

Implementasi Algoritma Jean Meeus dalam Menentukan Waktu Shalat

Mira Musrini Barmawi, Muhammad Ichwan, Rara Restu Lukito

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: rararadhea@gmail.com

ABSTRAK

Algoritma Jean Meeus adalah algoritma hasil reduksi dari VSOP87 yang digunakan untuk menentukan posisi matahari. Selain menentukan posisi matahari biasanya algoritma ini digunakan dalam melakukan perhitungan gerhana matahari, bulan baru, posisi bulan, dan salah satunya adalah perhitungan yang dibutuhkan dalam penentuan waktu shalat. Dalam menentukan waktu shalat nilai-nilai yang dihitung adalah julian day, deklinasi matahari, dan equation of time dengan nilai yang dibutuhkan yaitu koordinat lintang, bujur, ketinggian, tanggal, bulan, tahun, dan zona waktu dari lokasi yang terdeteksi dimana parameter-parameter tersebut diimplementasikan di Raspberry Pi. Dalam penggunaannya algoritma ini dipilih karena tingkat keakurasiannya yang tinggi dan hal tersebut dibuktikan dengan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan. Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan, tingkat keakurasiannya yang didapat yaitu sekitar 97,3% untuk media pembandingan Accurate Times dan 99,2% untuk media pembandingan tabel waktu shalat yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Kota Bandung.

Kata Kunci : Waktu Shalat, Algoritma Jean Meeus, Matahari.

ABSTRACT

Jean Meeus algorithm is an VSOP87 algorithm result of the reduction is used to determine the position of the sun. In addition to determining the position of the sun, the algorithm usually used in the calculation of the solar eclipse, new moon, moon position, and one of them is the calculation required in determining the prayer times. In determining prayer time values are calculated is julian day, the sun's declination and the equation of time with the value required is the latitude, longitude, altitude, date, month, year, and time zone of the detected location where these parameters implemented in the Raspberry Pi. This algorithm selected because the Accuracy levels are high and it is evidenced by the results of the research that has been carried out. From the research that has been conducted, the level of accuracy obtained is about 97.3% for the comparative media Accurate Times and 99.2% for the comparative media prayer time table issued by the Ministry of Religion Bandung.

Keywords: Prayer Time, Jean Meeus Algorithm, Sun.

1. PENDAHULUAN

Algoritma Jean Meeus adalah algoritma hasil reduksi dari VSOP87 yang digunakan untuk menentukan posisi matahari. Selain menentukan posisi matahari biasanya algoritma ini digunakan dalam melakukan perhitungan gerhana matahari, bulan baru, posisi bulan, perhitungan parameter dalam penentuan waktu shalat, dll. Dalam menentukan waktu shalat ada beberapa nilai yang dibutuhkan yaitu koordinat lintang, bujur, ketinggian, dan zona waktu dari lokasi tertentu. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk menghitung parameter yang dibutuhkan dalam menentukan waktu shalat diantaranya adalah *julian day*, deklinasi matahari, dan *equation of time*.

Penelitian yang dibahas adalah mengenai bagaimana mengimplementasikan algoritma Jean Meeus dalam menentukan waktu shalat menggunakan Raspberry Pi. Raspberry Pi ini digunakan karena tingkat mobilitasnya yang tinggi dan Raspberry Pi ini dimanfaatkan sebagai media pemrosesan algoritma Jean Meeus. Hasil dari penelitian ini berupa nilai akurasi yang dibandingkan dengan menggunakan media pembanding aplikasi *accurate times* karya Mohammad Odeh dan tabel waktu shalat yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Kota Bandung.

Pada penelitian ini waktu shalat diperuntukkan untuk wilayah Indonesia, Jawa Barat. Sebagai pembanding pengujian dilakukan perbandingan waktu shalat dilakukan dengan aplikasi pembanding *Accurate Times* dan tabel Kementerian Agama Kota Bandung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Studi Literatur

Subjek penelitian pada penelitian ini adalah 5 waktu shalat wajib yang didata pada tanggal 22 Juli sampai 29 Juli 2016 yang digunakan untuk menganalisis tingkat akurasi algoritma Jean Meeus.

2.2. Teknik pengumpulan data

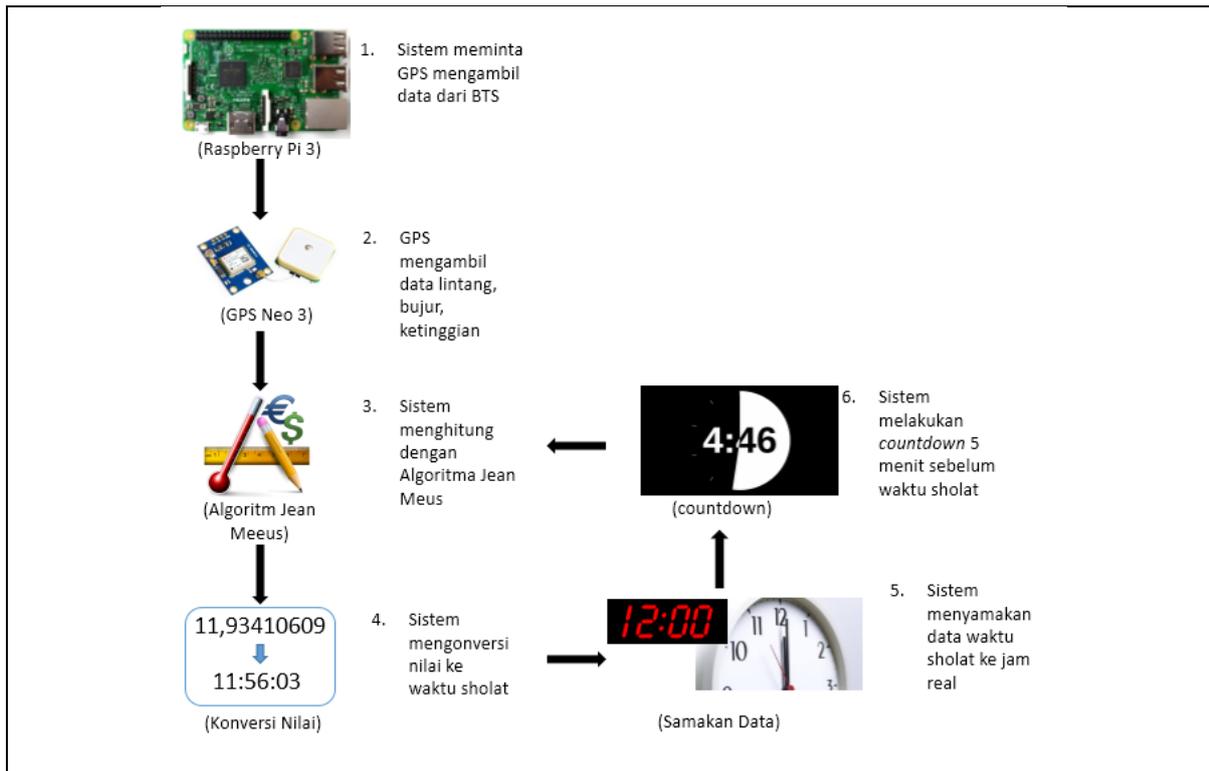
Pengujian penelitian ini menggunakan media pembanding *accurate times* dan media pembanding tabel waktu shalat yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Kota Bandung.

2.3. Studi Literatur

Studi ini dilakukan dengan cara mencari sekaligus mempelajari beberapa literatur dan artikel mengenai algoritma Jean Meeus sebagai acuan dalam perencanaan pembuatan sistem.

2.4. Proses alur sistem secara keseluruhan

Proses yang diperlihatkan di Gambar 1 merupakan proses cara kerja sistem secara keseluruhan mulai dari masukan sampai dengan keluaran sistem. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahapan.



Gambar 1. Blok diagram sistem

2.4.1. Sistem meminta GPS mengambil data dari BTS

Pada proses ini, Raspberry yang digunakan sebagai sistem memberikan perintah kepada GPS yang terpasang untuk melakukan deteksi koordinat yang dimiliki suatu tempat. Perintah pertama yaitu mengaktifkan gpsd

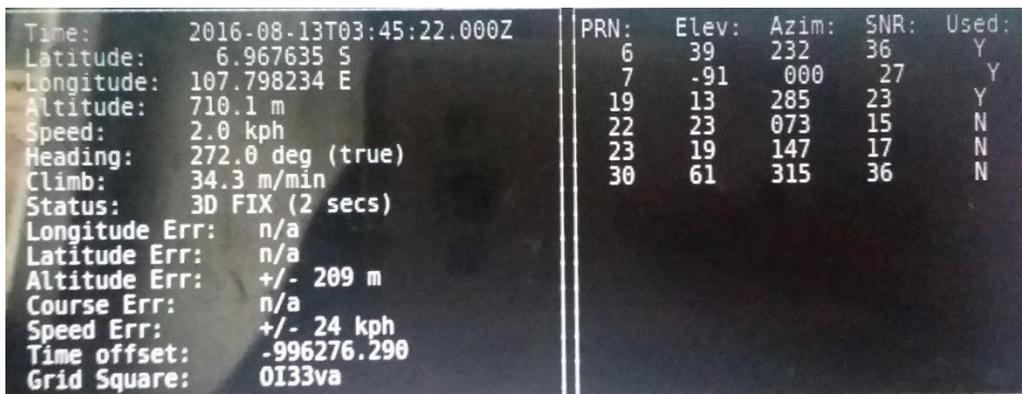
```
sudo gpsd /dev/ttyAMA0 -F /var/run/gpsd.sock
```

gpsd yang aktif diberi perintah untuk menampilkan data koordinat

```
cgps -s
```

2.4.2. GPS mengambil data lintang,bujur,ketinggian

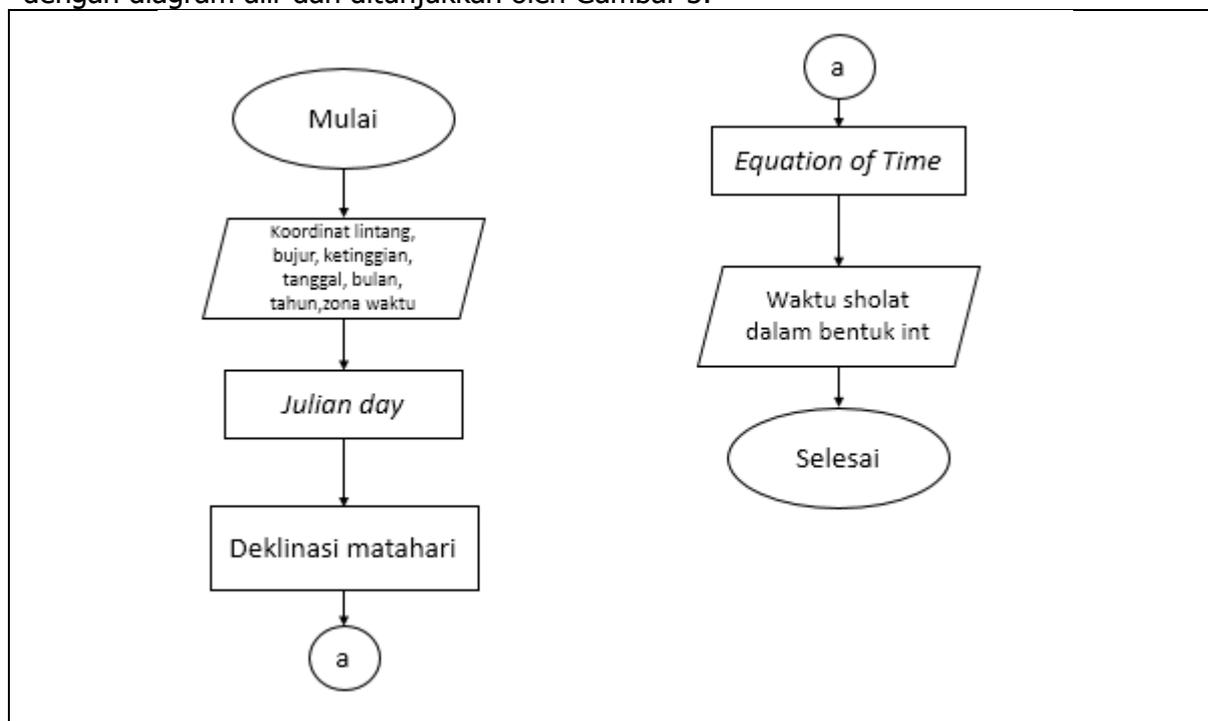
GPS yang terpasang membutuhkan waktu 5 menit untuk mengambil data dari BTS terdekat, nilai yang diambil diantaranya nilai koordinat lintang, bujur, dan ketinggian. Hasil dari GPS diperlihatkan di Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan output data koordinat

2.4.3. Sistem menghitung dengan menggunakan algoritma Jean Meeus

Algoritma Jean Meeus menghitung waktu shalat dengan nilai yang dihitung diantaranya *Julian day*, deklinasi matahari, dan *equation of time*. Proses perhitungan digambarkan dengan diagram alir dan ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Alur proses perhitungan waktu shalat

Pada proses perhitungan seperti pada Gambar 3 diperlihatkan perhitungan *julian day*, deklinasi matahari, dan *equation of time*. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahapan.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan alur proses pada perhitungan waktu shalat berikut ini adalah hasil analisis yang telah dilakukan:

1. Mencari julian day

Julian Day menjadi syarat untuk menentukan posisi benda langit. Dari tanggal, bulan, dan tahun tersebut akan ditentukan nilai *julian day* Persamaan (1) yang digunakan adalah

$$JD = 1720994,5 + \text{INT}(365,25 * Y) + \text{INT}(30,6001(M+1)) + B + D \quad (1)$$

Disini INT = lambang nilai integer. Jika $M > 2$, maka M dan Y tidak berubah. Jika $M = 1$ atau 2, maka M ditambah 12 sedangkan Y dikurangi 1. Nilai $B = 2 + \text{INT}(A/4) - A = \text{INT}(Y/100)$. Nilai JD di atas berlaku untuk pukul 12.00 UT atau saat tengah hari di Greenwich. Adapun JD untuk pukul 12.00 waktu lokal, maka JD pukul 12.00 UT waktu Greenwich tersebut harus dikurangi dengan $Z/24$ dimana Z adalah zona waktu lokal tersebut.

Dari nilai JD tersebut, dihitung sudut tanggal T dengan Persamaan (2):

$$T=2*PI*(JD-2451545)/365,25 \quad (2)$$

Disini PI adalah konstanta yang bernilai 3,14159265359. Sementara itu 2451545 adalah Julian Day untuk tanggal 1 Januari pukul 12.00 UT. Angka 365,25 adalah banyaknya hari rata – rata dalam setahun. Jadi T menunjukkan sudut tanggal dalam setahun terhitung sejak tanggal 1 Januari 2000 pukul 12.00 UT.

2. Sudut deklinasi matahari

Dari sudut tanggal T di atas, deklinasi matahari untuk satu tanggal tertentu dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3):

$$\text{Deklinasi Matahari (Delta)}= 0.37877+ 23.264*\text{SIN}((57.297*T-79.547)* PI/180)+ 0.3812 * \text{SIN}((2*57.297*T-82.682)*PI/180)+0.17132*\text{SIN}((3*57.297*T-59.722)*PI/180) \quad (3)$$

3. Equation of Time

Equation of Time merupakan selisih antara waktu matahari rata-rata dengan waktu matahari yang sesungguhnya. Untuk satu tanggal tertentu dapat dihitung sebagai berikut. Pertama kali perlu dihitung bujur rata – rata matahari L0 yang dirumuskan:

$$L0=(280.46607+36000.7698*U)*PI/180 \quad (4)$$

Dimana

$$U=(JD-2451545)/36525 \quad (5)$$

Selanjutnya Equation of Time dapat dirumuskan sebagai :

$$\text{Equation of Time Dzhur} = -(1789+ 237 U)*\text{SIN}(L0)-(7146-62*U)* \text{COS}(L0)+(9934-14*U)*\text{SIN}(2*L0)-(29+5*U)*\text{COS}(2*L0)+(74+10*U) * \text{SIN}(3*L0) + (320-4*U)*\text{COS}(3*L0)-212*\text{SIN}(4*L0)/1000 \quad (6)$$

Ruas kiri Persamaan 6 masih bernilai 1000 kali ET. Dengan demikian hasilnya harus dibagi 1000 untuk mendapatkan ET.

3.1.Konversi nilai ke waktu sholat

Hasil dari keluaran perhitungan waktu sholat berupa nilai int. Nilai int ini diubah bentuknya menjadi jj:mm:dd.

Contoh hasil waktu sholat dzuhur = 11,85555

Jam : 11

Menit : $0,85555/1*60 = 51,333$

Menit : 51

Detik : $0,333/1*60 = 19,98$

Detik : 20

Waktu sholat dzuhur = 11:51:20

3.2 Penyamaan data waktu sholat ke jam real

Sistem menyimpan data waktu sholat hasil perhitungan kedalam suatu variabel. Data waktu sholat yang disimpan akan disamakan waktunya dengan jam real yang sedang berjalan di sistem.

```

if(statusSholat.countdown) {
  var arr_sholat = $.map(app.w_sholat, function(el) { return el });
  var jadwal_sholat = new Date();
  jadwal_sholat.setHours(parseInt(arr_sholat[statusSholat.next].substring(0,2)));
  jadwal_sholat.setMinutes(parseInt(arr_sholat[statusSholat.next].substring(3,5)));
  jadwal_sholat=jadwal_sholat.getHours()*60*60+jadwal_sholat.getMinutes()*60;
  var now = new Date();
  now = now.getHours()*60*60+now.getMinutes()*60+now.getSeconds();
  var diff = jadwal_sholat - now;

  console.log(diff);
}

```

3.3 Countdown 5 menit sebelum waktu sholat

Pada saat jam real sistem mendekati waktu sholat yang akan berlangsung, sistem akan memberikan tampilan *countdown* 5 menit untuk memberitahu kondisi bahwa waktu sholat akan berlangsung

Gambaran output dari hasil perhitungan waktu shalat menggunakan algoritma Jean Meeus dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Hasil tampilan output

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian pada Tabel 1 dilakukan dengan membandingkan perbedaan detik antara hasil yang dikeluarkan oleh sistem dengan hasil yang didapat oleh aplikasi *accurate times*, sedangkan pada Tabel 2 dilakukan dengan membandingkan perbedaan menit antara hasil yang dikeluarkan oleh sistem dengan hasil yang didapat dari tabel waktu shalat Kementerian Agama Kota Bandung dengan penambahan ikhtiat sebesar 2 menit untuk dzuhur dan maghrib sesuai dengan ketentuan yang dimiliki oleh Kementerian Agama Provinsi Jawa Barat.. Masing – masing waktu sholat yang dibandingkan yaitu selama 7 hari dari tanggal 22 Juli 2016 hingga 29 Juli 2016.

Tabel 1. Tabel data waktu shalat dengan media pembanding accurate times

		Dzuhur	Ashar	Maghrib	Isya	Shubuh
22-Jul-16	AR	11:56:03	15:17:59	17:53:26	19:02:48	04:40:47
	AT	11:56:01	15:17:59	17:53:27	19:02:46	04:40:45
23-Jul-16	AR	11:56:04	15:18:01	17:53:34	19:02:50	04:40:48
	AT	11:56:02	15:18:02	17:53:35	19:02:48	04:40:46
24-Jul-16	AR	11:56:06	15:18:03	17:53:41	19:02:52	04:40:50
	AT	11:56:03	15:18:03	17:53:42	19:02:50	04:40:48
25-Jul-16	AR	11:56:06	15:18:04	17:53:48	19:02:53	04:40:50
	AT	11:56:04	15:18:04	17:53:49	19:02:51	04:40:48
26-Jul-16	AR	11:56:06	15:18:04	17:53:55	19:02:54	04:40:50
	AT	11:56:04	15:18:04	17:53:56	19:02:52	04:40:48
27-Jul-16	AR	11:56:06	15:18:03	17:54:01	19:02:55	04:40:49
	AT	11:56:03	15:18:04	17:53:02	19:02:53	04:40:47
28-Jul-16	AR	11:56:05	15:18:02	17:54:06	19:02:55	04:40:47
	AT	11:56:02	15:18:03	17:53:08	19:02:53	04:40:45
29-Jul-16	AR	11:56:03	15:18:00	17:54:11	19:02:54	04:40:45
	AT	11:56:01	15:18:01	17:53:13	19:02:52	04:40:43

Tabel 2. Tabel data waktu shalat dengan media pembanding tabel dari kementerian agama

		Dzuhur	Ashar	Maghrib	Isya	Shubuh
22-Jul-16	AR	11:56:00	15:17:00	17:53:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:55:00	19:02:00	04:40:00
23-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:53:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
24-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:53:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
25-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:53:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
26-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:53:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
27-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:54:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
28-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:54:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00
29-Jul-16	AR	11:56:00	15:18:00	17:54:00	19:02:00	04:40:00
	KA	11:58:00	15:18:00	17:56:00	19:03:00	04:41:00

Nilai keakuratan sistem bisa di dapatkan dengan menggunakan metode peramalan *mean absolute error* dengan rumus:

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \tag{7}$$

Keterangan:

X_t : nilai waktu shalat ar

F_t : nilai waktu shalat at

n : jumlah waktu shalat

Tabel 3 merupakan nilai perhitungan menggunakan mean absolute error dengan media pembanding aplikasi *Accurate Times*

Tabel 3. Nilai *mean absolute error* dengan aplikasi *accurate times*

Tanggal	Dzuhur	Ashar	Maghrib	Isya	Shubuh	mae	% kesalahan	% akurat
22-Jul-2016	2	0	1	2	2	1,40	2,33	97,67
23-Jul-2016	2	1	1	2	2	1,60	2,67	97,33
24-Jul-2016	3	0	1	2	2	1,60	2,67	97,33
25-Jul-2016	2	0	1	2	2	1,40	2,33	97,67
26-Jul-2016	2	0	1	2	2	1,40	2,33	97,67
27-Jul-2016	3	1	1	2	2	1,80	3,00	97,00
28-Jul-2016	3	1	2	2	2	2,00	3,33	96,67
29-Jul-2016	2	1	2	2	2	1,80	3,00	97,00

Sehingga nilai rata – rata kesalahan yang di dapat dari hasil pengujian dengan aplikasi *Accurate Times* adalah 2,7% dan keakurasian 97,3% dan Tabel 4 merupakan nilai perhitungan menggunakan *mean absolute error* dengan media pembandingan tabel waktu shalat yang dikeluarkan Kementerian Agama kota Bandung.

Tabel 4. Nilai *mean absolute error* dengan tabel kementerian agama

Tanggal	Dzuhur	Ashar	Maghrib	Isya	Shubuh	mae	% kesalahan	% akurasi
22-07-16	0	1	0	0	0	0,20	0,33	99,67
23-07-16	0	0	1	1	1	0,60	1,00	99,00
24-07-16	0	0	1	1	1	0,60	1,00	99,00
25-07-16	0	0	1	1	1	0,60	1,00	99,00
26-07-16	0	0	1	1	1	0,60	1,00	99,00
27-07-16	0	0	0	1	1	0,40	0,67	99,33
28-07-16	0	0	0	1	1	0,40	0,67	99,33
29-07-16	0	0	0	1	1	0,40	0,67	99,33

Sehingga nilai rata – rata kesalahan yang di dapat dari hasil pengujian dengan tabel waktu shalat Kementerian Agama kota Bandung adalah 0,8% dengan keakurasian sebesar 99,2%.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dirancang sistem *adhan reminder* menggunakan Algoritma Jean Meeus pada Raspberry Pi. Berdasarkan hasil kegiatan penelitian dan analisis hasil pengujian yang telah dilaksanakan mengenai sistem *adhan reminder* menggunakan Raspberry Pi, algoritma Jean Meeus memiliki tingkat keakurasian yang tinggi dalam menentukan waktu shalat walaupun algoritma ini merupakan hasil reduksi dari algoritma VSOP87. Dari hasil implementasi dan pengujian sistem *adhan reminder* yang dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tabel 1 disimpulkan bahwa untuk pengujian akurasi dengan aplikasi pembandingan *accurate times*, tingkat keakurasian yang didapat yaitu mencapai angka 97,3%.
2. Berdasarkan tabel 2 untuk perbandingan dengan tabel waktu shalat yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama Kota Bandung, tingkat keakurasian yang didapat yaitu

mencapai angka 99,2% dengan penambahan iktiath untuk waktu shalat dzuhur dan maghrib sebesar 2-3 menit.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Abdurro'uf, Abdurrouf, Mauludi A. Pamungkas. *Accurate Hijri Calculator 2.2* Sebagai Piranti Hisab Penentuan Awal Bulan Hijriah Berdasarkan Kriteria Visibilitas Hilal Nasional dan Internasional. 2013
- [2] Ahmad Fadholi. Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat Dalam Teori Geosentrik dan Geodetik. 2013
- [3] Arif Agus P., Sugeng Rianto, Abdurrouf. Pembuatan Aplikasi untuk Menentukan Fase dan Visibilitas Bulan Menggunakan Algoritma Jean Meeus. 2013
- [4] Dede Muhammad Isnaeni, Fitri Mintarsih, Feri Fahrianto. Implementasi Algoritma Meeus Dalam Penentuan Waktu Shalat dan Pencarian Masjid Terdekat.
- [5] Ismail. Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak.
- [6] Muhammad Faisal Ma'ruf. Perbandingan Metode Perhitungan Awal Waktu Salat Menurut Muhammadiyah dan NU. 2010
- [7] Jean Meeus. *Astronomical Algorithms*. 2nd edition. Virginia. Willmann-Bell, Inc. 1998.
- [8] Kementerian Agama. Ilmu Fallak Praktik. Jakarta. Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat. 2002.
- [9] [10] Rinto Anugraha. Mekanika Benda Langit. 2012.