

BAB III

**SISTEM HISAB AWAL WAKTU SALAT DALAM PROGRAM JAM
WAKTU SALAT LED.**

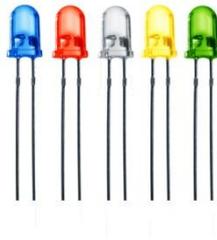
A. Program LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Diode*, merupakan satu komponen elektronik yang sudah sangat familier dalam kehidupan manusia saat ini. Banyak fungsi penggunaan yang bisa diterapkan dengan menggunakan teknologi ini, seperti televisi, komputer, proyektor, LCD dan berbagai perangkat elektronik lainnya. LED biasanya digunakan sebagai indikator bahwa sistem sedang berjalan atau berada dalam proses kerja, LED juga bisa digunakan sebagai sarana atau media penampil informasi. LED banyak digunakan karena konsumsi daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar.

Pada dasarnya LED merupakan komponen elektronik yang terbuat dari dioda (bahan elektronik semi konduktor) yang mampu memancarkan cahaya. Keunggulan yang paling utama dari LED adalah konsumsi listrik yang rendah, dan memiliki daya tahan yang cukup lama, keunggulan ini membuat LED marak digunakan sebagai lampu indikator pada banyak peralatan elektronik, namun LED juga mempunyai kelemahan, yaitu intensitas cahaya yang dihasilkan termasuk kecil. Kelemahan ini membatasi LED untuk digunakan sebagai lampu penerangan, namun belakangan ini LED mulai dilirik untuk keperluan penerangan, terutama untuk rumah-rumah di kawasan

terpencil yang menggunakan listrik dan energi terbaru (surya, angin *hidropower*, dll). Alasannya sederhana, konsumsi listrik LED yang kecil sesuai dengan kemampuan sistem pembangkit listrik yang juga kecil.

Gambar 3 : Lampu LED⁷³



Sejarah perkembangan LED berawal dari tahun 1960-an. Dimulai dengan temuan dari Henry Joseph Round, seorang insinyur asal Inggris yang merupakan asisten dari Guglielmo Marconi (penemu radio), namun pada penemuan awal ini LED yang diciptakan oleh Round mempunyai material yang sangat sulit untuk dikontrol prosesnya, dan tidak mempunyai kualitas yang baik. Warna yang dihasilkan oleh setiap satuan LED juga hanya satu warna.⁷⁴

Pada tahun 1990-an, seorang fisikawan elektronik asal Jepang yakni Shuji Nakamura berhasil membuat LED yang terbuat dari substrat *galium nitrida* yang dapat diolah menjadi berbagai warna, sehingga satuan LED tidak hanya menghasilkan satu warna saja, tetapi berbagai warna. Penemuan ini ditemukan oleh Shuji Nakamura sewaktu dia berkarier di perusahaan Nichia Corporation Jepang.

⁷³<http://s3.amazonaws.com/img.iluria.com/product/27A956/5E0109/850xN.jpg> diakses pada 08 November 2016 pukul 21:43 WIB

⁷⁴ E. Fred Schubert, *Light-Emitting Diodes*, Britania Raya : Cambridge University Press, tt. hlm. 2.

Riset-riset mutakhir menunjukkan hasil yang lebih baik lagi. Kini LED mampu menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik yang tetap kecil. Berita terakhir adalah ditemukannya OLED (Organic LED) oleh Stephen Forrest dari Universty of Michigan. Beliau menggunakan kombinasi kisi dan cermin berukuran mikro yang mampu memantulkan dan melipatgandakan cahaya yang ada di dalam LED.⁷⁵

Macam-macam LED :⁷⁶

1. *Dioda Emitter* Cahaya

Sebuah dioda emisi cahaya yang dapat mengubah arus listrik langsung menjadi cahaya. Dengan mengubah-ubah jenis dan jumlah bahan yang digunakan untuk bidang temu P-N. LED dapat dibentuk agar dapat memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Warna yang biasa dijumpai adalah merah, hijau dan kuning.

2. LED Warna Tunggal

LED warna tunggal adalah komponen yang paling banyak dijumpai. Sebuah LED warna tunggal mempunyai bidang temu P-N pada satu keping silikon. Sebuah lensa menutupi bidang temu PN tersebut untuk memfokuskan cahaya yang dipancarkan.

3. LED Tiga Warna Tiga Kaki

Satu kaki merupakan *anoda* bersama dari kedua LED. Satu kaki dihubungkan ke *katoda* LED merah dan kaki lainnya dihubungkan ke *katoda* LED hijau. Apabila *anoda* bersamanya dihubungkan ke bumi,

⁷⁵ E. Fred Schubert, *Light...*, hlm. 13.

⁷⁶ Gilbert Held, *Introduction to Light Emitting Diode Technology and Application*, New York : CRC Press, 2006. hlm. 84

maka suatu tegangan pada kaki merah atau hijau akan membuat LED menyala. Apabila satu tegangan diberikan pada kedua *katoda* dalam waktu yang bersama, maka kedua LED akan menyala bersama-sama. Pencampuran warna merah dan hijau akan menghasilkan warna kuning.

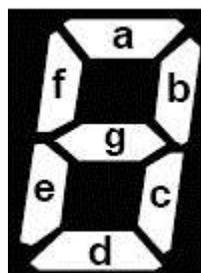
4. LED Tiga Warna Dua Kaki

Disini, dua bidang temu PN dihubungkan dalam arah yang berlawanan. Warna yang akan dipancarkan LED ditentukan oleh polaritas tegangan pada kedua LED. Suatu sinyal yang dapat mengubah polaritas akan menyebabkan kedua LED menyala dan menghasilkan warna kuning.

5. LED Seven Segmen

Biasanya digunakan untuk menampilkan angka berupa angka 0 sampai 9, angka – angka tersebut dapat ditampilkan dengan mengubah nyala dari 7 Segmen yang ada pada LED. LED ini biasanya digunakan untuk berbagai alat elektronik seperti papan informasi suhu, papan informasi kurs mata uang, papan skor.

Gambar 4 :LED Seven Segmen⁷⁷



⁷⁷http://3.bp.blogspot.com/-cyOoJS-xqAl/Tia_YfTeGI/AAAAAAAAAY/qNeFVUhp5U/w1200-h630-p-nu/Untitled.png diakses pada 8 November 2016 pukul 22 : 00 WIB

6. LED *Matrix*

Jenis LED ini sangat populer digunakan untuk menampilkan teks baik statis, animasi dan gambar. LED ini terdiri atas kumpulan beberapa LED yang disusun dan diatur dalam baris dan kolom berbentuk persegi panjang.

Gambar 5 : LED *Matrix*⁷⁸

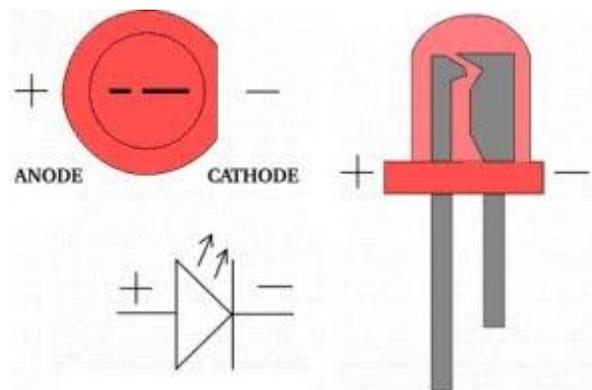


Cara Kerja LED adalah sebagai berikut, karena LED adalah salah satu jenis dioda maka LED memiliki 2 kutub yaitu *anoda* dan *katoda*. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari *anoda* menuju *katoda*. Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala. LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan 10mA-20mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5 V menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20mA

⁷⁸<http://www.electan.com/images/16x32Ultrathin.jpg> diakses pada 9 November 2016 pukul 12 : 44 WIB

maka LED akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.⁷⁹

Gambar 5 : Alur Kerja LED⁸⁰



B. Perhitungan awal waktu Salat dalam Program JamWaktu Salat LED

Diantara satu manfaat LED yang biasa digunakan adalah untuk penayangan informasi, seperti : papan informasi suhu, papan informasi kurs mata uang, papan skor, dan juga papan jadwal waktu salat.

Ada beberapa produsen LED yang membuat program jam waktu salat LED yang diambil penulis untuk dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini, yaitu Duwi Arsana dari Bali yang penulis analisis algoritma yang digunakannya dalam Jam Waktu Salat, sedangkan data dari SA LED yang berada di Kendal dan Sholato LED di Solo penulis jadikan sampel uji keakuratan Waktu Salat dan penulis bandingkan dengan perhitungan Waktu Salat milik Kemenag.

⁷⁹ Daniel R. Person, dkk. *In The Matter of Certain Light-Emitting Diodes and Products Containing Same*, Washington DC : U.S. International Trade Commission, 2007. Hlm 72.

⁸⁰ <http://www.science.smith.edu/dftwiki/images/thumb/4/4d/LEDPolarity.jpg/350px-LEDPolarity.jpg> diakses pada tanggal 09 November 2016 pukul 12 : 51 WIB

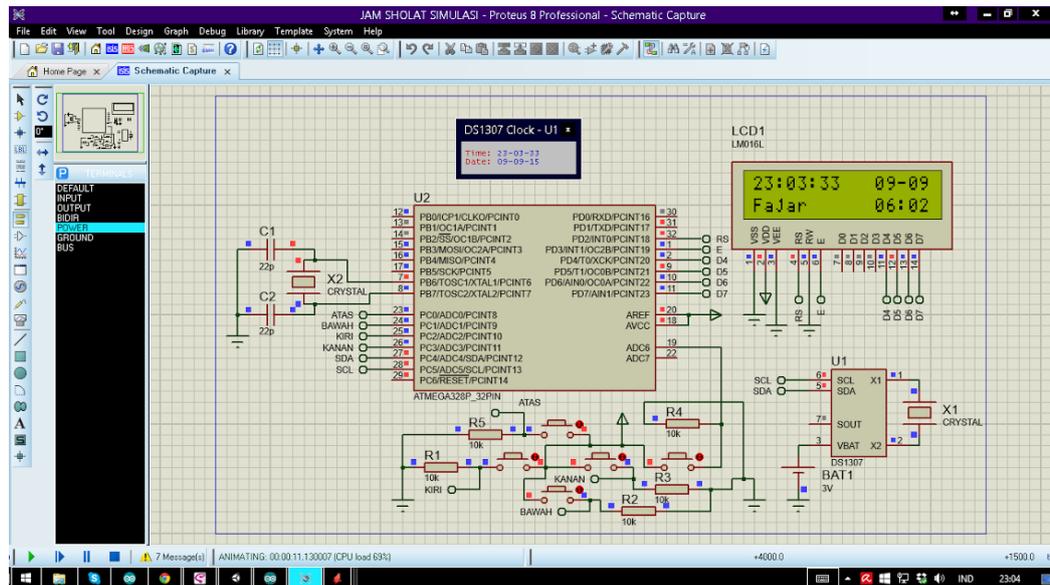
Dari macam-macam LED yang telah disebutkan diatas, Program Waktu Salat LED dapat diterapkan di 2 macam jenis LED, yaitu LED *Seven Segmen* dan LED *Matrix*. Program waktu salat yang memang hasilnya berbasis angka atau jam memungkinkan dijadikannya LED *Seven Segmen* sebagai sarana penampil jam waktu salat. Begitu juga dengan LED *Matrix* yang hampir semua data dapat dimasukkan ke dalam jenis LED ini, maka sangat memungkinkan untuk dijadikan sebagai sarana penampil jam waktu salat.

Setelah penulis menelusuri lebih lanjut mengenai rumus atau algoritma perhitungan waktu salat dalam jam waktu salat LED ini, penulis hanya berhasil mendapatkan satu rumus atau algoritma, yakni rumus dari Duwi Arsana LED yang berada di Bali. Untuk rumus jam salat LED milik SA-Led dan juga Sholato LED dirahasiakan oleh pemiliknya dan penulis tidak diperbolehkan untuk mengkaji lebih lanjut. Oleh karena itu dalam penelitian ini dikhususkan lagi ke dalam algoritma perhitungan jam waktu salat LED milik Duwi Arsana LED.

Gambar 6 : Perancangan Algoritma dalam Jam Waktu Salat LED Duwi

Arsana LED⁸¹

⁸¹<http://duwiarsana.com/download-coding-jam-sholat-led-matrix/> diakses pada tanggal 7 November 2016 pukul 18:45



Algoritmanya jam waktu salat LED adalah sebagai berikut .⁸²

```
doubledegToRad(doubledegree)
{
return ((3.1415926 / 180) * degree);
}

doubleradToDeg(double radian)
{
return (radian * (180/3.1415926));
}

double moreLess360(doublevalue)
{
while(value > 360 || value < 0)
{
```

⁸²Algoritma penulis dapatkan dari wawancara via instagram dengan DuwiArsana pada tanggal 6 Februari 2016, pukul 16:28, algoritmanya juga bisa diakses di <http://duwiarsana.com/download-coding-jam-sholat-led-matrix/>

```
if(value> 360)
value -= 360;
elseif (value<0)
value += 360;
    }
returnvalue;
}

double moreLess24(doublevalue)
{
while(value> 24 || value< 0)
    {
if(value> 24)
value -= 24;
elseif (value<0)
value += 24;
    }
returnvalue;
}

voiddoubleToHrMin(doublenumber, int&hours, int&minutes)
{
hours = floor(moreLess24(number));
minutes = floor(moreLess24(number - hours) * 60);
}
```

```

void calcPrayerTimes(int year, int month, int day,
double longitude, double latitude, int timeZone,
double fajrTwilight, double ishaTwilight,
double& fajrTime, double& sunRiseTime, double& zuhrTime,
double& asrTime, double& magribTime, double& ishaTime)
{
double D = (367 * year) - ((year + (int)((month + 9) / 12)) * 7 / 4) +
(((int)(275 * month / 9)) + day - 730531.5);
double L = 280.461 + 0.9856474 * D;
L = moreLess360(L);
double M = 357.528 + (0.9856003) * D;
M = moreLess360(M);
double Lambda = L + 1.915 * sin(degToRad(M)) + 0.02 * sin(degToRad(2 *
M));
Lambda = moreLess360(Lambda);
double Obliquity = 23.439 - 0.0000004 * D;
double Alpha = radToDeg(atan((cos(degToRad(Obliquity)) *
tan(degToRad(Lambda))))));
Alpha = moreLess360(Alpha);
Alpha = Alpha - (360 * (int)(Alpha / 360));
Alpha = Alpha + 90 * (floor(Lambda / 90) - floor(Alpha / 90));
double ST = 100.46 + 0.985647352 * D;

```

```

doubleDec = radToDeg(asin(sin(degToRad(Obliquity)) *
sin(degToRad(Lambda))));

doubleDurinal_Arc = radToDeg(acos((sin(degToRad(-0.8333)) -
sin(degToRad(Dec)) * sin(degToRad(latitude))) / (cos(degToRad(Dec)) *
cos(degToRad(latitude))));

doubleNoon = Alpha - ST;

Noon = moreLess360(Noon);

doubleUT_Noon = Noon - longitude;

////////////////////////////////////

// CalculatingPrayerTimesArcs&Times //

////////////////////////////////////

// 2) Zuhr Time [Localnoon]

zuhrTime = UT_Noon / 15 + timeZone;

// Asr Hanafi

//doubleAsr_Alt =radToDeg(atan(2+tan(degToRad(latitude - Dec))));

//doubleAsr_Alt =radToDeg(atan(1.7+tan(degToRad(latitude - Dec))));

// AsrShafii

doubleAsr_Alt = radToDeg(atan(1 + tan(degToRad(latitude - Dec))));

doubleAsr_Arc = radToDeg(acos((sin(degToRad(90 - Asr_Alt)) -
sin(degToRad(Dec)) * sin(degToRad(latitude))) / (cos(degToRad(Dec)) *
cos(degToRad(latitude))));

Asr_Arc = Asr_Arc / 15;

// 3) Asr Time

```

```

asrTime = zuhrTime + Asr_Arc;

// 1) Shorouq Time

sunRiseTime = zuhrTime - (Durinal_Arc / 15);

// 4) Magrib Time

magribTime = zuhrTime + (Durinal_Arc / 15);

doubleEsha_Arc = radToDeg(acos((sin(degToRad(ishaTwilight)) -
sin(degToRad(Dec)) * sin(degToRad(latitude))) / (cos(degToRad(Dec)) *
cos(degToRad(latitude))))));

// 5) Isha Time

ishaTime = zuhrTime + (Esha_Arc / 15);

// 0) Fajr Time

doubleFajr_Arc = radToDeg(acos((sin(degToRad(fajrTwilight)) -
sin(degToRad(Dec)) * sin(degToRad(latitude))) / (cos(degToRad(Dec)) *
cos(degToRad(latitude))))));

fajrTime = zuhrTime - (Fajr_Arc / 15);

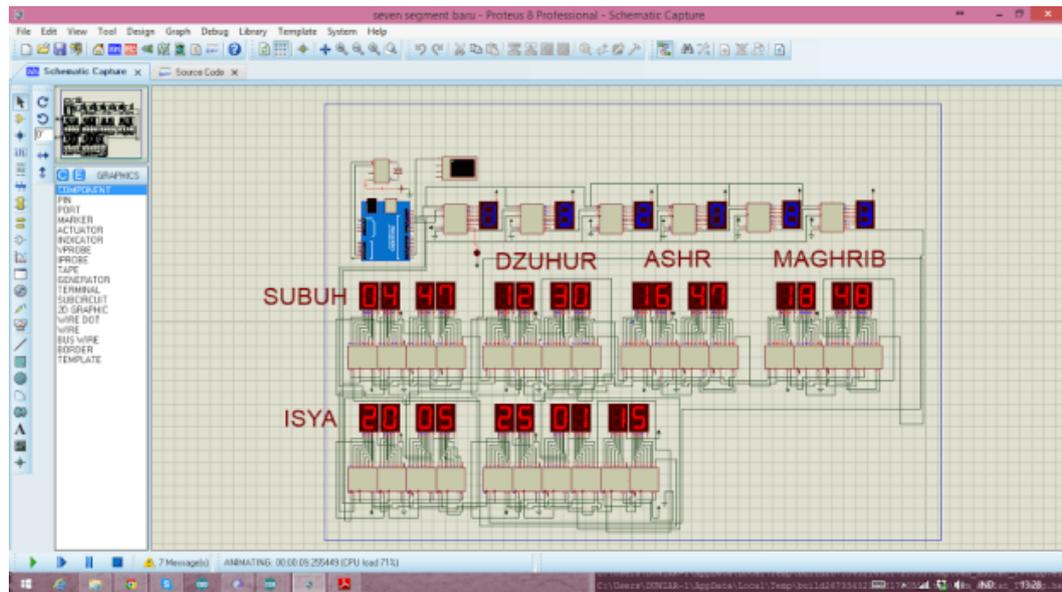
return;

}

```

Gambar 7 : Penerapan perhitungan Jam Waktu Salat dalam LED⁸³

⁸³<http://duwiarsana.com/download-coding-jam-sholat-led-matrix/> diakses pada tanggal 7 November 2016 pukul 18:59



Kode-kode tersebut merupakan hasil olahan program waktu salat berbasis bahasa C yang *syntax*-nya telah disederhanakan. Program waktu salat ini dibuat untuk LED *Matrix* dan dikemas dalam sebuah aplikasi, yaitu Arduino Uno.

Dari kode tersebut dapat diterjemahkan ke dalam bahasa matematis sebagai berikut :

Degree ke Radian = $(3.1415926/180) \times \text{Nilai Degrees}$

Radian ke Degree = $\text{Nilai Radian} \times (180/3.1415926)$

Kadaan Nilai lebih dari 360

Jika > 360 maka dikurangi 360

Jika < 0 maka ditambah 360

Kadaan Nilai lebih dari 24

Jika > 24 maka dikurangi 24

Jika < 0 maka ditambah 24

Jam = $\text{int}(\text{jam desimal})$, dengan jam tidak boleh lebih dari 24

Menit = $(\text{int}(\text{jam desimal} - \text{jam})) * 60$

D = $(367 * \text{tahun}) - ((\text{tahun} + (\text{int}(\text{bulan} + 9 / 12))) * 7 / 4) +$
 $((\text{int}(275 * \text{bulan} / 9))) + \text{hari} - 730531.5)$

L = $280.461 + 0.9856474 * D$, dengan L tidak boleh lebih dari
 360

M = $357.528 + 0.9856003 * D$, dengan M tidak boleh lebih dari
 360

Lambda = $L + 1.1915 * \sin(M) + 0.02 * \sin(2 * M)$, dengan M diubah
 menjadi bentuk radian, dan lambda tidak boleh lebih dari
 360

Obliquity = $23.439 - 0.00000004 * D$

Tan Alpha = $\cos(\text{obliquity}) * \tan(\text{Lambda})$, dengan obliquity dan Lambda
 diubah menjadi radian, alpha diubah menjadi degree, dan
 alpha tidak boleh lebih dari 360

Alpha 1 = $\text{alpha} - (360 * (\text{int}(\text{alpha}/360))$

Apha 2 = $\text{alpha 1} + 90 * (\text{int}(\text{lambda}/90) - \text{int}(\text{alpha}/90))$

ST = $100.46 + 0.985647352 * D$

Sin Dek = $\sin(\text{obliquity}) * \sin(\text{Lambda})$, dengan obliquity dan lambda diubah menjadi radian dan dek diubah menjadi bentuk degree

CosDurinal = $\sin(-0.8333) - \sin(\text{dek}) * \sin(\text{lintang tempat}) / \cos(\text{dek}) * \cos(\text{lintang tempat})$

Noon = $\alpha 2 - ST$

UT Noon = $\text{Noon} - \text{Longitude}$

1. Waktu Zuhur

Zuhur = $\text{UT Noon} / 15 + \text{zona waktu}$

2. Waktu Asar

a. AsarHanafi

- Versi 1

Tan Tinggi asar = $2 + \tan(\text{lintang tempat} - \text{dek})$, dengan lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan tinggi asar diubah ke degree

- Versi 2

Tan Tinggi asar = $1.7 + \tan(\text{lintang tempat} - \text{dek})$, dengan lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan tinggi asar diubah ke degree

b. AsarSyafii

Tan Tinggi asar = $1 + \tan (\text{lintang tempat} - \text{dek})$, dengan lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan tinggi asar diubah ke degree

Cos sudut Asar = $\sin (90\text{-tinggi asar}) - \sin (\text{dek}) * \sin (\text{lintang tempat}) / \cos (\text{dek}) * \cos (\text{lintang tempat})$, dengan tinggi asar, lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan sudut asar diubah ke degree

Asar = $\text{Zuhur} + \text{sudut asar} / 15$

3. Waktu Terbit

Terbit = $\text{Zuhur} - (\text{Durinal}/15)$

4. Waktu Magrib

Magrib = $\text{Zuhur} + (\text{Durinal}/15)$

5. Waktu Isya

Cos sudut Isya = $\sin (\text{tinggi isya}) - \sin (\text{dek}) * \sin (\text{lintang tempat}) / \cos (\text{dek}) * \cos (\text{lintang tempat})$, dengan tinggi isya, lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan sudut isya diubah ke degree

Isya = $\text{Zuhur} + \text{sudut asar} / 15$

6. Waktu Subuh

$\text{Cos sudut subuh} = \sin(\text{tinggi subuh}) - \sin(\text{dek}) * \sin(\text{lintang tempat}) / \cos(\text{dek}) * \cos(\text{lintang tempat}),$
 dengan tinggi subuh, lintang tempat dan dek diubah ke radian, dan sudut subuh diubah ke degree

$\text{Subuh} = \text{Zuhur} + \text{sudut subuh} / 15^{84}$

Dari rumus tersebut maka dapat diketahui alur dan algoritma dari perhitungan waktu salat tersebut, yakni sebagai berikut :

1. Mencari beberapa data :
 - a. Waktu (Tanggal, Bulan, Tahun)
 - b. Lintang Tempat
 - c. Bujur Tempat
 - d. Zona Waktu
 - e. Tinggi Isya
 - f. Tinggi Subuh
2. Menghitung logika perubahan degree ke radian dan sebaliknya
3. Menghitung logika nilai minimal/maksimal satuan DMS (degree, minute, second) dengan batas 0 s/d 360, maupun HMS (hour, minute, second) dengan batas 0 s/d 24
4. Menghitung logika perubahan dari desimal ke HMS (hour, minute, second)

⁸⁴ Dalam menghitung waktu Subuh adalah Zuhur + sudut subuh / 15, hal ini berlaku apabila nilai sudut subuh yang digunakan adalah bernilai minus.

5. Mengonversikan waktu lokal menjadi waktu universal (UT), dan kemudian menghitung waktu abad Julian, dengan rumus :

$$D = (367 * tahun) - ((tahun + (\text{int}(\text{bulan} + 9 / 12))) * 7 / 4) + ((\text{int}(275 * \text{bulan} / 9))) + \text{hari} - 730531.5$$

6. Menghitung bujur Matahari rata-rata

$$L = 280.461 + 0.9856474 * D$$

7. Menghitung anomali rata-rata Matahari

$$M = 357.528 + 0.9856003 * D$$

8. Menghitung bujur ekliptika Matahari

$$\lambda = L + 1.1915 * \sin(M) + 0.02 * \sin(2 * M)$$

9. Menghitung obliquity

$$O = 23.439 - 0.00000004 * D$$

10. Mengonversikan posisi Matahari dalam koordinat ekliptika (bujur ekliptika) ke posisi Matahari dalam koordinat ekuator (*ascensio recta* dan deklinasi), dan juga mencari *Sidereal Time*

$$\tan \alpha = \cos(O) * \tan(\lambda)$$

$$\alpha 1 = \alpha - (360 * (\text{int}(\alpha / 360)))$$

$$\alpha 2 = \alpha 1 + 90 * (\text{int}(\lambda / 90) - \text{int}(\alpha 1 / 90))$$

$$ST = 100.46 + 0.985647352 * D$$

$$\sin \delta = \sin(O) * \sin(\lambda)$$

11. Menghitung tinggi Matahari pada saat terbenam / terbit

$$\cos \text{Durinal} = \sin(-0.8333) - \sin(\delta) * \sin(\varphi^x) / \cos(\delta) * \cos(\varphi^x)$$

12. Menghitung waktu tengah hari UT

$$\text{Noon} = \alpha 2 - ST$$

$$\text{UT Noon} = \text{Noon} - \lambda^x$$

13. Menghitung waktu salat zuhur

$$\text{Zuhur} = \text{UT Noon} / 15 + \text{zona waktu}$$

14. Menghitung waktu salat asar

Dalam menghitung waktu asar ada beberapa acuan yang harus dipilih, yakni asar menurut mazhab Syafii atau Hanafi, untuk Hanafi ada dua versi:

$$\text{Tan ha} = 2 + \tan (\text{latitude} - \text{dek})$$

$$\text{Tan ha} = 1.7 + \tan (\text{latitude} - \text{dek})$$

Sementara untuk syafi'i sebagai berikut :

$$\text{Tan ha} = 1 + \tan (\text{latitude} - \text{dek})$$

$$\text{Cos t} = \sin (90\text{-ha}) - \sin (\delta) * \sin (\varphi^x) / \cos (\delta) * \cos (\varphi^x)$$

$$\text{Ashar} = \text{Zuhur} + t / 15$$

15. Menghitung waktu salat terbit

$$\text{Terbit} = \text{Zuhur} - (\text{Durinal}/15)$$

16. Menghitung waktu salat magrib

$$\text{Maghrib} = \text{Zuhur} + (\text{Durinal}/15)$$

17. Menghitung waktu salat isya

$$\text{Cos t} = \sin (h \text{ Isya}) - \sin (\delta) * \sin (\varphi^x) / \cos (\delta) * \cos (\varphi^x)$$

$$\text{Isya} = \text{Zuhur} + t / 15$$

18. Menghitung waktu salat subuh

$$\text{Cos t} = \sin (h \text{ Shubuh}) - \sin (\delta) * \sin (\varphi^x) / \cos (\delta) * \cos (\varphi^x)$$

$$\text{Shubuh} = \text{Zuhur} + t / 15$$