

## ABSTRAK

Bagi umat Islam khususnya di Malaysia, waktu solat diketahui dengan hanya melihat takwim solat atau merujuk di laman web tertentu seperti JAKIM atau Jabatan-jabatan Mufti Negeri. Selain itu terdapat juga banyak perisian yang dibina untuk mengira waktu solat. Namun begitu, bagi musafir penerbangan keadaannya agak berbeza kerana tidak terdapat takwim waktu solat yang dapat dirujuk dan ini menyukarkan mereka untuk mengetahui waktu solat ketika berada dalam kapal terbang. Objektif kajian ini ialah untuk mengkaji kaedah yang sesuai untuk menentukan waktu solat dalam kapal terbang. Namun begitu, pengkaji memfokuskan kajian terhadap kaedah penentuan waktu solat Isyak dan Subuh sahaja. Pengkaji mengaplikasikan kaedah saintifik untuk mengetahui waktu hilang mega merah (awal waktu Isyak) dan terbitnya fajar sadiq (awal waktu Subuh) iaitu dengan menggunakan alat pengukur kecerahan langit iaitu *Sky Quality Meter Lens-USB* (SQM-LU). Graf kemudiannya diplot dan waktu Isyak serta Subuh diketahui melalui graf tersebut. Waktu Isyak adalah apabila nilai bacaan *Magnitude Per Square Arc Second* (MPSAS) menaik dan mula mendatar. Waktu Subuh pula bermula apabila nilai bacaan MPSAS mula mendatar sebelum menurun. Setelah waktu solat diketahui, nilai jarak zenith matahari bagi Isyak dan Subuh untuk setiap penerbangan dikira. Hasil kajian, menunjukkan jarak zenit matahari bagi bermulanya waktu Isyak ialah antara  $106^{\circ}$  hingga  $108^{\circ}$ . Jarak zenit matahari bagi awal waktu Subuh pula ialah antara  $107^{\circ}$  hingga  $110^{\circ}$ .

## **ABSTRACT**

*All Muslims especially in Malaysia will find it easy to know the prayer times as they can refer to prayer time schedule or by searching the JAKIM or any Islamic Institution's website. In addition, there are lots of software that can calculate prayer times. For those who travel with plane, the situation is quite different for there is no any prayer timetable provided. The main objective of this research is to find a suitable method for determining in flight prayer time. However, this research was only focusing on the study to determine Isha and Subh prayer time. I was applying a scientific method to find the time for al-shafaq al-ahmar disappears (beginning of Isha) and the break time of true dawn or al-fajr al-sadiq (beginning of Subh) by measuring the brightness of the sky using Sky Quality Meter-Lens USB (SQM-LU). From the data the graph of Magnitude Per Square Arc Second (MPSAS) versus time was plotted and researcher can indicate the beginning of Isha and Subh from the graph. Isha prayer time is when the upward value of MPSAS starts being flat with constant readings. On the other hand, researcher can see that the Subh prayer starts when MPSAS readings (horizontal line) flattened before declining. After verifying the prayer time of every flight, the sun zenith distance for Isha and Subh can be calculated. Results show that the sun zenith distance for Isha is between  $106^{\circ}$  to  $108^{\circ}$ . Researcher also found that for the al-fajr al-sadiq rising, the sun zenith distance was range between  $108^{\circ}$  and  $110^{\circ}$ .*

## PENGHARGAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani.

Alhamdulillah, segala puji-pujian bagi Tuhan Sekalian Alam yang mencipta segala hidupan di bumi dan angkasa raya. Selawat dan salam ke atas Rasulullah tercinta Nabi Muhammad SAW. Iringan doa buat para sahabat r.a serta para mujahidin fi sabilillah. Dengan penuh rasa rendah diri, dirafa'kan setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Ilahi 'Azzawajalla kerana atas kurnia rahmat dan inayahNya dapat penulis menyiapkan dan menyempurnakan disertasi “Penentuan Waktu Solat Isyak dan Subuh dalam Kapal Terbang menggunakan *Sky Quality Meter-Lens USB (SQM-LU)*: Kajian berdasarkan Carta Perjalanan Kapal Terbang MAS” ini. Semoga usaha penulis yang kecil ini mendapat naungan rahmatNya serta memberi manfaat kepada semua.

Dengan kesempitan ruang yang ada, penulis ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia yang dikasihi dan disanjung Dr Saadan Man dan Prof. Dato Dr. Mohd Zambri bin Zainuddin kerana telah meluangkan masa dan tenaga untuk membimbing serta memberi tunjuk ajar yang berguna sepanjang usaha menyiapkan disertasi ini.

Sekalung penghargaan buat Kapten Zaim Khalid (Juruterbang Malaysia Airlines), atas ihsan beliau membantu penulis untuk mengumpul data selama beberapa bulan bagi melengkapkan kajian ini. Kepada Kapten Kamarudin, Kapten Shahrom, Kapten Mohd Radzi, Encik Mohsin, dan Puan Khadijah jutaan terima kasih di atas perkongsian idea dan maklumat serta kerjasama yang telah diberikan. Tidak lupa juga

kepada Puan Hakimah (PA Kapten Kamarudin), juruterbang lain yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, serta individu di Malaysia Airlines yang telah membantu penulis secara langsung atau tidak langsung sepanjang tempoh kajian, syukran jazilan lakum. Jasa kalian akan penulis kenang selagi hayat dikandung badan.

Selautan kasih dan sayang kepada mak dan ayah yang berusaha membesarkan dan mendidik penulis tanpa mengungkit penat lelah serta tak jemu memberi sokongan moral kepada penulis sepanjang menyiapkan disertasi ini. Semoga kalian sentiasa dirahmati Allah dan mendapat perlindungan dariNya. Sekudus doa buat Allahyarham tokwan tersayang, yang sentiasa menjadi inspirasi hidupku, ingatanku tidak pernah luntur terhadapmu. Moga Allah mencucuri rahmat ke atas rohnyanya. Untuk angah, kaccik, ancik, dikya dan manja, terima kasih atas dorongan dan sokongan kalian, semoga kasih sayang antara kita tidak akan luntur malah semakin subur dibajai cintaNya.

Buat sahabat-sahabat sepengajian falak terutamanya Kak Jannah, Kak Adek, serta rakan-rakan yang terlibat secara langsung dan tidak langsung, syukran jazilan lakum. Semoga semangat juang kita dalam lapangan ilmu ini takkan luntur sampai akhir hayat. Ucapan terima kasih juga buat senior falak (Kak Dijah, Kak Raihana, Kak Huda, Mat Nawi, Maddin) dan junior falak atas sokongan dan dorongan yang diberikan, semoga ikatan ukhuwah yang terbina akan kekal selamanya.

Juga sebuah penghormatan dan ucapan terima kasih juga penulis huluskan kepada pensyarah Puan Nazhatulshima serta Pembantu Penyelidik Makmal Fizik Angkasa iaitu Shamim, William, Kak Saedah, dan Joko yang telah memberikan input-input yang berguna sepanjang usaha menyiapkan kertas projek ini.

Akhir sekali, penulis memohon keampunan dari Allah di atas segala kesilapan dan kesalahan yang tidak disengajakan yang mungkin terdapat dalam disertasi ini.

Sekian, Wassalam

Setulus Ikhlas :

Noor Hidayah Mohd Zulkifli

No 31, Kampung Parit Haji Dollah,

32020, Lekir, Sitiawan,

Perak Darul Ridzuan.

@

Kolej Kediaman Raja Dr. Nazrin Shah,

Universiti Malaya,

50603 Kuala Lumpur,

[bonda\\_86@yahoo.com](mailto:bonda_86@yahoo.com)

013-4425285

## ISI KANDUNGAN

<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
<b>PRELIMINARI</b>	
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI GRAF	xi
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI JADUAL	xv
SENARAI SIMBOL DAN KEPENDEKAN	xvi
PANDUAN TRANSLITERASI	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xx
<b>BAB SATU</b>	
<b>Pengenalan</b>	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Masalah Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	6
1.4 Hipotesis Kajian	6
1.5 Skop Kajian	6
1.6 Kepentingan Kajian	7
1.7 Sorotan Kajian Lepas	8
1.8 Kekangan Kajian	12
1.9 Metodologi Kajian	13
1.9.1 Metodologi Pengumpulan Data	13
1.9.1.1 Metod Dokumentasi dan Penyelidikan Perpustakaan	14

1.9.1.2	Metod Penyelidikan Lapangan	15
1.9.2	Metodologi Analisis Data	16
1.9.2.1	Metod Induktif	16
1.9.2.2	Metod Deduktif	16
1.10	Penutup	17
<b>BAB DUA</b>		
<b>PENENTUAN WAKTU SOLAT DAN RUKHSAHNYA TERHADAP MUSAFIR</b>		
2.1	Pendahuluan	19
2.2	Rukhsah Solat Bagi Musafir Menurut Fiqh	23
2.2.1	Pengertian <i>Safar</i>	23
2.2.2	Solat Qasar	25
2.2.1.1	Tempat Mula Mengqasar Solat	29
2.3	Tafsiran Waktu Solat	31
2.3.1	Zohor	31
2.3.1.1	Dari sudut Fiqh	31
2.3.1.2	Dari sudut Astronomi	34
2.3.2	Asar	36
2.3.2.1	Dari sudut Fiqh	36
2.3.2.2	Dari sudut Astronomi	39
2.3.3	Maghrib	43
2.3.3.1	Dari sudut Fiqh	43
2.3.3.2	Dari sudut Astronomi	45
2.3.4	Isyak	47
2.3.4.1	Dari sudut Fiqh	47
2.3.4.2	Dari sudut Astronomi	48
2.3.5	Subuh	50

2.3.5.1	Dari sudut Fiqh	50
2.3.5.2	Dari sudut Astronomi	50
2.4	Isu-isu Berkaitan Waktu Solat	52
2.4.1	Penentuan Waktu Solat di Negara-negara Latitud Tinggi	52
2.4.2	Waktu Solat di Angkasa	56
2.5	Kesimpulan	58

## **BAB TIGA**

### **FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENENTUAN WAKTU SOLAT DALAM PENERBANGAN**

3.1	Pendahuluan	59
3.2	Pergerakan Ketara Matahari dan Kaitannya dengan Penentuan Waktu Solat	59
3.2.1	Putaran Bumi dan Pergerakan Ketara Matahari	61
3.2.2	Sistem Koordinat Ufuk	67
3.2.3	Pembetulan Altitud Matahari	69
3.2.4	Ufuk	70
3.2.5	Junaman Ufuk	71
3.2.6	Fajar	73
3.3	Zon Waktu Dunia	75
3.3.1	Waktu	75
3.3.2	Waktu Piawai dan Sejarah Pembentukan Zon Waktu Dunia	76
3.3.3	Konsep Zon Waktu Dunia	78
3.3.4	Waktu Greenwich	82
3.4	<i>Daylight Saving Time</i>	83
3.5	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penentuan Waktu Solat semasa Penerbangan	88



3.5.1 Waktu dan Tarikh Penerbangan	88
3.5.2 Arah Penerbangan (destinasi) dan Zon Waktu Antarabangsa	90
3.5.3 Ketinggian Kapal Terbang	91
3.5.4 Kelajuan Kapal Terbang	94
3.6 Carta Perjalanan Penerbangan MAS	95
3.7 Kesimpulan	100
<b>BAB 4</b>	
<b>PEROLEHAN DATA DAN ANALISIS</b>	
4.1 Pendahuluan	101
4.2 Ijtihad Dalam Menentukan Waktu Solat	101
4.2.1 Petunjuk Awal Waktu Solat	102
4.2.1.1 Kedudukan Matahari	103
4.2.1.2 Panjang Bayang	104
4.2.1.3 Warna Langit	104
4.2.1.4 Keadaan Sekitar	105
4.3 Kaedah Menentukan Waktu Solat Dalam Penerbangan	105
4.3.1 Ijtihad Menentukan Waktu Solat	107
4.3.2 Alternatif Menentukan waktu Solat dalam Pesawat	108
4.4 Perolehan Data	109
4.4.1 Kaedah Pengiraan Waktu Solat Berdasarkan Carta Penerbangan MAS	110
4.5 Analisis Data	114
4.5.1 Graf Waktu Solat: Masa (UTC) melawan MPSAS	115
4.5.1.1 Waktu Isyak	115
4.5.1.2 Waktu Subuh	118
4.5.2 Jadual	128

4.5.2.1 Nilai <i>Magnitude per Square Arc Second</i> (MPSAS)	128
Isyak dan Subuh.	
4.5.2.2 Koordinat Waktu Isyak dan Subuh Berdasarkan Graf	129
4.5.2.3 Perbezaan Waktu Solat berdasarkan Kajian dan MAS	130
( <i>In-Flight Solat Time</i> )	
4.5.3 Pengiraan Waktu Solat Berdasarkan Koordinat	131
4.5.3.1 Pengiraan Waktu Isyak	132
4.5.3.2 Pengiraan Waktu Subuh	134
4.5.4 Pengiraan Jarak Zenith bagi Waktu Solat	144
4.5.4.1 Pengiraan Jarak Zenith Matahari Bagi Waktu Isyak	145
4.5.4.2 Pengiraan Jarak Zenith Matahari Bagi Waktu Subuh	147
4.6 Kesimpulan	157

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN PENUTUP**

5.2 Pendahuluan	166
5.2 Kesimpulan	166
5.3 Saranan	170

<b>BIBLIOGRAFI</b>	xxi
--------------------	-----

### **LAMPIRAN**

#### **SENARAI GRAF**

<b>GRAF</b>		<b>HALAMAN</b>
Graf 4.1	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan London-KL (03 Julai 2011)	115
Graf 4.2	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan London-KL (02 Ogos 2011).	116
Graf 4.3	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan Sydney-KL	117

	(28 Julai 2011).	
Graf 4.4	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Amsterdam (07 Julai 2011).	118
Graf 4.5	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-London (01 Julai 2011).	119
Graf 4.6	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-London (31 Julai 2011).	120
Graf 4.7	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (28 Julai 2011).	121
Graf 4.8	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (11 Ogos 2011).	122
Graf 4.9	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (23 September 2011).	123
Graf 4.10	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (27 Oktober 2011).	124
Graf 4.11	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (13 Februari 2012).	125
Graf 4.12	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan London-KL (14 September 2011).	126
Graf 4.13	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan London-KL (13 November 2011).	127
Graf 4.14	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan London-KL (14/09/2011).	158
Graf 4.15	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-London (31/07/2011).	158
Graf 4.16	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney	160

(28/07/2011).

Graf 4.17	: Perubahan kecerahan langit bagi penerbangan KL-Sydney (13/02/2012).	160
-----------	--	-----

### SENARAI FOTO

<b>FOTO</b>		<b>HALAMAN</b>
Foto 4.1	: Mengukur Bayang Matahari dari dalam Pesawat.	108
Foto 4.2	: Fenomena terbit fajar dari dalam Kapal terbang.	109
Foto 4.3	: SQM-LU (Sky Quality Meter-Lens USB).	110
Foto 4.4	: SQM-LU (Sky Quality Meter-Lens USB).	110
Foto 4.5	: SQM-LU yang dilengkapi dengan <i>holder box</i> .	111
Foto 4.6	: SQM-LU dilekapkan ke cermin tingkap kokpit kapal terbang.	112
Foto 4.7	: Operasi pengambilan data oleh SQM-LU.	112
Foto 4.8	: Operasi pengambilan data oleh SQM-LU.	112

### SENARAI RAJAH

<b>RAJAH</b>		<b>HALAMAN</b>
Rajah 2.1	: Kedudukan matahari bagi waktu-waktu solat.	22
Rajah 2.2	: Altitud matahari ketika panjang bayang istiwa sama dengan panjang tiang	32
Rajah 2.3	: Keratan rentas matahari melintasi meridian.	35
Rajah 2.4	: Matahari ketika istiwa dan ketika masuk waktu Zuhur.	35
Rajah 2.5	: Istiwa dan Asar (pandangan dari zenit).	37
Rajah 2.6	: Panjang bayang ketika masuk waktu Asar.	38
Rajah 2.7	: Panjang bayang ketika Asar.	40
Rajah 2.8	: Kedudukan relatif pencerap O di bumi dalam Sistem Sfera Samawi ketika istiwa, Zuhur, dan Asar	41

Rajah 2.9	: Kedudukan matahari waktu Maghrib.	45
Rajah 2.10	: Kedudukan matahari waktu Isyak.	49
Rajah 2.11	: Kedudukan matahari ketika masuk waktu Subuh.	51
Rajah 3.1	: Bumi berputar dari Barat ke Timur.	61
Rajah 3.2	: Sudut kecondongan bumi pada paksinya.	63
Rajah 3.3	: Laluan ekliptik sepanjang tahun.	63
Rajah 3.4	: Azimuth terbit matahari.	64
Rajah 3.5	: Sistem koordinat ufuk.	68
Rajah 3.6	: Ufuk hakiki dan ufuk sebenar pencerap.	71
Rajah 3.7	: Hubungan antara altitud ketara dan junaman ufuk.	72
Rajah 3.8	: Sudut junaman ufuk.	72
Rajah 3.9	: Zon Waktu Dunia	79
Rajah 3.10	: Peta dunia yang menonjolkan garis longitud.	80
Rajah 3.11	: Siang dan malam kesan dari putaran bumi.	81
Rajah 3.12	: Fenomena empat musim disebabkan kecondongan paksi bumi.	84
Rajah 3.13	: Bumi ketika musim bunga dan musim luruh.	84
Rajah 3.14	: Bumi ketika musim panas di hemisfera Utara.	85
Rajah 3.15	: Waktu tempatan diundurkan sejam.	87
Rajah 3.16	: Geometri junaman ufuk.	91
Rajah 3.17	: OFP Malaysia Airlines (London-Kuala Lumpur) 13 November 2012.	96
Rajah 3.18	: OFP Malaysia Airlines (Kuala Lumpur-Sydney) 13 Februari 2012.	96
Rajah 3.19	: Contoh OFP Malaysia Airlines (Paris ke Kuala Lumpur).	99

## SENARAI JADUAL

<b>JADUAL</b>		<b>HALAMAN</b>
Jadual 3.1	: Kedudukan matahari di awal dan akhir waktu solat.	60
Jadual 3.2	: Tempoh waktu siang ketika musim panas.	85
Jadual 3.3	: Tempoh waktu siang ketika musim sejuk.	86
Jadual 3.4	: Nilai Altitud Matahari di bawah ufuk untuk waktu Isyak dan Subuh.	93
Jadual 4.1	: Hubungan nilai MPSAS dan kecerahan langit.	113
Jadual 4.2	: Awal waktu Isyak dan Subuh serta nilai MPSAS bagi setiap penerbangan.	128
Jadual 4.3	: Latitud dan longitud bagi awal waktu solat Isyak dan Subuh.	129
Jadual 4.4	: Perbandingan awal waktu solat Isyak dan Subuh antara kajian dan perisian <i>In-Flight Solat Time</i> .	130
Jadual 4.5	: Altitud waktu Isyak dan Subuh bagi beberapa buah Negara.	131
Jadual 4.6	: Perbezaan Waktu Solat dari Data Cerapan dan Pengiraan.	144
Jadual 4.7	: Julat jarak zenit matahari bagi waktu Isyak dan Subuh.	157