
Gambar 2. 18 Sketsa garis jam gnomonik	34
Gambar 2. 19 Jam Matahari Horizontal.....	35
Gambar 2. 20 Jam Matahari Vertikal Perpustakaan Box Hill Victoria.....	37
Gambar 2. 21 Jam matahari ekuatorial pada belahan bumi selatan	38
Gambar 2. 22 Sketsa Jam Matahari Analematik.....	39
Gambar 2. 23 Pembagian wilayah zodiak pada ekliptika	40
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	49
Gambar 3. 2 Keterangan Titik Berdiri dan Cara Penggunaan	50
Gambar 4. 1 Sketsa Arsitektur <i>Human Horizontal Sundial</i> MUDIKNAS UPI...	53
Gambar 4. 2 Posisi penentuan awal titik konvergensi	55
Gambar 4. 3 Koreksi waktu jam matahari Museum Pendidikan Nasional UPI...	59
Gambar 4. 4 Perhitungan dari tabel data penelitian penentuan LAT	60

Gambar 4. 5 Grafik Δ MST.....	61
Gambar 4. 6 Grafik Data MST.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rasi Bintang Zodiak.....	41
Tabel 2. 2 Zodiak Jawa	45
Tabel 3. 1 Tabel Kerja Penelitian.....	51
Tabel 3. 2 Tabel Waktu Pengambilan Data	52
Tabel 4. 1 Tabel Sampel Pengamatan Data	56
Tabel 4. 2 Tabel Sampel Data Δ MST	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Grafik Panjang Bayangan dari Pergerakan Matahari	69
Lampiran 2: Tabel Pengolahan Data.....	69

DAFTAR PUSTAKA

- Aaboe, A. H. (2001), Episodes from the Early History of Astronomy. *Springer*, 37–38. ISBN 9780387951362.
- Amri, T. (2013). *Jam Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Akurasi Jam Matahari di Kotabaru Parahyangan Padalarang)*. (Skripsi). Institut Agama Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Ayduz, S. (2004), Constellations, Fixed Stars and the Zodiac in Islamic Astronomy, *FTSC*. PUI 4068.
- Azhari, S. (2008). *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bikos K. & Buckle A (2023) *What Is International Atomic Time (TAI)? Time and Date*. Diakses dari <https://www.timeanddate.com/time/international-atomic-time.html>.
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia (2022). *Encyclopedia Britannica*. Diakses dari <https://www.britannica.com/science/ecliptic>.
- Cowen R. C. (1980). “Eyeing 'pear-shaped Earth' to understand its wobbles”. Diakses dari <https://www.csmonitor.com/1980/0822/082236.html>.
- Dumberry, M. (2023). *Earth's Nutations*. Diakses dari <https://sites.ualberta.ca/~dumberry/nutation.html>.
- Earth Sky (2016). *How long does it take our sun to orbit the Milky Way's center*. Diakses dari <http://earthsky.org/space/milky-way-rotation>.
- Gerhard, O. (2010). Pattern speeds in the Milky Way. *Astrophysics of Galaxies*. 00 (183). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1003.2489>
- Gilson, E. (2021). *The Earth's Revolution: Seasons*. Teleskola. Diakses dari <https://teleskola.mt/the-earths-revolution-seasons/>.
- Guinot, B. (1986). Is the International Atomic Time TAI a coordinate time or a proper time. *Celestial Mechanics*. 38(2): 155–161. doi:10.1007/BF01230427.
- Hambali, S. (2011). *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pasca Sarjana Iain Walisongo.
- Hambali, S. (2012). *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*. Semarang: Bismillah Publisher.
- Hao C. Q., dkk (2013), *Methods of Telling Time*: National University of Singapore.
- Hawking, S. (2002). *On the Shoulders of Giants: The Great Works of Physics and Astronomy*. Philadelphia: Running Press Adult.

- Historism, (2021). *Peresmian Human Sundial (Jam Matahari)*. Diakses dari <https://museumpendidikannasional.upi.edu/peresmian-human-sundial-jam-matahari/>.
- Ilyas, M. (1999). *Astronomy of Islamic Times for The Twenty-first Century*. Kuala Lumpur: AS Noordeen.
- Jannah, E.U. & Rohmah, E. I. (2019). Sundial Sejarah dan Konsep Aplikasinya. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5(2), 127–145. doi: 10.30596/jam.v%vi%i.3486.
- Jackson, S. T. (2023) *Climate Change*. Encyclopedia Britannica. Diakses dari <https://www.britannica.com/science/climate-change>.
- Jones, L.E. (2005). *The Sundial and Geometry*. Glastonbury: North American Sundial Society.
- Khazin, M. (2004). *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Khazin, M. (2005). *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Lawrence, E. J. (2005), *The Sundial and Geometry*, Glastonbury: North American Sundial Society.
- Lestari, A. P. (2021) *Derajat Letak Astronomis Indonesia, Batas Wilayah, dan Pengaruhnya*. Diakses dari <https://mediaindonesia.com/humaniora/430850/derajat-letak-astronomis-indonesia-batas-wilayah-dan-pengaruhnya>.
- Mackie, J. B. (1978). *The Elements of Astronomy for Surveyors*. London: Charles Griffin.
- Marom, A. A. (2015). *Akurasi Jam Matahari Sebagai Penunjuk Waktu Hakiki (Studi Kasus di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)*. (Skripsi). Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- McClure B. (2021). *Is Ophiuchus a constellation or a sign*. Diakses dari <https://earthsky.org/tonight/ophiuchus-highest-on-august-evenings-2/>.
- Pagliano, A.; Triggianese A.; Santoro, L. (2017). Geometry and The Restoration of Ancient Sundials: Camera Obscura Sundials in Cava De' Tirreni and Pizzofalcone. *Nexus Netw, J*(19), 121–143. doi: 10.1007/s00004-016-0318-4.
- Raffles, S. T. S. (1830). *The History of Java*. London: Gilbert & Rivington Printers.
- Rohr, R. R. J. (1996). *Sundial: History, Theory, and Practice*. New York: Dover.

- Sangwin, C. & Budd, C. (2000). *Analemmatic sundials: How to build one and why they work*. Diakses dari <https://plus.maths.org/content/os/issue11/features/sundials/index>.
- Savoie, D. (2009). *Sundial, Construction and Use*. Jerman: Praxis.
- Seago, J. H.; Seidelmann, P. K.; Allen, S. (2011). Legislative Specifications for Coordinating with Universal Time. Decoupling civil timekeeping from Earth rotation: proceedings of a colloquium exploring implications of redefining Coordinated Universal Time (UTC). *Analytical Graphics American Astronautical Society*. ISBN 978-0877035763.
- Sonderegger, H. (2003). Analemmatic Sundials and Mean Time. *The Compendium*, 10(3), 10.
- Starwalk (2022). Zodiac Constellations and Zodiac Signs. Diakses dari <https://starwalk.space/en/news/zodiac-constellations>.
- Steele, J. (2018). The Development of the Babylonian Zodiac: Some Preliminary Observations. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 18(4), 97-105. DOI: 10.5281/zenodo.1472282.
- Sudibyo, M. M. (2011). *Sang Nabi pun Berputar (Arah kiblat an Tata Cara Pengukurannya)*. Solo: Tinta Medina.
- Thibodeau, (2017). Anaximander's Spartan Sundial. *The Classical Quarterly*, 67(2), 374–379. doi:10.1017/S0009838817000507.
- Tipler, P. A. (1991). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tjasyono, B. (2013). *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Vincent, F. (2015). *Positional Astronomy*. Scotland: University of St. Andrew.
- Vincent, J. (2008), The Mathematics of Sundials. *Australian Senior Mathematics Journal*, 22(1).