

Implementasi Julian Day Dalam Penentuan Waktu Shalat

Implementation of Julian Day in determination of Time Prayer

Sutono

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132
email: sutono@email.unikom.ac.id

ABSTRACT – The purpose of designing Prayer Hours is to overcome the problems of prayer times every day, starting from Shubuh to Isya'. By using the algorithm for calculating the prayer time scheduling formula based on time zone, longitude, latitude, altitude, date, month and year, we do not need to create a database and include it in Arduino memory, making it easier to use prayer time calculations without updating data annually.

Keywords – prayer time, julian day, latitude, longitude, date

ABSTRAK – Tujuan dari perancangan Jam Shalat untuk mengatasi permasalahan waktu shalat setiap harinya, mulai dari Shubuh hingga Isya'. Dengan menggunakan algoritma rumus penjadwalan waktu shalat berdasarkan zone waktu, bujur, lintang, ketinggian, tanggal, bulan dan tahun, kita tidak perlu membuat database dan memasukkannya dalam memori Arduino sehingga memudahkan dalam penggunaan perhitungan waktu shalat tanpa perlu update data setiap tahunnya.

Kata Kunci – waktu shalat, julian day, lintang, bujur, tanggal

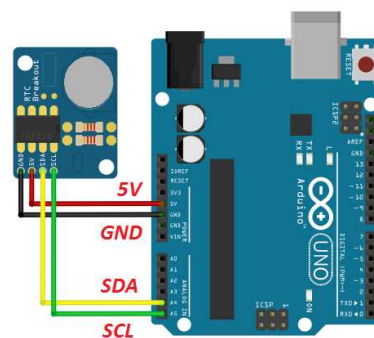
1. PENDAHULUAN

Jam Shalat adalah suatu rangkaian digital yang dirancang khusus untuk menampilkan waktu-waktu shalat sesuai dengan Departemen Agama dengan tampilan jam. Jam Shalat ini akan memperbaharui waktu shalat secara otomatis jika terdapat perbedaan waktu shalat setiap harinya, serta dilengkapi bunyi alarm jika telah datang waktu shalat.[1]–[5]

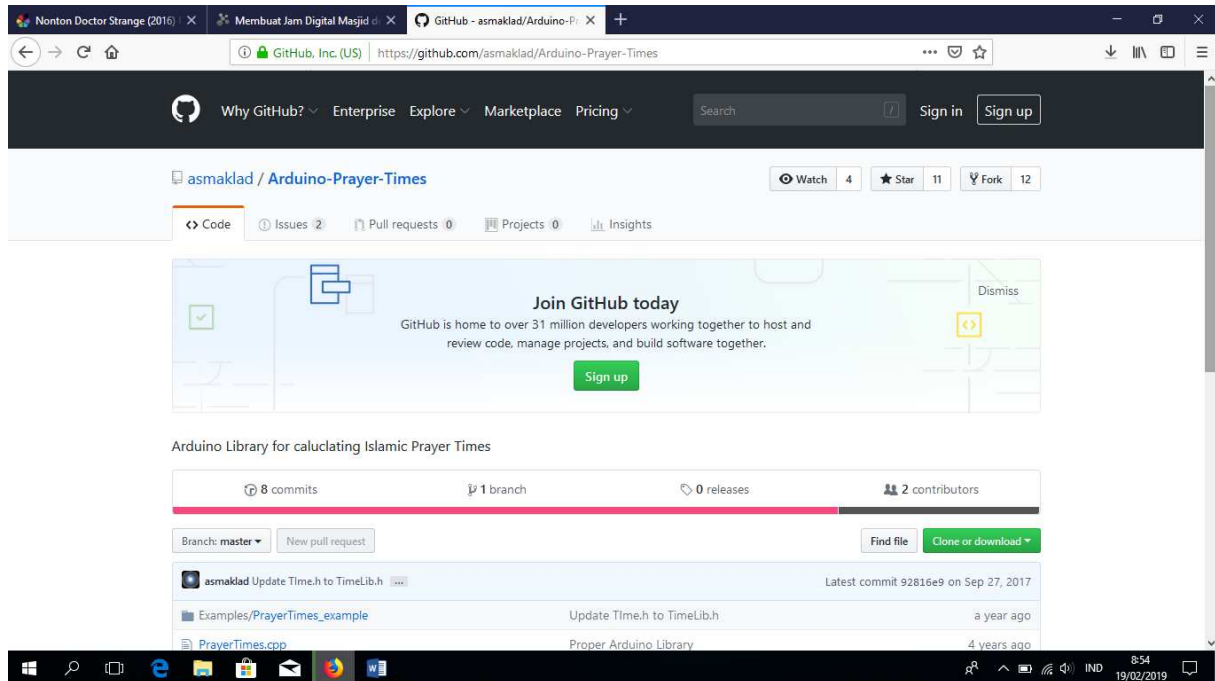
Jam Shalat ini dibuat untuk mempermudah dalam mengetahui waktu-waktu shalat dengan tepat sesuai dengan Departemen Agama tanpa harus membaca tabel, serta dilengkapi dengan penutup acrylic pada bagian depan sehingga tidak mudah pecah dan frame untuk memperindah tampilan. Background pun dapat didesain sesuai keinginan.

Untuk dapat menunjukkan waktu shalat yang tepat waktu, Jam Shalat ini didesain dengan menggunakan komponen utamanya adalah mikrokontroler Arduino Nano dan RTC DS1307, hal tersebut dikarenakan mikrokontroler Arduino Nano tidak dilengkapi internal waktu RTC sehingga membutuhkan komponen tambahan berupa penunjuk waktu berupa modul RTC DS1307. Modul Arduino dan RTC diperlihatkan pada gambar 1.

Selanjutnya agar dapat menunjukkan waktu shalat dengan tepat maka pada pemrograman Arduino Nano tersebut dibutuhkan library tambahan PrayerTime untuk mempermudah dalam perhitungan waktu shalat yang mengacu pada perhitungan Julian Day[6]–[8] yang semua perhitungan tersebut sudah ada pada library PrayerTime sehingga kita tidak perlu lagi melakukan perhitungan secara manual, karena hal ini telah dilakukan secara otomatis dengan menggunakan library PrayerTime yang dapat didownload secara gratis melalui situs resminya yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 1. Modul Arduino dan RTC



Gambar 2. Library PrayerTime

2. METODE DAN BAHAN

Dalam ilmu hisab Astronomi kontemporer, pemahaman terhadap Julian Day sangat penting. Julian Day menjadi syarat kita dapat menghitung posisi benda seperti bulan, matahari dan planet - planet yang selanjutnya dipakai untuk menentukan bulan baru, waktu shalat, dan lain - lain. Julian Day juga menjadi dasar untuk menentukan fenomena orbit rotasi bumi, menghitung kapan terjadinya ekuinoks dan solstis dan sebagainya[9],[10].

Berikut metode yang digunakan untuk menghitung Julian Day : (1) Misalkan tahun adalah Y (Y dapat berupa negatif, asalkan tidak lebih kecil dari 4712). (2) Nomor bulan adalah M, dimana M = 1 untuk Januari, M = 2 untuk Februari dan seterusnya hingga M = 12 untuk Desember. (3) Nomor hari/tanggal adalah D, D dapat pula berbentuk pecahan. Namun perlu diperhatikan bahwa nilai maksimal D harus menyesuaikan dengan bulan M. Sebagai contoh, jika M = 4 (bulan April), maka D tidak mungkin sama dengan 31. (4) Jika M > 2 dan Y tidak berubah. Jika M = 1 atau M = 2, maka nilai M = M+2 dan Y = Y-1. Dengan kata lain untuk bulan Januari dan Februari dapat dinggap bulan ke 13 dan 14 dari tahun sebelumnya. (5) Untuk kalender Gregorian, $A = \text{INT}(Y/100)$ dan $B = 2 + \text{INT}(A/4) - A$. (6) Untuk kalender Julian, A tidak perlu dihitung, sedangkan B = 0. (7) Julian Day dirumuskan sebagai $JD = 1720994,5 + \text{INT}(365,25*Y) + \text{INT}(30,6001(M+1))$

+ B + D.

Misalkan untuk menentukan Julian Day untuk hari kemerdekaan RI tanggal 17 Agustus 1945, artinya D = 17, M = 8 dan Y = 1945, sehingga $A = \text{INT}(1945/100) = \text{INT}(19,45)$ atau A = 19. $B = 2 + \text{INT}(19/4) - 19 = 2 + 4 - 19$ atau B = -13, dengan demikian $JD = 1720994,5 + \text{INT}(365,25*Y) + \text{INT}(30,6001*(M+1)) + B + D = 1720994,5 + \text{INT}(365,25*1945) + \text{INT}(30,6001*(8+1)) + (-13) + 17 = 2431684,5$. Sehingga nilai Julian day pada tanggal 17 Agustus 1945 adalah 2431684,5.

RTC merupakan komponen yang diperlukan untuk memberikan informasi mengenai waktu. Waktu disini dapat berupa detik, menit, hari, bulan dan tahun. Arduino Nano tidak dilengkapi secara internal dengan RTC. Dengan demikian, untuk aplikasi yang memerlukan pewaktuan, kita harus menyertakan secara tersendiri. Agar tetap dapat bekerja, sebuah RTC dilengkapi dengan baterai CMOS.

Agar modul RTC dapat digunakan oleh mikrokontroler Arduino Nano dibutuhkan dua buah library untuk mendukung pewaktuan dan melakukan perhitungan waktu shalat. Library RTCLib yang digunakan untuk mengambil data - data yang tersimpan didalam modul RTC DS1307 dan Library PrayerTime untuk melakukan perhitungan waktu shalat dengan menggunakan metode Julian Day.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selanjutnya dari nilai Julian Day tersebut dapat kita cari beberapa variabel yang menjadi dasar

penentuan waktu shalat, diantaranya seperti yang diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Rumus Awal Perhitungan Julian Day

Istilah	Keterangan
Koordinat Lintang Tempat/Latitude (L)	Daerah yang terletak di sebelah utara garis khatulistiwa (ekuator) memiliki lintang positif, sebaliknya untuk yang di sebelah selatan lintangnya negatif.
Koordinat Bujur Tempat/Longitude (B)	Daerah yang terletak di sebelah Timur Greenwich memiliki bujur positif, sedangkan di sebelah barat Greenwichnya memiliki bujur negatif.
Zona Waktu Tempat (Z)	Daerah yang terletak di sebelah Timur Greenwich memiliki Z positif, sedangkan di sebelah Barat Greenwich memiliki Z negatif.
Ketinggian Lokasi dari Permukaan Laut (H)	Ketinggian lokasi dari permukaan laut (H) menentukan waktu kapan terbit dan terbenamnya matahari. Satuan H adalah meter.
Tanggal (D), Bulan (M) dan Tahun (Y)	Tanggal, bulan dan tahun tentu saja menjadi parameter, karena kita ingin menentukan waktu shalat pada tanggal tersebut. Dari tanggal, bulan dan tahun selanjutnya dihitung nilai Julian Day (JD) dengan rumus $JD = 1720994,5 + INT(365,25 * Y) + INT(30,6001(M + 1)) + B + D$
Sudut Deklinasi Matahari (δ)	Dari sudut tanggal $T = 2\pi \left(\frac{JD - 2451545}{365,25} \right)$, deklinasi matahari (δ) untuk satu tanggal tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus: $\delta = 0,37877 + 23,264 * \sin(57,297 * T - 79,547) + 0,3812 * \sin(2 * 57,297 * T - 82,682) + 0,17132 * \sin(3 * 57,297 * T - 59,722)$
Equation of Time (ET)	Pertama kali perlu dihitung dahulu Bujur rata - rata matahari (L0) yang dirumuskan $L0 = 280,46607 + 36000,7698 * U$, dimana $U = \frac{JD - 2451545}{36525}$, sehingga $ET = (- (1789 + 237 * U) * \sin(L0) - (7146 - 62 * U) * \cos(L0) + (9934 - 14 * U) * \sin(2 * L0) - (29 + 5 * U) * \cos(2 * L0) + (74 + 10 * U) * \sin(3 * L0) + (320 - 4 * U) * \cos(3 * L0) - 212 * \sin(4 * L0)) / 1000$
Altitude Matahari Waktu Shubuh dan Isya'	Nilai altitude matahari berasal dari ketika langit berubah dari gelap menjadi mulai terang, ketika fajar menyingsing di pagi hari dan menyebar secara horisontal dengan seragam. Altitude matahari sangat menentukan metode perhitungan waktu shalat, dimana perbedaan 1 derajat dapat memberikan perbedaan waktu sekitar 4 menit.
Tetapan Panjang Bayangan Ashar	Ada 2 pendapat. Pendapat Mazhab Syafi'i panjang benda saat Ashar = tinggi benda + panjang bayangan benda saat Zhuhur. Sementara pendapat Mazhab Hanafi menyatakan panjang bayangan benda saat Ashar = 2 * tinggi benda + panjang bayangan benda saat Zhuhur.

Tabel 1. Rumus Awal Perhitungan Julian Day (Lanjutan)

Istilah	Keterangan
Waktu Shalat	Untuk menentukan waktu shalat tergantung nilai transit yang di tentukan dengan rumus $Transit = 12 + Z - \frac{B}{15} - \frac{ET}{60}$, dengan demikian rumus - rumus waktu shalat dapat ditentukan sebagai berikut: $Zhuhr = Transit + koreksi\ tergelincirnya\ matahari$ $Ashar = Transit + \frac{Hour\ Angle\ Ashar}{15}$ $Maghrib = Transit + \frac{Hour\ Angle\ Maghrib}{15}$ $Isya' = Transit + \frac{Hour\ Angle\ Isya'}{15}$ $Shubuh = Transit - \frac{Hour\ Angle\ Shubuh}{15}$

Tabel 2. Penentuan Altitude Waktu Shalat

Waktu Shalat	Keterangan
Ashar	$Altitude\ Ashar = \tan^{-1}(KA + \tan(ABS(\delta - Lintang)))$. Untuk Mazhab Syafi'i KA = 1 dan untuk Hanafi KA = 2. ABS menunjukkan nilai absolut atau nilai mutlak.
Maghrib	$Altitude\ Maghrib = -0,8333 - 0,0347 * \sqrt{H}$. H merupakan nilai dari ketinggian di atas permukaan laut.
Isya'	$Altitude\ Isya' = -(Sudut\ Isya')$. Jika sudut Isya' diambil 18 derajat maka $Altitude\ Isya' = -18\ derajat$.
Shubuh	$Altitude\ Shubuh = -(Sudut\ Shubuh)$.

Dari rumus - rumus waktu shalat (tabel 1), nampak bahwa waktu shalat bergantung pada Hour Angle. Rumus Hour Angle (HA) adalah $\cos(HA) = \frac{\sin(Altitude) - \sin(Lintang) * \sin(\delta)}{\cos(Lintang) * \cos(\delta)}$ sehingga $HA = \cos^{-1}(\cos(HA))$. Rumus HA tergantung pada altitude Matahari atau Sudut Ketinggian Matahari dari ufuk inilah yang berbeda nilainya untuk setiap waktu

shalat seperti yang di jelaskan pada tabel 2.

Dengan menggunakan library PrayerTime kita tidak perlu melakukan perhitungan - perhitungan tersebut, hal yang perlu kita lakukan adalah menentukan beberapa parameter yang menjadi dasar perhitungan dari library PrayerTime, untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 3 dan tabel 3.

```
1. // pengaturan jam dan tanggal
2. int _tahun = 2017;
3. int _bulan = 11;
4. int _hari = 19; // tanggal
5.
6. // pengaturan lintang bujur (Malang)
7. float _lat = -7.9786395; // lintang
8. float _lng = 112.5617424; // bujur
9.
10. // timezone
11. int _timezone = 7; // zona waktu WIB=7, WITA=8, WIT=9
12.
13. // sudut subuh dan Isya' Indonesia
14. int _sudut_subuh = 20;
15. int _sudut_isyak = 18;
```

Gambar 3. Parameter utama dalam perhitungan Waktu Shalat program Arduino

Dari gambar 3 terlihat dengan jelas, untuk dapat menentukan waktu shalat kita hanya perlu menentukan tanggal, bulan, tahun saat sekarang, posisi latitude dan longitude, time zone, sudut shubuh dan sudut isya'. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel 3.

Selanjutnya setelah menentukan parameter - parameter apa saja yang dibutuhkan dalam

mengimplementasikan Julian Day dalam merancang jam shalat kita membuat program jam shalat secara lengkap yang dilengkapi dengan 2 library tambahan yaitu library RTCLib dan PrayerTime, agar penentuan waktu shalat dapat berjalan secara otomatis. Berikut beberapa langkah saat akan membuat program jam shalat menggunakan Arduino IDE.

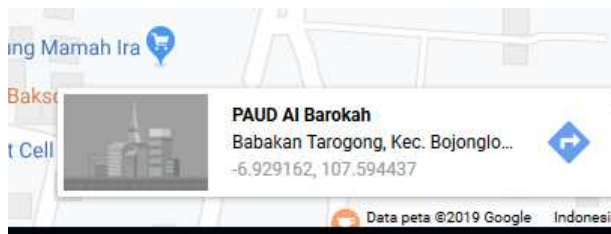
Tabel 3. Parameter Dasar Perhitungan Program Arduino

Parameter	Keterangan
Tanggal, bulan dan tahun	Dengan menggunakan modul RTC DS1307 maka perubahan tanggal, bulan dan tahun secara otomatis akan berubah sesuai dengan tanggal, bulan dan tahun saat sekarang, jadi kita cukup sekali menentukan tanggal, bulan dan tahun selanjutnya programlah yang mengatur secara otomatis tanpa perlu merubahnya secara manual.
Menentukan lintang dan bujur lokasi tertentu	Lintang dan bujur lokasi tertentu dapat kita tentukan dengan menggunakan aplikasi google map.
Time Zone	Time Zone (zona waktu) di Indonesia ada 3, yaitu WIB (waktu Indonesia Barat), WITA (Waktu Indonesia Tengah) dan WIT (Waktu Indonesia Timur). WIB, WITA dan WIT memiliki nilai masing - masing. Untuk WIB = 7, WITA = 8 dan WIT = 9.[11]
Pengaturan sudut Shubuh dan Isya'	Berdasarkan ketetapan dari KEMENAG, sudut Shubuh dan Isya' untuk seluruh wilayah di Indonesia telah ditetapkan. Jadi kita tidak perlu mengganti nilai tersebut selama kita tinggal di Indonesia.

Langkah pertama adalah menentukan tanggal, bulan dan tahun sekarang saat akan memprogram Arduino, misalkan tanggal 1 Juni 2019. Dari gambar 2, maka potongan koding programnya adalah sebagai berikut:

```
int _tahun=2019;  
int _bulan=6;  
int _tanggal=1;
```

Langkah kedua adalah menentukan latitude dan longitude dari suatu lokasi dengan menggunakan bantuan aplikasi google map, seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 4. Latitude dan Longitude suatu lokasi

dari gambar 4, maka koding program untuk latitude dan longitude adalah sebagai berikut:

```
float _lat=-6.929162;  
float _lng=107.5944437
```

Langkah ketiga adalah menentukan lokasi zona waktu kota Bandung yang berada pada zona WIB, sehingga nilai zona waktu adalah 7. Dengan demikian `int _timezone=7;`

Langkah keempat adalah menentukan sudut shubuh dan isya' yang telah ditetapkan oleh KEMENAG, yaitu sudut shubuh = 20 dan sudut isya' = 18, sehingga koding programnya menjadi

```
int _sudut_shubuh=20;  
int _sudut_isya'=18;
```

Langkah kelima adalah mengaktifkan modul RTC dengan potongan program berikut:

```
DateTime now=rtc.now();  
Jam=now.hour();  
Menit=now.minute();  
Detik=now.second();  
Tahun=now.year();  
Bulan=now.month();  
Tanggal=now.day();
```

Jam, Menit, Detik, Tahun, Bulan dan Tanggal merupakan variabel - variabel yang digunakan oleh Arduino untuk mengambil nilai jam, menit, detik,

tahun, bulan dan tanggal yang tersimpan di dalam modul RTC DS1307 sehingga dapat dilakukan kalkulasi di dalam program Arduino.

Langkah keenam, menentukan Mazhab yang digunakan dalam menentukan waktu shalat dengan potongan program sebagai berikut:

```
set_calc_method(MWL);  
set_asr_method(Shafii);  
set_high_lats_adjust_method(AngleBased);  
set_fajr_angle(20);  
set_isha_angle(18);  
get_prayer_times(now.year(), now.month(),  
now.day(), _lat, _lng, _time_zone, waktu);
```

Langkah terakhir adalah menyatukan potongan - potongan program tersebut menjadi satu - kesatuan sehingga menghasilkan suatu program yang dapat menampilkan penunjuk waktu (jam) dan penunjuk waktu shalat secara otomatis dengan tepat tanpa melakukan perubahan setiap tahunnya.

4. KESIMPULAN

Dari Hasil dan Pembahasan yang telah dilakukan, dapatlah kita simpulkan bahwa mikrokontroler Arduino yang dibantu dengan library tambahan berupa RTCLib dan PrayerTime dapat kita gunakan untuk merancang penunjuk waktu shalat secara otomatis tanpa perlu direpotkan untuk melakukan perubahan data setiap tahunnya, serta dengan menambahkan indikator buzzer dapat kita gunakan sebagai pengingat kita saat telah memasuki waktu shalat agar kita dapat melaksanakan shalat tepat waktu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudjadi, Darmawan and Darjat, "Rancang Bangun Jam Digital Waktu Shalat Berbasis Mikrokontroler AT89S52," *Transient*, 2013.
- [2] S. Suparta, "Implementasi Kurikulum Muatan Lokal PAI Tingkat SMP di Kabupaten Bangka Tengah Kepulauan Bangka Belitung," *Nadwa*, 2015.
- [3] R. Ibrahim, "Manajemen Pendidikan Akhlakul Karimah (Studi pada Madrasah Aliyah Tahfidzul Qur ' an Pondok Pesantren ' Isy Karima Kabupaten Karanganyar)," *Al-Qalam*, 2010.
- [4] S. R. Anton Yudhana, Abdul Fadlil, "Rancang Bangun Jadwal Sholat Digital Terkendali Android," *Semantikom*, 2017. .
- [5] dan B. A. P. Dewandra Danishwara, Ary M. Shiddiqi, "Rancang Bangun Aplikasi ' Smart Android for Moslem ' Berbasis Lokasi

- Pengguna," *J. Tek. POMITS Vol.*, 2013.
- [6] N. J. Wilimovsky, "Misuses of the Term 'Julian Day,'" *Trans. Am. Fish. Soc.*, 2009.
- [7] J. L. Jyoti, A. M. Shelton, and J. Barnard, "Evaluation of Degree-Day and Julian-Day Logistic Models in Predicting Cabbage Maggot (Diptera: Anthomyiidae) Emergence and Flight in Upstate New York," *J. Entomol. Sci.*, 2017.
- [8] "Julian Day Callendar," *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 1924.
- [9] R. Akbar, "PERHITUNGAN DATA EPHEMERIS KOORDINAT MATAHARI MENGGUNAKAN ALGORITMA JEAN MEEUS HIGHER ACCURACY DAN KETERKAITANNYA DENGAN PENGEMBANGAN ILMU FALAK," *J. Ilm. Islam Futur.*, 2017.
- [10] S. Sakirman, "MENELISIK METODOLOGI HISAB-RUKYAT DI INDONESIA," *HUNafa J. Stud. Islam.*, 2011.
- [11] A. Junaidi, "PENYATUAN ZONA WAKTU INDONESIA DAN IMPLIKASINYA PADA WAKTU IBADAH," *Justicia Islam.*, 2016.