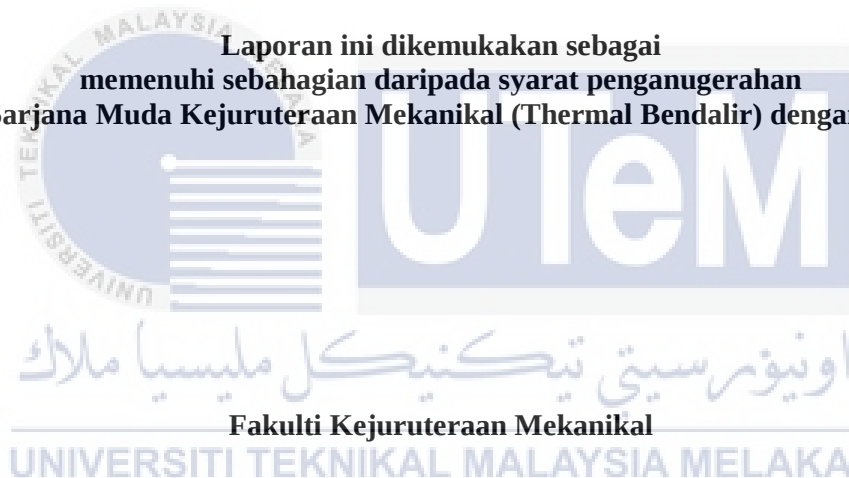


**ANALISIS KESELESAAN TERMAL PADA RUANG PERALIHAN DALAM
KAWASAN BANGUNAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN UJIKAJI**

MOHAMAD IZZAT BIN MOHD MESRI

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Thermal Bendalir) dengan kepujian



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

2017

PENGAKUAN

Saya akui bahawa tesis ini yang bertajuk " Analisis Keselesaan Terma Pada Ruang Peralihan Dalam Kawasan Bangunan Menggunakan Pendekatan Eksperimen" adalah hasil kerja saya sendiri kecuali dinamakan di dalam rujukan



Tandatangan

Nama

Tarikh



:

: Mohamad Izzat Bin Mohd Mesri

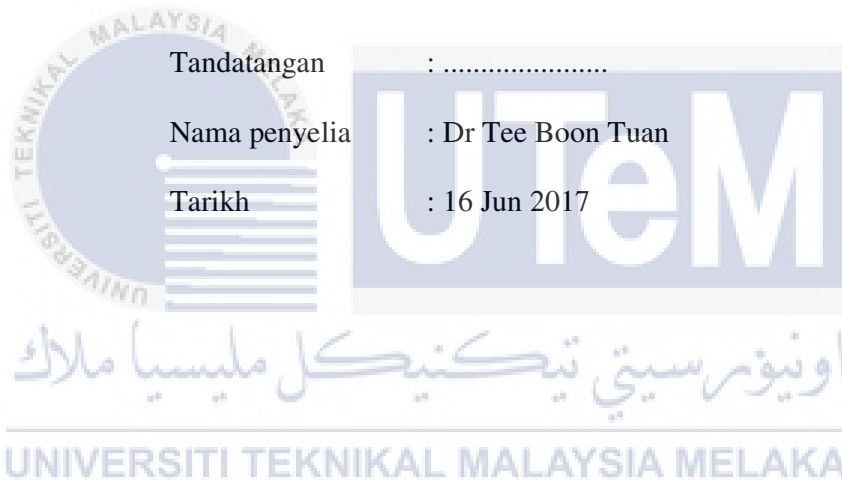
: 16 Jun 2017

اونيورسيتي تېكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

PENGESAHAN PENYELIA

Saya akui bahawa telah membaca tesis ini dan pada pandangan saya tesis ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir) dengan Kepujian.



DEDIKASI

Khas buat Mak dan Ayah



ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate the condition of thermal comfort in the lobby of the Faculty of Mechanical Engineering and the Faculty of Engineering and Technology will compare with the Malaysian Standard MS 1525: 2014 and ASHRAE 55. Variables involved are personal variables of the dress and activities and environment variables the mean radiant temperature, average temperature, air humidity and air speed. Physical measurements were carried out by residents and non-residents of the state. The questionnaire was also conducted during the measurement in the presence of building occupants to determine the level of thermal comfort of the building occupants questionnaire. The measurement results will also be broken down into several parts, namely the analysis of objective measurement, subjective measurements analysis and linear regression between objective measurement and subjective measurements. The analysis of this study, including expectations Average Vote "Predicted Mean Vote" (PMV) and the percentage of dissatisfied expected "Predicted Percentage of Dissatisfied" (PPD) for the measurement of physical and rated the sensation of thermal "thermal sensation vote" (TSV) through subjective evaluation. In addition, linear regression analysis was conducted between PMV and TSV with cooperatives temperature by using SPSS to know the relationship between both data. The measurements revealed that both the lobby not meet the standard and require some modifications in order to meet the standards recommended because in certain periods when the density of the buildings in the lobby FKM and FTK increased, environmental conditions become uncomfortable

INTISARI

Tujuan utama kajian ini adalah untuk menyiasat keadaan keselesaan termal di lobi Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Fakulti Teknologi Kejuruteraan dan akan membandingkan dengan Malaysia Standard MS 1525:2014 dan ASHRAE 55. Antara pembolehubah yang terlibat adalah pembolehubah peribadi iaitu tahap berpakaian dan aktiviti yang dijalankan serta pembolehubah persekitaran iaitu suhu min radian, suhu purata, kelembapan udara dan kelajuan udara. Pengukuran fizikal telah dijalankan dengan penghuni dan tanpa penghuni keadaan. Soal selidik juga telah dijalankan sewaktu pengukuran dengan kehadiran penghuni bangunan bagi mengetahui tahap keselesaan termal penghuni bangunan dari hasil soal selidik. Hasil pengukuran juga akan dipecahkan kepada beberapa bahagian iaitu analisis pengukuran objektif, analisis pengukuran subjektif dan regresi linear diantara pengukuran objektif dan pengukuran subjektif. Analisis kajian ini termasuk Jangkaan Purata Undi "Predicted Mean Vote" (PMV) dan peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka "Predicted Percentage of Dissatisfied" (PPD) untuk ukuran fizikal dan undian sensasi termal "thermal sensation vote" (TSV) melalui penilaian subjektif. Selain itu, analisis regresi linear dalam dijalankan antara PMV dan TSV dengan suhu operasi dengan menggunakan perisian SPSS untuk mengetahui hubungan antara kedua-dua data. Hasil dari pengukuran tersebut mendapati kedua-dua lobi kurang menepati piawaian dan memerlukan sedikit pengubahsuaian supaya menepati piawaian yang disyorkan kerana pada tempoh-tempoh tertentu apabila kepadatan pengguna bangunan di lobi FKM dan FTK meningkat, keadaan persekitaran menjadi kurang selesa.

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang membantu saya dalam menjayakan projek ini. Ucapan jutaan terima kasih kepada penyelia saya Dr. Tee Boon Tuan yang banyak memberi tunjuk ajar, nasihat, pendapat, dan dorongan sepanjang projek ini berlangsung.

Di samping itu, ucapan terima kasih juga kepada Dr Mohamad Firdaus Bin Sukri iaitu pemeriksa kedua yang menilai projek saya ini. Beliau telah membantu saya dalam memberikan cadangan dan nasihat untuk memperbaiki projek saya. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dalam menyediakan alatan dan tempat untuk menjalankan kajian ini dan tidak lupa juga pihak daripada Fakulti Teknologi Kejuruteraan yang sudi memberi kerjasama memberi kebenaran menjalankan kajian di tempat mereka.

Tambahan, ucapan penghargaan kepada penolong jurutera, Encik Asjufri Bin Muhajir, dalam membantu saya untuk pengendalian alat dan pengangkutan sepanjang projek ini berlangsung. Tidak lupa juga kepada semua responden yang terlibat dalam soal selidik, ucapan terima kasih kepada mereka.

Akhir, ucapan jutaan terima kasih kepada ahli keluarga dalam memberi dorongan dan sokongan untuk menyiapkan projek ini.

ISI KANDUNGAN

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN PENYELIA	iii
DEDIKASI	iv
ABSTRACT	v
INTISARI	vi
PENGHARGAAN	vii
SENARAI JADUAL	i
SENARAI RAJAH	iii
SENARAI SINGKATAN	vii
SENARAI SIMBOL	ix
SENARAI LAMPIRAN	x
BAB 1	1
Pengenalan	1
1.1 Latar belakang kajian	1
1.2 Pernyataan Masalah	2
1.3 Objektif	4
1.4 Skop Kajian	4
1.5 Kaedah Umum	4
BAB2	7
KAJIAN ILMIAH	7
2.0 Pengenalan	7
2.1 Definisi Keselesaan Termal	7

2.2	Faktor-Faktor Mempengaruhi Keselesaan Termal.....	8
2.3	Piawaian Untuk Keselesaan Termal.....	9
2.4	Kajian-Kajian Terdahulu	11
2.4.1	Kajian “Thermal Comfort And Accupant Adaptive Behaviour In Japanese University Buildings With Free Running And Cooling Mode Offices During Summer” oleh (Mustapa et al. 2016)	11
2.4.1.1	Kaedah Kajian	11
2.4.1.2	Analisis Kajian	14
2.4.2	Kajian “Field Study On Adaptive Thermal Comfort In Office Buildings In Malaysia, Indonesia, Singapore, And Japan During Hot And Humid Season” oleh (Damiati et al. 2016).....	18
2.4.2.1	Kaedah Kajian	18
2.4.2.2	..Analisis Kajian	22
2.4.3	Kajian “Thermal Comfort Assessment Of Large-Scale Hospitals In Tropical Climates: a Case Study Of Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Centre (UKMMC)” oleh (Azizpour et al. 2013)	28
2.4.3.1	Kaedah Kajian	28
2.4.3.2	Analisis Kajian	31
2.4.4	Kajian “Field Experiments On Thermal Comfort In Campus Classrooms In Taiwan” oleh (Hwang et al. 2006)	34
2.4.4.1	Kaedah Kajian	34
2.4.4.2	Analisis Kajian	35
2.4.5	Kajian “Thermal Comfort In The Humid Tropics: Field Experiments In Air Conditioned And Naturally Ventilated Buildings In Singapore” oleh (De dear et al. 1991).....	39
2.4.5.1	Kaedah Kajian	39
2.4.5.2	Analisis Kajian	40
2.5	Perbandingan Keseluruhan Kajian Ilmiah	42
BAB 3		44

METODOLOGI KAJIAN.....	44
3.0 Pengenalan.....	44
3.1 Pemilihan Kawasan Kajian.....	44
3.1.1 Kawasan Lobi FKM	45
3.1.2 Kawasan Lobi FTK	46
3.2 Kaedah Pengukuran Alat	47
3.2.1 Kaedah Kajian Dijalankan.....	50
3.2.1.1 Pengukuran Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan	50
3.2.1.2 Pengukuran Dengan Kehadiran Penghuni Bangunan.....	53
3.2.1.3 Penentukuran (Calibration)	55
3.3 Soal Selidik Atau Tinjauan.....	57
3.3.1 Pemilihan Responden.....	59
3.4 Analisis Dapatan Kajian.....	59
3.4.1 Perbandingan Hasil Kajian Antara Data Pengukuran Dan Piawaian.....	59
3.4.2 Analisis Undian Berdasarkan Taksiran Subjektif (Subjective Assessment)..	60
3.4.3 Perbandingan Data Antara Soal Selidik Dan Pengukuran	60
BAB 4	61
ANALISIS HASIL KAJIAN.....	61
4.0 Hasil Kajian	61
4.1 Perbandingan Hasil Kajian Antara Data Pengukuran dan Piawaian Malaysia.....	63
4.1.1. Lobi FKM (Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi, Tengah hari, dan Petang.....	64
4.1.2 Lobi FKM (Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi Dan Waktu Petang.....	76
4.1.3 Keadaan Persekitaran Lobi FKM Sewaktu Pengukuran	79
4.1.4 Lobi FTK (Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi, Tengah hari, dan Petang.....	80

4.1.5	Lobi FTK (Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi Dan Waktu Petang.....	89
4.1.6	Keadaan Persekitaran Lobi FTK Sewaktu Pengukuran	93
4.2	Rumusan Perbandingan Lobi FKM dan Lobi FTK.....	94
4.3	Analisis Kajian Antara Pengukuran dan Soal selidik (Pengukuran Subjektif).....	97
4.3.1	Pengukuran Objektif bagi lobi FTK.....	97
4.3.2	Pengukuran Subjektif (Soal Selidik) bagi lobi FTK	98
4.3.3	Korelasi (Correlation) Diantara Pengukuran Objektif Dan Pengukuran Subjektif Untuk Lobi FTK.....	104
4.3.4	Pengukuran Objektif Bagi Lobi FKM.....	106
4.3.5	Pengukuran Subjektif (Soal Selidik) bagi Lobi FKM.....	107
4.3.6	Korelasi (Correlation) Diantara Pengukuran Objektif Dan Pengukuran Subjektif Untuk Lobi FKM.....	113
4.4	Perbandingan projek dengan kajian yang pernah dilakukan	115
BAB 5		117
KESIMPULAN DAN CADANGAN		117
5.1	Kesimpulan.....	117
5.2	Cadangan.....	118
5.2.1	Cadangan Untuk Penambahbaikan Keadaan Bangunan	118
5.2.2	Cadangan Untuk Kajian Akan Datang.....	118
Rujukan		119

SENARAI JADUAL

Jadual 2.1 : Maklumat bangunan serta pengguna bangunan. (Mustapa et al. 2016)	12
Jadual 2.2 : Jenis-jenis alat pengukur seta parameter yang diukur oleh setiap alat.....	13
Jadual 2.3 : Skala yang diguna pakai untuk soal selidik seselesan termal (Mustapa et al. 2016)	14
Jadual 2.4 : Data kajian yang dilakukan pada musim panas (Mustapa et al. 2016)	15
Jadual 2.5 : Nilai peratusan kaitan antara responden TP dan individu TSV untuk mod “cooling load (CL)” dan “free running (FR)”. (Mustapa et al. 2016)	16
Jadual 2.6 : Peratusan tindakan penyesuaian (Mustapa et al. 2016).....	17
Jadual 2.7 : Bilangan responden dan borang soal selidik untuk 4 buah negara	19
Jadual 2.8 : Skala untuk sensasi termal dan keutamaan termal (Damiati et al. 2016).....	21
Jadual 2.9 : Skala untuk persepsi mereka pada kelembapan dan kelembapan yang diinginkan (Damiati et al. 2016).....	21
Jadual 2.10 : Data parameter untuk 4 buah negara (Damiati et al. 2016).....	22
Jadual 2.11 : Purata nilai sensasi termal dan keutamaan termal (Damiati et al. 2016).....	23
Jadual 2.12 : Perbandingan kajian dengan piawaiian tempatan (Damiati et al. 2016)	26
Jadual 2.13 : Purata nilai HF dan nilai HP (Damiati et al. 2016)	27
Jadual 2.14 : Pergerakan udara untuk setiap negara (Damiati et al. 2016)	27
Jadual 2.15 : 10 Kawasan kajian dan maklumatnya pengguna bangunan (Azizpour et al. 2013)	30
Jadual 2.16 : Data keadaan termal untuk 10 kawasan zon (Azizpour et al. 2013).....	32
Jadual 2.17 : Data sensasi termal untuk 10 zon kawasan (Azizpour et al. 2013).....	32
Jadual 2.18 : Data demografi pengguna bangunan (de Dear et al. 1991)	39
Jadual 2.19 : Data mengenai iklim-micro persekitaran dalam bangunan (de Dear et al. 1991)	40

Jadual 2. 20 : Undian keselesaan termal pada bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara. (de Dear et al. 1991)	41
Jadual 2.21: Jadual perbandingan kajian	42
 Jadual 3.1 : Nama kuar (probe) serta fungsi.....	48
Jadual 3.2: Parameter dan nama kuar	49
Jadual 3.3: Kuantiti fizikal serta unit	50
Jadual 3.4 Skala yang digunapakai untuk undian Sensasi termal (“thermal sensation vote”, TSV) dan Keutamaan termal (“thermal preference”,Tp).....	58
Jadual 3.5 : Skala yang digunakan dalam borang soal selidik	58
 Jadual 4.1: Data parameter yang direkodkan sewaktu tanpa kehadiran pengguna bangunan di lobi FKM	61
Jadual 4.2: Data parameter yang direkodkan sewaktu kehadiran pengguna bangunan di lobi FKM.....	62
Jadual 4.3: Data parameter yang direkodkan sewaktu kehadiran pengguna bangunan di lobi FTK.....	62
Jadual 4.4: Data parameter yang direkodkan sewaktu tanpa kehadiran pengguna bangunan di lobi FTK	63
Jadual 4.5 : Perbandingan antara lobi FKM dan lobi FTK.....	95
Jadual 4.6: Data suhu operative (°C), PMV, PPD (%), dan keadaan haba di lobi FTK	97
Jadual 4.7: Taburan responden yang terlibat di lobi FTK.....	98
Jadual 4.8: Undian sensasi termal (TSV) berdasarkan kedudukan dan jantina.....	99
Jadual 4.9: Undian persekitaran haba (TPV) yang diinginkan.....	100
Jadual 4.10: Data suhu operative (°C), PMV, PPD (%), dan keadaan haba di lobi FKM..	106
Jadual 4.11: Taburan responden yang terlibat di lobi FKM.....	108
Jadual 4.12: Jadual taburan undian sensasi termal mengikut jantina	109
Jadual 4.13: Jadual taburan undian persekitaran haba yang diinginkan oleh responden...	110

SENARAI RAJAH

Rajah 1.1: Kawasan lobi di luar kelas pada aras bawah di bangunan FKM, UTeM.....	3
Rajah 1.2 : Kawasan lobi di luar kelas pada aras bawah di bangunan FTK, UTeM.	3
Rajah 1.3 : carta aliran untuk kaedah melaksanakan projek	6
Rajah 2.1: Alatan pengukuran untuk mengukur suhu udara(T_a), suhu glob(T_g),kelembapan relative(RH) dan kelajuan udara(V_a) dengan ketinggian 1.1 meter dari aras lantai (Mustapa et al. 2016).....	12
Rajah 2.2: Lokasi setiap alat pengukuran diletakkan (no 1,2,3 adalah lokasi alat diletakkan) (Mustapa et al. 2016)	13
Rajah 2.3: Data histogram untuk lelaki dan perempuan dalam (a) “ free running” dan (b) “ cooling load” (Mustapa et al. 2016).....	17
Rajah 2.4: Contoh bangunan yang dikaji (Damiati et al. 2016).....	19
Rajah 2.5: Kedudukan alat pengukuran (Damiati et al. 2016)	20
Rajah 2.6: Corak perubahan suhu T_a dan T_g (Damiati et al. 2016)	23
Rajah 2.7: Hubungan antara TSV dan TP (Damiati et al. 2016).....	24
Rajah 2.8: Perbandingan “comfort temperature” dengan piawaian (Damiati et al. 2016)...	25
Rajah 2.9: Mean comfort temperature and mean air movement (Damiati et al. 2016)	28
Rajah 2.10: Kedudukan alat pengukuran (Azizpour et al. 2013)	29
Rajah 2.11: Nilai PPD vs nilai PMV (Azizpour et al. 2013)	32
Rajah 2.12: Regresi linear antara data pengukuran dan soal selidik (Azizpour et al. 2013)	33
Rajah 2.13: Ciri-ciri responden(Hwang et al. 2006).....	36
Rajah 2.14: Syarat persekitaran dalaman termal berdasarkan carta keselesaan ASHRAE 55 (Hwang et al. 2006)	37
Rajah 2.15: Kaedah-kaedah dan menganalisis bebolehterimaan termal (Hwang et al. 2006)	38

Rajah 3.1: Kawasan lobi FKM	46
Rajah 3.2: Kawasan lobi FTK	46
Rajah 3.3 (a): Thermal Microclimate.....	47
Rajah 3.4: Kawasan alat pengukuran di lobi FKM (tanpa kehadiran penghuni bangunan) 51	
Rajah 3.5 : Kawasan alat pengukuran di lobi FTK (tanpa kehadiran penghuni bangunan) 51	
Rajah 3.6 : Lakaran pelan lobi FKM (tanda merah merujuk kedudukan alat diletakkan)...52	
Rajah 3.7: Lakaran pelan lobi FTK (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan)...52	
Rajah 3.8: kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FKM (kehadiran penghuni bangunan).....	53
Rajah 3.9 : kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FTK (kehadiran penghuni bangunan).....	54
Rajah 3.10: Lakaran pelan lobi FKM (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan).54	
Rajah 3.11: Lakaran pelan lobi FTK (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan)..55	
Rajah 3.12: Indeks Air Quality (IAQ)	55
Rajah 3.13: Sling Psychrometer	56
Rajah 3.14: Alat pemegang untuk IAQ.....	56
 Rajah 4.1: Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi	64
Rajah 4.2: Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi	64
Rajah 4.3 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi	65
Rajah 4.4: Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi	65
Rajah 4.5 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi.....	66
Rajah 4.6 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi	66
Rajah 4.7 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi	67
Rajah 4.8 : Data kelembapan relatif, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi	67
Rajah 4.9 : Data kelembapan relative, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi.....	67
Rajah 4.10 : Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari.....	68
Rajah 4.11 : Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari.....	68
Rajah 4.12 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari.....	69
Rajah 4.13 : Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari.....	69
Rajah 4.14 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari	70
Rajah 4.15 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari.....	70
Rajah 4.16 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari.....	71

Rajah 4.17 : Data kelembapan relatif 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari.....	71
Rajah 4.18 : Data kelembapan relatif, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari.....	71
Rajah 4.19 : Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang.....	72
Rajah 4.20 : Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang.....	72
Rajah 4.21 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), petang.....	73
Rajah 4.22 : Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang.....	73
Rajah 4.23 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang.....	74
Rajah 4.24 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), petang.....	74
Rajah 4.25 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang.....	75
Rajah 4.26 : Data kelembapan relatif, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang.....	75
Rajah 4.27 : Data kelembapan relatif, 20 minit ketiga, point 2 (FKM), petang.....	75
Rajah 4.28 : Data suhu udara, pengukuran pagi, lobi FKM.....	76
Rajah 4.29 : Data suhu udara, pengukuran petang, lobi FKM.....	77
Rajah 4.30 : Data kelajuan udara, pengukuran pagi, lobi FKM.....	78
Rajah 4.31 : Data kelajuan udara, pengukuran petang, lobi FKM.....	78
Rajah 4.32 : Data kelembapan relatif, pengukuran pagi, lobi FKM.....	79
Rajah 4.33 : Data kelembapan relatif, pengukuran petang, lobi FKM.....	79
Rajah 4.34 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi.....	81
Rajah 4.35 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi.....	81
Rajah 4.36 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi.....	82
Rajah 4.37 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi.....	82
Rajah 4.38 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi.....	83
Rajah 4.39 : Data kelembapan relatif, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi.....	83
Rajah 4.40 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari.....	84
Rajah 4.41 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), tengah hari.....	84
Rajah 4.42 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari.....	85
Rajah 4.43 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), tengah hari.....	85
Rajah 4.44 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari.....	86
Rajah 4.45 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 2, tengah hari.....	86
Rajah 4.46 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang.....	87
Rajah 4.47 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2, (FTK), petang.....	87
Rajah 4.48 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang.....	88
Rajah 4.49 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), petang.....	88
Rajah 4.50 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang.....	89

Rajah 4.51 : Data kelembapan relatif, 30 minit kedua, point 2 (FTK), petang	89
Rajah 4.52 : Data suhu udara, pengukuran pagi, lobi FTK.....	90
Rajah 4.53 : Data suhu udara, pengukuran petang, lobi FTK	90
Rajah 4.54 : Data kelajuan udara, pengukuran pagi, lobi FTK	91
Rajah 4.55 : Data kelajuan udara, pengukuran petang, lobi FTK	92
Rajah 4.56 : Data kelembapan relatif, pengukuran pagi, lobi FTK.....	92
Rajah 4.57 : Data kelembapan relatif, pengukuran petang, lobi FTK	93
Rajah 4.58: Graf PPD (paksi -y) VS PMV (paksi-x) untuk setiap kedudukan.....	96
Rajah 4.59: PMV vs PPD untuk 6 kedudukan pengukuran	98
Rajah 4.60 : Peratusan undian sensasi termal.....	100
Rajah 4.61 : Graf bar untuk persekitaran haba yang diinginkan	101
Rajah 4.62: Pergerakan udara yang dirasakan oleh responden.....	101
Rajah 4.63 : Cara pengguna bangunan menyesuaikan diri	102
Rajah 4.64 : Cara berpakaian pengguna bangunan pada waktu pengukuran	103
Rajah 4.65: Regresi linear diantara data pengukuran (PMV) dan data subjektif (TSV) di lobi FTK	104
Rajah 4.66 : Regresi linear diantara data (TSV) dan data T_o , °C	105
Rajah 4.67: PMV vs PPD untuk 9 kedudukan pengukuran	107
Rajah 4.68: Graf peratusan undian sensasi termal.....	109
Rajah 4.69: Graf peratusan undian persekitaran haba yang diinginkan.....	110
Rajah 4.70: Graf undian pergerakan udara di lobi FKM	111
Rajah 4.71: Cara pengguna bangunan menyesuaikan diri	112
Rajah 4.72: Cara berpakaian oleh pengguna bangunan di lobi FKM.....	113
Rajah 4.73: Regresi linear diantara data pengukuran (PMV) dan data subjektif (TSV) di lobi FKM	114
Rajah 4.74: Regresi linear diantara data (TSV) dan data T_o , °C di lobi FKM.....	115

SENARAI SINGKATAN

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air -Conditioning Engineer
MS	Malaysian Standard
ANSI	American National Standard Institute
ANS	American National Standard
Ta	Suhu udara
RH	Kelembapan relatif
Tg	Suhu glob
Va	Kelajuan udara
CL	“Cooling load”
Fr	“Free running”
TSV	Undian sensasi termal “thermal sensation vote”
Tmrt	Min suhu sinara “mean radiant temperature”
Top	“Operative temperature”
SHASE	society of heating , air -conditioning and sanitary engineering of japan
TP	pemilihan termal “thermal preference”
HVAC	“Heating,ventilation, and air conditioning”
HP	Min pemilihan kelembapan (mean humidity preference)
HF	Min ransangan kelembapan (mean humidity feeling)
UKMMC	University Kebangsaan Malaysia Medical Centre
PMV	Jangkaan Purata Undi “ <i>Predicted Mean Vote</i> ”

PPD	Peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka “ <i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i> ”
BMI	Indeks jisim badan “body mass indeks”
SPSS	“Statistical Packages for the Social Sciences”



SENARAI SIMBOL

°C	Degree Celsius
Clo	Nilai penebatan pakaian “clothing insulation”
Met	Kadar metabolisme
%	Peratusan
m/s	kelajuan (meter/saat)
m	meter



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A.....	122
Lampiran B.....	123
Lampiran C.....	124
Lampiran D.....	125
Lampiran E.....	127
Lampiran F.....	129
Lampiran G.....	131
Lampiran H.....	133
Lampiran I.....	135
Lampiran J.....	136
Lampiran K.....	137
Lampiran L.....	138
Lampiran M.....	139
Lampiran N.....	140
Lampiran O.....	141

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar belakang kajian

Kajian keselesaan termal kebiasaannya dilakukan di tempat di mana manusia tinggal. Ia lebih kepada analisis mengenai ruang peralihan dalam sesebuah bangunan, bergantung kepada tujuan kajian dijalankan. Maksud ruang peralihan untuk sesebuah bangunan ialah kawasan sempadan yang memisahkan persekitaran dalam bangunan dan persekitaran luar bangunan (Kwong et al. 2009a). Ruang peralihan juga terbahagi kepada dua situasi iaitu ruang yang terbuka kepada alam sekitar dan ruang yang tertutup seperti lobi, koridor, ruang legar dan lain-lain ruang yang berkaitan. Setiap ruang menunjukkan perbezaan bacaan suhu udara, min suhu radian, kelembapan, pakaian, pergerakan udara, dan lain-lain perkara yang berkaitan (Jamaludin et al. 2015).

Dalam kajian mengenai keselesaan termal, (Chun et al. 2004) mengkategorikan ruang kepada 3 jenis, yang pertama ruang peralihan yang berada dalam bangunan, seperti lobi hotel yang melibatkan pergerakan manusia di dalamnya. Kedua, kawasan terlindung yang dihubungkan dengan bangunan. Contohnya balkoni, arked dan lain-lain. Akhir sekali, ruang ataupun bilik yang berada di persekitaran luar dari bangunan, sebagai contoh stesen bas, pondok, dan sebagainya. Ketiga-tiga jenis ruang ini telah dikategorikan oleh di dalam kajiannya.

Kajian berkenaan keselesaan termal telah banyak dijalankan sebelum ini. Ia bermula pada awal abad ke-20, kajian ini telah dimulakan oleh Gagge (Gagge & Fanger 2015) untuk menyelesaikan beberapa masalah di kawasan kerja dan untuk mengetahui punca berlakunya tekanan di tempat kerja sewaktu perang dunia ke-2. Selepas beberapa tempoh, berakhirnya perang dunia ke-2, Fanger (Gagge & Fanger 2015) dan beberapa penyelidik lain menyetujui kajian yang dijalankan oleh Gagge sebagai disiplin sebenar kajian mengenai keselesaan termal (Gagge & Fanger 2015).

Fizikal dalaman sesebuah bangunan juga menyumbang kepada keadaan atau persekitaran dalam bangunan. Perbezaan luas kawasan, struktur bangunan, bahan untuk pembinaan serta warna cat yang digunakan dalam bangunan juga dapat memberi kesan kepada keselesaan penghuni bangunan. Mengikut standard Malaysia MS 1525:2014 dan ASHRAE 55, suhu udara untuk persekitaran dalam bangunan adalah antara julat 23°C hingga 26°C. Dengan, kelembapan relatif adalah antara 50% hingga 70%. Maksud kelembapan relatif ialah jumlah peratusan kelembapan wap air yang berada di udara. Untuk halaju udara mengikut piawaian ialah antara 0.15 m/s hingga 0.50 m/s. Kesemua piawaian ini telah dipersetujui oleh pelbagai pihak untuk keselesaan penghuni di dalam bangunan.

1.2 Pernyataan Masalah

Kampus Teknologi yang terletak di Ayer Keroh mempunyai 2 bangunan fakulti iaitu Bangunan Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Bangunan Fakulti Teknologi Kejuruteraan. Kedua-dua Bangunan ini menggunakan sistem penghawa dingin untuk mengawal suhu di dalam bangunan.

Untuk Projek Sarjana Muda ini, lobi di luar bilik kuliah pada aras bawah telah dipilih sebagai kawasan kajian. Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 merupakan kawasan yang dipilih untuk

kajian kes projek. Pemilihan bangunan ini di buat kerana sudah terdapat aduan daripada pengguna berkenaan ketidakselesaan pada beberapa bahagian dalam bangunan,. Sebagai contoh, kawasan tumpuan pelajar seperti lobi di tingkat bawah bersebelahan lif dan kedudukan tempat belajar agak dekat dengan cermin.

Suatu kajian wajar di buat untuk mengetahui persepsi penghuni merujuk kepada kawasan yang dipilih dan juga menganalisis keadaan tahap keselesaan termal dan aliran udara di sekitar kawasan. Perbandingan tahap keselesaan juga akan di buat antara lobi di bangunan FKM dan lobi bangunan FTK.



Rajah 1.2 : Kawasan lobi di luar kelas pada aras bawah di bangunan FTK, UTeM.



Rajah 1.1: Kawasan lobi di luar kelas pada aras bawah di bangunan FKM, UTeM.

1.3 Objektif

Objektif bagi Projek Sarjana Muda ini adalah seperti berikut:

- i. Untuk menilai persepsi dan tahap keselesaan termal penghuni dalam sesebuah kawasan tertutup dalam bangunan.
- ii. Untuk mengetahui keadaan haba dan aliran udara di lobi sesebuah bangunan melalui pengukuran secara objektif dan subjektif.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian untuk Projek Sarjana Muda akan dilakukan di kawasan lobi di luar bilik kuliah dengan membuat perbandingan antara lobi FKM dan lobi FTK. Kajian ini akan menekankan pada mengenali keadaan keselesaan termal, aliran udara, dan juga menilai persepsi kepuasan pengguna bangunan.

1.5 Kaedah Umum

Senarai tindakan yang akan dilaksanakan untuk mencapai objektif bagi Projek Sarjana Muda ini adalah seperti berikut:

- i. Kajian ilmiah.

Jurnal, dokumen piawaian yang telah ditetapkan oleh kerajaan, atau apa sahaja jenis rujukan yang mempunyai fakta yang benar mengenai projek ini akan dijadikan rujukan.

- ii. Pemerhatian.

Pemerhatian pada persekitaran kawasan projek akan dilakukan untuk mendapatkan maklumat-maklumat awal akan persekitaran kawasan tersebut.

- iii. Pengukuran.

Pengukuran menggunakan alat termal microclimate akan dilakukan di kawasan ini untuk mengetahui keadaan haba dan aliran udara. Di samping itu, soal selidik pada penghuni bangunan juga akan dijalankan dan kedua-dua data yang diperolehi akan dibandingkan.

iv. Analisis.

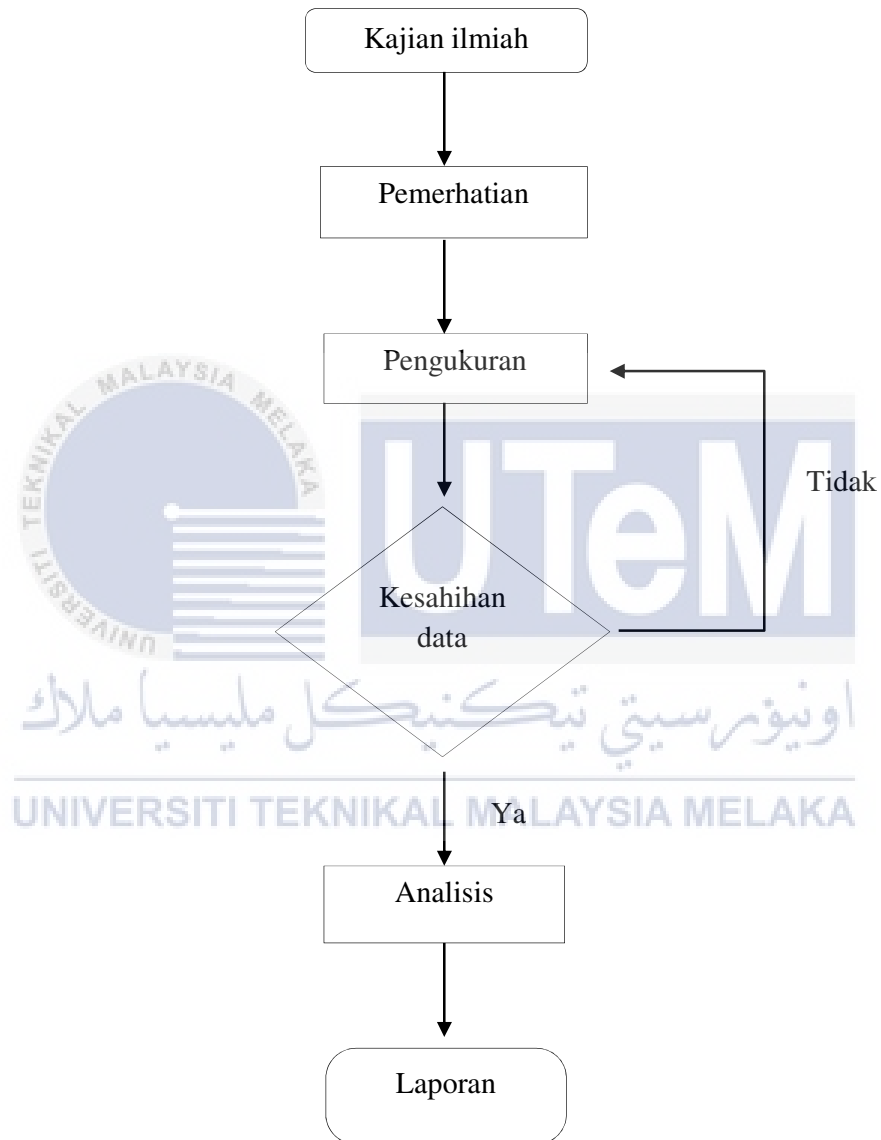
Analisis akan dijalankan atas perbandingan data dari alat pengukuran dan soal selidik untuk mengetahui persamaan dan perbezaan maklumat.

v. Penulisan laporan.

Laporan mengenai projek ini akan ditulis di akhir selepas kajian selesai.



Kaedah untuk menjalankan projek ini boleh diringkaskan dengan menggunakan carta aliran seperti Rajah 1.3..



Rajah 1.3 : carta aliran untuk kaedah melaksanakan projek

BAB2

KAJIAN ILMIAH

2.0 Pengenalan

Bab ini merangkumi kajian ilmiah dalam menganalisis keselesaan termal pada ruang dalam bangunan. Sinopsis mengenai topik-topik tertentu dalam kajian terdahulu akan diringkaskan dalam bab ini dan untuk penambahbaikan projek yang akan dijalankan. Penelitian pada jurnal yang berkaitan juga dilakukan untuk memahami teori, konsep asas, dan kaedah kajian yang dijalankan pada setiap jurnal. Berdasarkan kajian terdahulu, terdapat perbandingan dan penambahbaikan yang dapat dilakukan.

2.1 Definisi Keselesaan Termal

Keselesaan termal adalah penting untuk manusia. Persatuan yang menetapkan piawaian seperti American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE, American Society of Heating, 2004) menetapkan keselesaan termal adalah sesuatu bentuk reaksi yang menggambarkan seseorang yang berada dalam sesuatu persekitaran berpuas hati dengan keadaan persekitaran yang sedia ada. Terdapat hubungan minda dan fizikal yang kompleks antara manusia dan ruang yang mereka berada.

2.2 Faktor-Faktor Mempengaruhi Keselesaan Termal

Antara faktor yang mempengaruhi keselesaan termal secara umum adalah suhu udara, kelajuan udara, kelembapan, aktiviti pengguna bangunan, pakaian dan banyak lain. Untuk projek sarjana muda ini faktor-faktor yang dinyatakan tadi akan dinilai. Penerangan mengenai faktor-faktor tersebut akan diulas lebih lanjut pada perenggan yang seterusnya (Chun et al. 2004).

Secara umum suhu udara adalah berapa darjah kesejukan atau darjah kepanasan udara tersebut dalam ruangan atmosfera bumi. Suhu udara lazimnya diukur dengan menggunakan termometer. Dengan cara tersebut, bacaan suhu sesuatu kawasan dapat diketahui.

Kelajuan udara ataupun pengaliran udara juga memberikan kesan kepada keselesaan termal. Jika sesuatu kawasan tidak mempunyai pengaliran udara yang baik, haba di dalam ruang tersebut akan terkumpul dan menyebabkan pengguna bangunan berasa tidak selesa dengan keadaan tersebut.

Selain itu, kelembapan juga menyumbang kepada keselesaan termal. Jika ruang tersebut mempunyai kelembapan yang rendah, maka penyejatan akan berlaku dengan lebih cepat. jika dikaitkan dengan manusia, kulit akan menjadi kering disebabkan kurangnya kelembapan di udara.

Aktiviti yang dilakukan dalam sesuatu ruang juga mempengaruhi keselesaan termal pada seseorang individu. Aktiviti yang melibatkan banyak pergerakan seperti sukan dalam kawasan tertutup akan menjadikan penghuni bangunan berasa panas.

Jenis pakaian yang dipakai oleh pengguna bangunan juga menyumbang kepada faktor keselesaan termal. Pakaian yang tebal, sederhana, dan nipis akan memberi kesan haba yang berbeza.

2.3 Piawaian Untuk Keselesaan Termal

Piawaian yang digunakan dalam kajian ini adalah ASHRAE Standard 55-2004 yang diguna pakai diseluruh dunia serta Malaysia Standard 1525:2014 (Department of Standards Malaysia, 2014) yang hanya digunakan di Malaysia. Kedua-dua piawaian ini adalah cadangan keselesaan termal pada sesuatu kawasan supaya pengguna bangunan berpuas hati dengan persekitaran yang sedia ada. Penerangan mengenai piawaian ini akan diterangkan lebih lanjut pada bahagian seterusnya.

Malaysia Standard telah diwujudkan oleh “Technical Committee on Energy Efficiency in Building” di bawah bidang kuasa “Building and Civil Engineering Industry Standard Committee”. Rujukan pertama Malaysia Standard ialah MS 1525:2014, Code of Practice on Energy Efficiency and use of Renewable Energy for Non-residential Buildings.

Keadaan persekitaran yang selesa di dalam bangunan dipengaruhi oleh beberapa faktor antaranya suhu udara, purata suhu sinaran (mean radiant temperature), kelembapan, pakaian, kadar metabolisme dan pergerakan udara. Suhu bebuli kering (dry bulb temperature), kelembapan relatif (relative humidity), dan kelajuan udara (air velocity) adalah 3 parameter utama yang akan memberi kesan kepada keselesaan termal pada dalam bangunan.

Malaysia Standard (MS 1525:2014) mensyorkan persekitaran di dalam sebuah bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara adalah (Malaysia & Standard 2012):

- | | |
|---|-----------|
| i. Suhu bebuli kering (dry bulb temperature) yang disyorkan | 23°C-26°C |
| ii. Minimum Suhu bebuli kering (dry bulb temperature) | 22°C |
| iii. Kelembapan relatif yang disyorkan | 55% - 70% |

- iv. kelajuan udara 0.15 m/s– 0.50 m/s
- v. Maksimum kelajuan udara 0.70 m/s

Untuk piawaian, “American Society of Heating, Refrigerating and Air -Conditioning Engineer” (ASHRAE) adalah badan di bawah “American National Standard Institute” (ANSI) dan telah diiktiraf oleh “American National Standard” (ANS). ASHRAE Standard 55-2004, “Thermal Environmental Condition for Human Occupancy” adalah rujukan daripada ASHRAE Standard 55-1992. Tujuan piawaian ini diwujudkan adalah untuk menetapkan keadaan persekitaran yang sesuai serta dipersetujui oleh setiap pengguna bangunan. Faktor-faktor persekitaran yang tertulis dalam piawaian ini adalah suhu, sinaran termal (thermal radiation), kelembapan relatif, dan kelajuan udara, manakala faktor individu adalah aktiviti yang dilakukan dan pakaian. Untuk menetapkan persekitaran yang sama dan dipersetujui oleh setiap pengguna bangunan adalah sukar, oleh itu skala 7-aras ASHRAE diwujudkan untuk mengetahui maklumat terus daripada pengguna bangunan mengenai keselesaan termal. Berikut adalah nilai-nilai yang telah ditetapkan: +3 (panas), +2(hangat), +1 (sedikit hangat), 0 (neutral), -1 (dingin), -2 (sedikit dingin), -3 (sejuk).

ASHRAE Standard mensyorkan keadaan persekitaran dalam bangunan untuk mencapai keselesaan termal yang sesuai adalah:

- i. 20°C-25°C untuk musim panas dan sejuk.
- ii. 40%-45% kelembapan relatif.
- iii. Pergerakan udara di bawah 0.23 m/s

2.4 Kajian-Kajian Terdahulu

Untuk bahagian ini, akan diulas kajian-kajian terpilih yang pernah dilakukan oleh penyelidik terdahulu serta keputusan kajian yang mempunyai kaitan dengan projek sarjana muda ini.

2.4.1 Kajian “Thermal Comfort And Accupant Adaptive Behaviour In Japanese University Buildings With Free Running And Cooling Mode Offices During Summer” oleh (Mustapa et al. 2016)

2.4.1.1 Kaedah Kajian

Kajian yang dilakukan oleh (Mustapa et al. 2016) adalah pada bangunan yang mempunyai sistem penyaman udara dan pengalihudaraan semula jadi. Daripada kajian tersebut, kajian pada sistem penyaman udara akan diambil perhatian untuk projek ini. Manakala, tempoh kajian yang dilakukan oleh penyelidik adalah pada musim sejuk dan panas, kajian pada musim panas akan diberi perhatian . Terdapat 3 kaedah yang diguna pakai oleh penyelidik, pertama adalah menyiasat mengenai keadaan bangunan. Kedua, pengukuran termal pada dalam bangunan. Ketiga, soal selidik mengenai keselesaan termal.

Untuk penyiasatan pada bangunan, kajian telah dilakukan pada 2 bangunan Universiti Kyushu, Fukuoka, Jepun. Pada musim panas, purata suhu luar adalah 28°C dan suhu maksimum yang pernah dicapai adalah 32°C. Jadual 2.1 menunjukkan maklumat mengenai bangunan dan juga pengguna bangunan. Pada pejabat A1 dan A2 di bangunan A, sistem penyaman udara yang digunakan adalah jenis “split-type” dan kipas angin. Tujuan kipas angin digunakan adalah untuk meningkat pengaliran udara dalam pejabat.

Jadual 2.1 : Maklumat bangunan serta pengguna bangunan. (Mustapa et al. 2016)

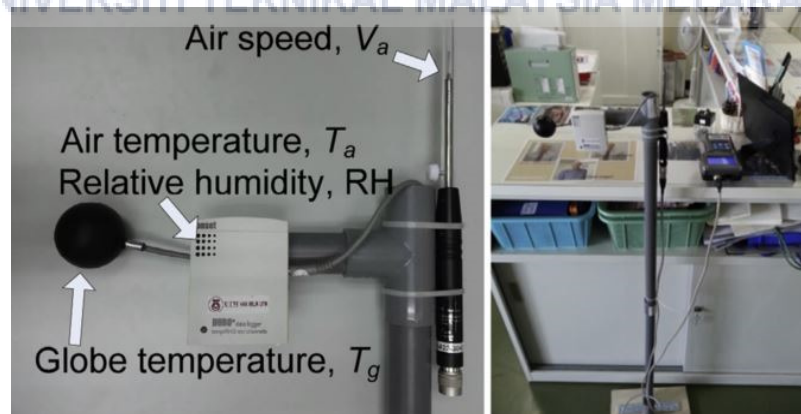
Summary of investigated buildings and subjects.

Building	Office	No. of occupants		Age		Type of ventilation	Mode
		Male	Female	Male (SD)	Female (SD)		
A	A1	1	3	66 (n/a)	40 (4)	Split-type A/C with mechanical-aided stand fans	CL
	A2	1	6	35 (n/a)	47 (11)		
B	B1	4	2	23 (3)	25 (1)		FR
	B2	7	4	26 (5)	25 (3)		

SD: standard deviation, A/C: air conditioning system, FR: free running, CL: cooling.

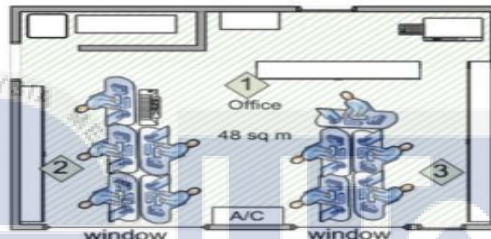
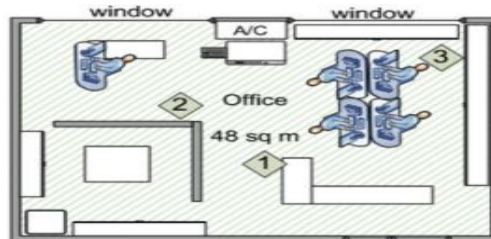
Untuk pengukuran termal pada dalam bangunan, pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali dan masa yang diambil untuk setiap pengukuran adalah selama 2 jam iaitu pada waktu pagi dan petang, (10:00-12:00 dan 14:00-16:00). Antara parameter yang diukur adalah suhu udara (T_a), kelembapan relatif (RH), suhu glob (T_g), dan kelajuan udara (V_a). Rajah 2.2 menunjukkan alat yang digunakan untuk pengukuran dan ditetapkan ketinggian 1.1 meter dari aras lantai.

اونيورسي تيكنيكل مليسيا ملاك
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA



Rajah 2.1: Alatan pengukuran untuk mengukur suhu udara(T_a), suhu glob(T_g),kelembapan relative(RH) dan kelajuan udara(V_a) dengan ketinggian 1.1 meter dari aras lantai (Mustapa et al. 2016)

Untuk mengambil data, alat pengukuran diletakkan pada 3 lokasi yang berbeza di setiap ruang pejabat untuk ruang yang menggunakan sistem penghawa dingin seperti Rajah 2.3. Manakala, Jadual 2.2 adalah jenis-jenis alat pengukuran.



Rajah 2.2: Lokasi setiap alat pengukuran diletakkan (no 1,2,3 adalah lokasi alat diletakkan) (Mustapa et al. 2016)

Jadual 2.2 : Jenis-jenis alat pengukur seta parameter yang diukur oleh setiap alat
(Mustapa et al. 2016)

The measurement parameters and types of instruments used in field measurements.

Para-meters	Instrument/sensor	Time interval	Accuracy	Resolution
T_a	Onset HOBO	1 min	± 0.35 °C (from 0 to 50 °C)	0.03 °C at 25 °C
RH	U12-013		$\pm 2.5\%$ (from 10 to 90% RH)	0.03% RH
T_g	TMC1-HD		± 0.25 °C from 0 °C to 50 °C	0.03 °C at 20 °C
V_a	KANOMAX climomaster 6501	10 s	0.01–50.0 m/s	0.01 m/s (0.01–9.99 m/s)

T_a : air temperature (°C), RH: relative humidity (%), T_g : globe temperature (°C), V_a : air velocity (m/s), T_g was measured by using a temperature probe installed within a black painted table tennis ball.

Untuk soal selidik keselesaan termal, penyelidik telah membahagikan soalan kepada 4 bahagian, bahagian pertama adalah maklumat demographic, bahagian kedua adalah Skala 7-aras ASHRAE 55, skala sensasi termal, soalan penerimaan termal (thermal acceptability), pemilihan termal (thermal preference), “four-point air movement sensation” seperti Jadual 2.3, bahagian ketiga adalah “adaptive section” dan bahagian terakhir adalah “clothing insulation” yang diukur dengan unit “clo” berdasarkan ASHRAE 55. Dalam soalan “adaptive section” beberapa soalan akan disoal mengenai cara pengguna bangunan menyesuaikan diri dengan persekitaran bangunan. Seramai 660 responden telah disoal sedikit, untuk responden yang mempunyai masalah kesihatan telah dikecualikan dari soal selidik ini. Anggaran kadar metabolisme pengguna bangunan adalah 1.2 Met (70W/m²).

Jadual 2.3 : Skala yang diguna pakai untuk soal selidik keselesaan termal (Mustapa et al. 2016)

Scale and response options of the thermal comfort survey.

Scale	Thermal sensation	Thermal preference	Thermal acceptability	Air movement sensation
4				Strong air movement
3	Hot			Moderate air movement
2	Warm	Much cooler		Weak air movement
1	Slightly warm	Slightly cooler	Acceptable	No air movement
0	Neutral	No change	Unacceptable	
-1	Slightly cool	Slightly warmer		
-2	Cool	Much warmer		
-3	Cold			

2.4.1.2 Analisis Kajian

Keputusan pengukuran yang diperolehi dari kajian ini adalah ditunjukkan pada Rajah 2.6, dapat dilihat purata suhu Ta dan Tg adalah hampir sama tetapi untuk RH terdapat perbezaan yang besar. Hasil kajian juga mendapati suhu untuk mod “cooling load (CL)” adalah 26.3 °C kurang 1.7°C daripada suhu yang disyorkan iaitu 28°C seperti Jadual 2.4.

Jadual 2.4 : Data kajian yang dilakukan pada musim panas (Mustapa et al. 2016)

Distribution of indoor environmental variables in each mode.

Variables	Mode					
	FR			CL		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
T_a (°C)	81	28.2	1.0	222	26.3	0.6
T_g (°C)	81	28.1	1.0	222	26.4	0.6
V_a (m/s)	n/a	n/a	n/a	188	0.19	0.08
RH (%)	81	75.9	5.1	222	63.3	5.9
$I_{cl,tot}$ (clo)	81	0.52	0.13	222	0.48	0.11

FR: free running, CL: cooling, T_a : indoor air temperature, T_g : indoor globe temperature, T_o : outdoor mean temperature, V_a : indoor air velocity, RH : indoor relative humidity, $I_{cl,tot}$: clothing insulation, N: number of samples, SD: standard deviation.

Untuk undian keselesaan termal, analisis pada undian sensasi termal “thermal sensation vote (TSV)” dan pemilihan termal “thermal Preference (TP)” berdasarkan pengambilan data pada waktu pagi dan petang. Purata nilai untuk TSV pada mod “cooling load” adalah -0.1 menunjukkan suhu adalah sedikit dingin. Manakala, purata nilai untuk TP pada mod “cooling load” adalah 0.2, menunjukkan kebanyakan pengguna bangunan berpuas hati dengan suhu persekitaran yang sedia ada. Jadual 2.5 menunjukkan peratusan kaitan antara responden TP dan individu TSV untuk mod “cooling load (CL)” dan “free running (FR)”. Daripada dapatan kajian, secara logiknya dapat dilihat, pengguna bangunan pada mod CL lebih memilih pada nilai -1, -2 pada untuk sensasi termal dan nilai -1 untuk keutamaan termal yang boleh dirujuk pada Jadual 2.3. Dalam kajian ini, sebanyak 97.2% pengguna bangunan berpuas hati dengan mod CL. Secara umumnya, pengguna bangunan selesa dengan persekitaran suhu mod CL yang sedia ada.

Jadual 2.5 : Nilai peratusan kaitan antara responden TP dan individu TSV untuk mod “cooling load (CL)” dan “free running (FR)”. (Mustapa et al. 2016)

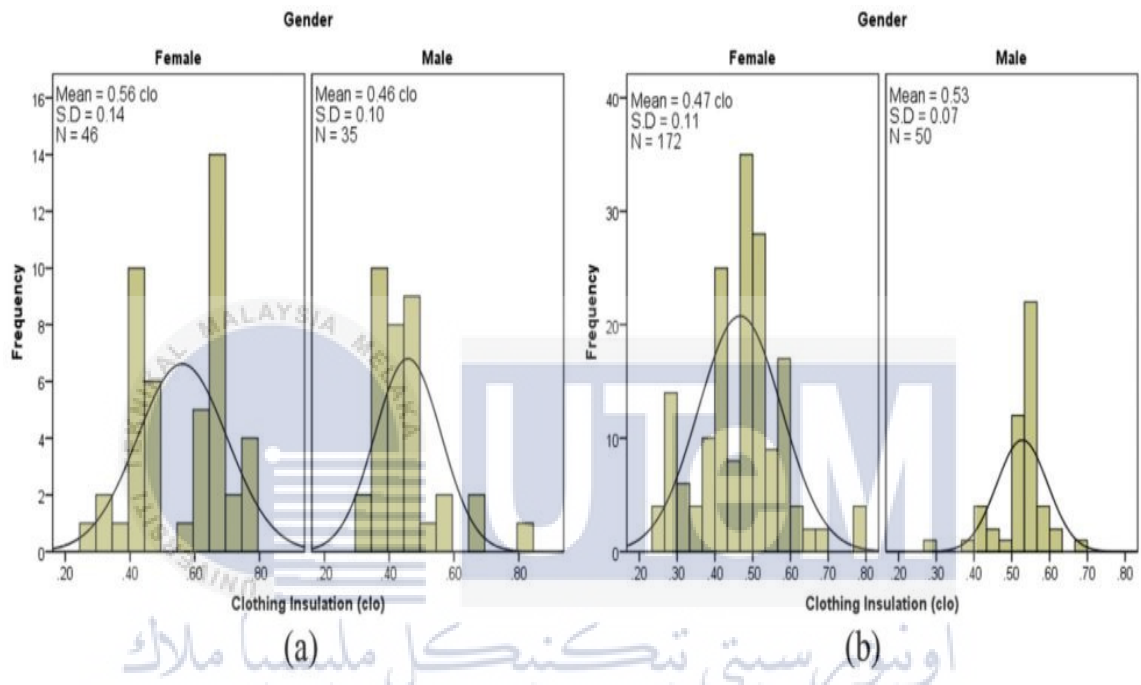
Percentage of thermal preference votes in each individual thermal sensation vote category for each mode.

Mode	Thermal preference, TP	Thermal sensation votes, TSV (%)					
		-2	-1	0	1	2	3
FR	2					3.7	1.2
	1			14.8	30.9	6.2	8.6
	0		6.2	27.2			
	-1		1.2				
CL	1		2.5	5.9	15.3		
	0	2.3	14.9	49.5	4.5		
	-1	0.5	3.6	0.5			
	-2		0.5				

FR: free running, CL: cooling.

Untuk “clothing insulation”, Rajah 2.8 terdapat perbezaan nilai “clo” antara lelaki dan perempuan pada mod FR dan mod CL. Pada mod FR nilai “clo” perempuan adalah lebih tinggi berbanding nilai “clo” lelaki, manakala pada mod CL nilai yang ditunjukkan adalah sebaliknya. Hasil juga menunjukkan, wanita mempunyai suhu keselesaan yang tinggi berbanding lelaki, walaupun pakaian yang dipakai oleh wanita mempunyai nilai “clo” yang lebih tinggi berbanding lelaki, ini menunjukkan mengapa wanita mempunyai kadar penyesuaian yang lebih tinggi berbanding lelaki dalam mod FR tetapi sebaliknya pada mod CL, dimana wanita mengenakan pakaian yang lebih nipis berbanding lelaki. Dapat dilihat, setiap jantina lelaki dan perempuan mempunyai rangsangan yang berbeza pada ruang yang berbeza. Pada tingkah laku penyesuaian pengguna bangunan “occupant adaptive behavior”, pengguna bangunan akan cuba membiasakan diri mereka dengan persekitaran yang sedia ada. Dalam kajian ini, beberapa kebarangkalian tindakan yang akan dilakukan oleh pengguna bangunan telah dianalisis untuk tempoh 30 minit. Jadual 2.6 menunjukkan tindakan penyesuaian yang dilakukan oleh pengguna bangunan. Terdapat perbezaan yang ketara diantara peratusan penyesuaian dalam mod FR dan mod CL. Dalam mod FR kebanyakan pengguna bangunan memilih untuk minum air untuk menyesuaikan diri mereka

dengan persekitaran yang ada, untuk mod CL pula, kebanyakan dari mereka tidak berbuat apa-apa untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran yang sedia ada. Dari keputusan tersebut, dapat diperhatikan bahawa tindakan penyesuai untuk mod FR lebih tinggi berbanding mod CL.



Rajah 2.3: Data histogram untuk lelaki dan perempuan dalam (a) “ free running” dan (b) “ cooling load” (Mustapa et al. 2016)

Jadual 2.6 : Peratusan tindakan penyesuaian (Mustapa et al. 2016)

Mode	Percentages of adaptive behaviours (%)						
	Take drink	Switch on stand fan	Open/close doors/windows	Open/close window blinds	Change clothes	Switch on a/c	Do nothing
FR	37.3	19.1	16.4	4.5	4.5	0.9	17.3
CL	13.5	5.7	1.0	0.0	1.7	13.5	65.2

FR: free running, CL: cooling.

2.4.2 Kajian “Field Study On Adaptive Thermal Comfort In Office Buildings In Malaysia, Indonesia, Singapore, And Japan During Hot And Humid Season” oleh (Damiati et al. 2016)

2.4.2.1 Kaedah Kajian

Kajian yang dilakukan oleh (Damiati et al. 2016), adalah pada bangunan pejabat di negara Malaysia, Indonesia, Singapura dan Jepun. Sebanyak 2049 borang soal selidik yang diperolehi daripada 325 pengguna bangunan yang berada dalam 13 bangunan yang menggunakan sistem pengalihan udara yang berbeza. Terdapat beberapa perkaedahan yang diguna pakai dalam kajian beliau, antaranya, penerangan mengenai iklim, jangka masa pengukuran, maklumat mengenai bangunan, “field measurement of climatic variables” dan borang soal selidik mengenai keselesaan termal. Pada bahagian yang berikutnya akan diterangkan lebih terperinci perkaedahan yang digunakan.

Untuk penerangan mengenai iklim, perubahan tahunan untuk suhu luar bagi negara Malaysia, Singapura, dan Indonesia adalah sama tetapi untuk negara Jepun yang mengalami 4 musim, taburan suhu pada musim panas sahaja akan diambil kira dalam kajian termasuk juga soal selidik.

Pada jangka masa pengukuran pula. Soal selidik telah dilakukan pada tahun 2015 di 4 buah negara tersebut. Jadual 2.7 menunjuk bilangan responden yang terlibat dan borang soal selidik yang berjaya diambil. Setiap responden akan mengundi sebanyak 6-10 kali sepanjang kajian dilakukan. Manakala, untuk “climate” variable” pengukuran dilakukan pada waktu 3-10 hari waktu bekerja. Borang soal selidik telah diagihkan sebanyak 2 kali untuk tempoh 1 hari kajian pada setiap pagi (10:00-11:00) dan setiap petang (14:00-15:00).

Untuk maklumat mengenai bangunan, sebanyak 13 bangunan telah dipilih sebagai kawasan kajian. Antaranya, 4 bangunan pejabat universiti di Malaysia iaitu, UTM Kuala Lumpur dan UiTM Shah Alam; 3 bangunan di Indonesia; 2 bangunan komersial dengan penggunaan sistem penghawa dingin di Singapura; dan 4 bangunan di Yokohama dan kampus Setagaya. Rajah 2.11 menunjukkan contoh keadaan bangunan.

Jadual 2.7 : Bilangan responden dan borang soal selidik untuk 4 buah negara (Damiati et al. 2016)

Information on investigated buildings.

Country	City	Location	Measurement period	Building code	Mode	FL/TF	Orientation	N people	N data
Malaysia	Kuala Lumpur	3°08'N, 101°42'E	13/4/2015–5/5/2015 (20 days)	MY1	CL	4/10	E	15	652
						8/10	N-E	15	
						8/10	S-E	39	
						10/10	E	21	
	Shah Alam (Selangor)	3°04'N, 101°30'E	5/3/2015–21/5/2015 (29 days)	MY2	CL	1/2	W	40	486
			MY3		1/1	S-W			
			MY4		1/1	S-W			
Indonesia	Bandung	6°53'S, 107°36'E	24/2/2015–12/3/2015 (13 days)	ID1	FR	2/5	S-N	18	159
				ID2	MM	3/3	S-N	20	150
				ID3	CL	8/13	N-W	16	91
Singapore	Singapore	1°18'N, 103°50'E	8/1/2015–29/1/2015 (8 days)	SG1	CL	13/20	S-E	14	56
				SG2		4/4	N-E		
Japan	Yokohama	35°33'N, 139°34'E	1/9/2015–25/9/2015 (4 days)	JP1	FR and CL	1/2	S	40	173
				JP2		2/2	N		
				JP3		5/5	S-N		
	Setagaya (Tokyo)	35°35'N 139°39'E	14/9/2015–18/9/2015 (3 days)	JP4	FR and CL	1/4	W-E	87	282
					4/4	W			
Total								325	2049

Note: CL: Cooling, MM: Mixed mode, FR: Free running; FL/TF: Investigated floor level/Total floors of the building; Orientation: S: South; E: East; N: North; W: West; N people: Number of respondents; N data: Number of votes.



Rajah 2.4: Contoh bangunan yang dikaji (Damiati et al. 2016)

Selain itu, dalam “field measurement of climatic variables” parameter fizikal dan parameter pengguna bangunan diukur serentak. Di Malaysia, Indonesia, dan Singapura,

parameter yang diukur adalah suhu udara (T_a), suhu glob (T_g), kelembapan relatif dan pergerakan udara (V_a). Kesemua parameter ini diukur setiap 10 saat selama 30 minit. Dalam tempoh pengukuran itu, soal selidik keselesaan termal juga dijalankan. Di Jepun, pengukuran dilakukan dalam beberapa kumpulan responden yang kecil. Alat pengukuran diletakkan 1.1m dari aras lantai seperti Rajah 2.12 bagi kajian atas 4 buah negara tersebut dan 1 meter daripada responden. Min suhu sinara “mean radiant temperature (T_{mrt})” dan “operative temperature (T_{op})”.



Rajah 2.5: Kedudukan alat pengukuran (Damiani et al. 2016)

Pada soal selidik mengenai keselesaan termal individu, parameter individu seperti pemakaian pengguna bangunan dan persepsi termal telah disoal dalam kajian ini. Untuk “thermal sensation vote (TSV)”, skala 7-aras ASHRAE telah dipilih dan telah diguna pakai seperti Jadual 2.8. Pada kajian di Jepun, “seven-point scale of the Society of Heating, Air-conditioning, and Sanitary Engineering of Japan (SHASE)” telah digunakan dalam soal selidik. Perbezaan ini disebabkan oleh terdapat maksud berbeza yang digunakan oleh ASHRAE mungkin disalah tafsir oleh orang Jepun yang menggunakan skala SHASE.

Tambahan lagi, keutamaan termal menggunakan skala “Nicol five-point thermal preference scale”. Apabila memasuki ruang dalam bangunan, pengguna bangunan ditanya soalan mengenai persepsi mereka pada kelembapan dan kelembapan yang diinginkan dalam kawasan sewaktu pengguna bangunan berada serta pergerakan udara seperti Jadual 2.9

Jadual 2.8 : Skala untuk sensasi termal dan keutamaan termal (Damiati et al. 2016)

Scale for thermal sensation vote and thermal preference.

Scale	Thermal sensation vote, TSV		Thermal preference, TP
	ASHRAE	SHASE	
-3	Cold	Very cold	
-2	Cool	Cold	Much cooler
-1	Slightly cool	Slightly cold	A bit cooler
0	Neutral (neither cool nor warm)	Neutral (neither cold nor hot)	No change
1	Slightly warm	Slightly hot	A bit warmer
2	Warm	Hot	Much warmer
3	Hot	Very hot	

Note: ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers; SHASE: Society of Heating, Air-conditioning, and Sanitary Engineering of Japan.

Jadual 2.9 : Skala untuk persepsi mereka pada kelembapan dan kelembapan yang diinginkan (Damiati et al. 2016)

Scale for humidity feeling, humidity preference, and air movement vote.

Scale	Humidity feeling (HF)	Humidity preference (HP)	Air movement vote (AV)
-3	Very dry		
-2	Dry	Prefer much drier	
-1	Slightly dry	Prefer slightly drier	
0	Neither humid nor dry	No change	
1	Slightly humid	Prefer slightly more humid	No movement
2	Humid	Prefer much more humid	Weak
3	Very humid		Moderate
4			Strong

2.4.2.2 ..Analisis Kajian

Hasil kajian ini dapat dilihat dan dipermudahkan dalam bentuk jadual seperti Jadual 2.10. Hasil dapatan kajian dapat dilihat suhu T_a yang tertinggi adalah 26.7°C dalam mod FR di Indonesia. Nilai ini juga hampir sama dengan nilai T_a Jepun untuk mod FR. Untuk suhu T_a yang rendah, iaitu 23.1°C telah direkodkan di Singapura. Mereka mendapati T_a mempunyai kaitan dengan parameter suhu lain yang diukur. Tambahan lagi, T_g juga dipengaruhi oleh radiasi haba. Manakala T_{mrt} dan T_{op} diukur berdasarkan T_g . Ketiga-tiga parameter ini berkemungkinan mempunyai corak perubahan suhu yang berbeza jika bangunan yang dijadikan sebagai kajian tidak mempunyai penebat haba yang baik. Walaupun begitu, Rajah 2.16 menunjukkan corak yang sekata pada perubahan suhu T_g dan T_a , membolehkan mana-mana parameter suhu ini dianalisis.

Kelembapan relatif yang paling tinggi dapat direkodkan pada 65% di Singapura dalam mod CL, manakala kelembapan yang paling rendah adalah 47% di Indonesia seperti Jadual 2.10.

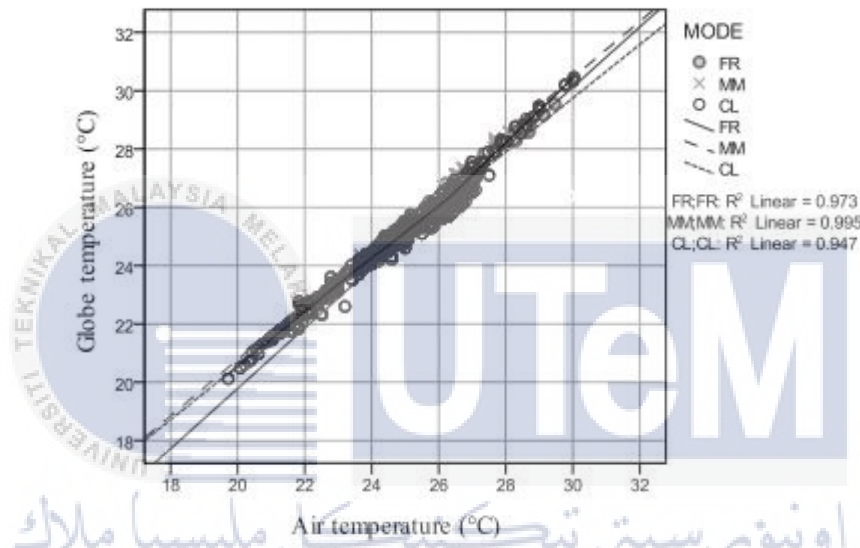
Jadual 2.10 : Data parameter untuk 4 buah negara (Damiani et al. 2016)

Average values for climatic parameters in all countries and ventilation modes.

Country	Mode	Var.	T_a ($^{\circ}\text{C}$)	T_g ($^{\circ}\text{C}$)	T_{mrt} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{op} ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	AH (g/kg _{DA})	V_a (m/s)
Malaysia	CL (n = 1115)	Mean	24.0	24.4	24.8	24.4	58.2	10.9	0.23
		S.D.	1.7	1.7	1.8	1.7	5.9	1.3	0.09
Indonesia	FR (n = 159)	Mean	26.7	26.7	26.7	26.7	62.2	13.7	0.07
		S.D.	0.2	0.2	0.2	0.2	2.3	0.5	0.01
	MM (n = 150)	Mean	26.5	27.1	27.8	27.2	54.3	11.8	0.17
		S.D.	1.3	1.3	1.2	1.3	4.3	0.9	0.03
Singapore	CL (n = 91)	Mean	25.5	25.8	26.2	25.9	47.3	9.7	0.13
		S.D.	0.4	0.4	0.5	0.4	2.7	0.5	0.03
	CL (n = 56)	Mean	23.1	23.2	23.3	23.2	64.9	11.6	0.06
		S.D.	1.3	1.3	1.4	1.3	4.2	1.6	0.03
Japan	FR (n = 37)	Mean	26.6	26.5	26.5	26.5	61.6	13.4	0.22
		S.D.	0.3	0.3	0.3	0.8	0.4	1.6	0.14
	CL (n = 418)	Mean	26.1	25.9	25.7	25.9	56.7	12.0	0.15
		S.D.	0.8	0.7	0.9	0.7	6.1	1.5	0.07

Note: CL: Cooling; FR: Free running; MM: Mixed mode; T_a : Indoor air temperature; T_g : Globe temperature; T_{mrt} : Mean radiant temperature; T_{op} : Operative temperature; RH: Indoor relative humidity; V_a : Air movement; AH: Indoor absolute humidity; n: Number of samples; S.D.: Standard deviation.

Data pada kelajuan udara pula menunjukkan nilai yang hampir sama di kesemua lokasi iaitu antara 0.10 m/s – 0.20 m/s dalam keadaan normal untuk persekitaran dalam bangunan. Untuk data sensasi termal dan pemilihan termal “thermal sensation and preferences” nilai purata TSV bagi kesemua negara adalah diantara $(-1 < \text{TSV} < 1)$, kecuali di Singapura, dimana pengguna bangunan memilih nilai -1.7 kerana mereka berasa sejuk seperti Jadual 2.11.



Rajah 2.6: Corak perubahan suhu Ta dan Tg (Damiati et al. 2016)

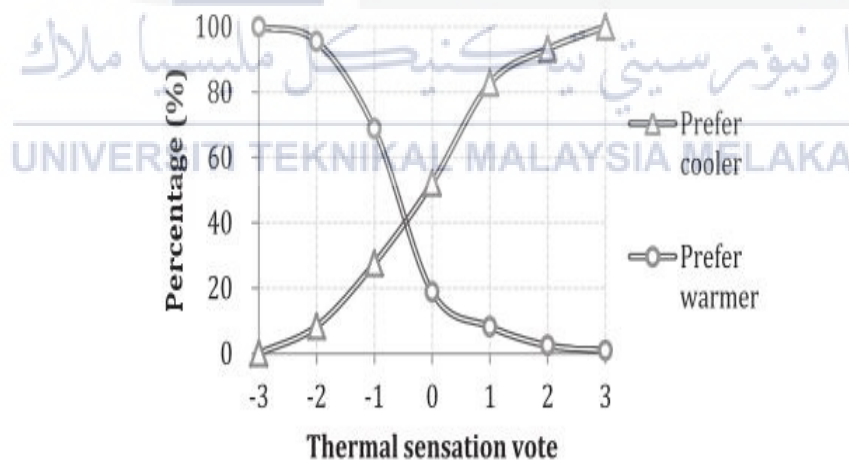
Jadual 2.11 : Purata nilai sensasi termal dan keutamaan termal (Damiati et al. 2016)

Average values for thermal sensation vote and thermal preference.				
Country	Mode	Var.	TSV	TP
Malaysia	CL	Mean	-0.6	-0.1
	(n = 1115)	SD	1.0	0.8
Indonesia	FR	Mean	1.0	-0.3
	(n = 159)	SD	1.4	0.9
	MM	Mean	-0.1	-0.1
	(n = 150)	SD	1.3	0.8
Singapore	CL	Mean	-0.2	-0.1
	(n = 91)	SD	1.2	0.7
	CL	Mean	-1.7	0.2
Japan	(n = 14)	SD	0.9	0.4
	FR	Mean	0.4	-0.3
	(n = 37)	S.D.	0.6	0.6
	CL	Mean	0.1	-0.1
	(n = 418)	S.D.	0.6	0.5

Note: CL: Cooling; FR: Free running; MM: Mixed mode; TSV: Thermal sensation vote; TP: Thermal preference; n: Number of samples; S.D.: Standard deviation.

Mempertimbangkan, Singapura mempunyai suhu dalam bangunan yang paling rendah, nilai TSV berkemungkinan berada luar daripada julat keselesaan. Ini juga disokong, dengan purata nilai TP yang diukur pada kawasan yang sama, dimana pengguna bangunan memilih nilai 0.3 untuk hangat. Untuk kawasan yang lain, nilai purata untuk pemilihan termal “thermal preference” memperlihatkan bahawa pengguna bangunan memilih untuk sejuk sedikit. Bacaan terendah untuk purata nilai TP adalah -0.3 di Jepun dan Indonesia dalam mod FR.

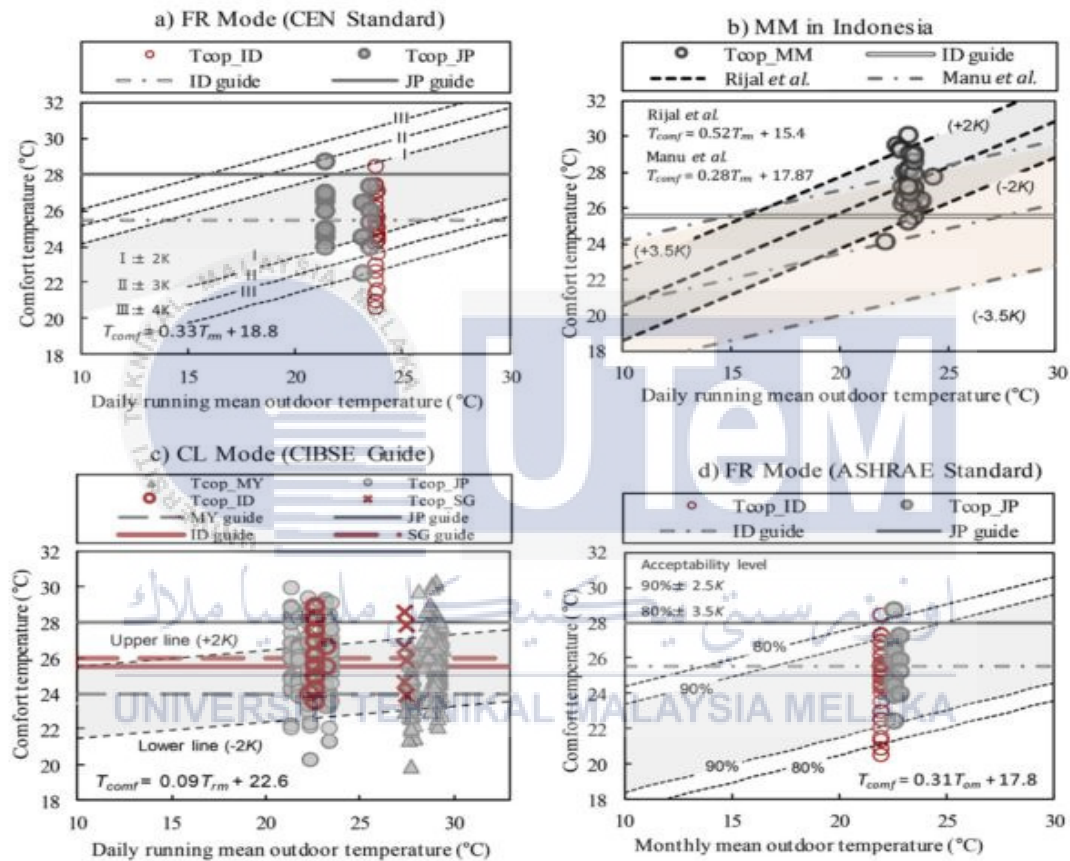
Dengan menganalisis, hubungan antara TSV dan TP, didapati walaupun ramai pengguna bangunan memilih ‘neutral’ ($n = 778$), 19% daripada mereka memilih untuk suhu yang lebih sejuk. Manakala 5% daripada mereka memilih suhu yang sedikit panas. Rajah 2.18 menunjukkan peratusan kumulatif “cumulative percentage” untuk pengguna bangunan yang memilih “prefer cooler” dan “prefer warmer”.



Rajah 2.7: Hubungan antara TSV dan TP (Damiati et al. 2016)

untuk undian “prefer cooler” menunjukkan pengguna bangunan memilih nilai (-2 atau -1) manakala, untuk undian “prefer warmer” memperlihatkan pengguna bangunan memilih untuk mengundi nilai 1 atau 2 seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.13.

Untuk perbandingan dengan piawaian antarabangsa yang berkaitan, bagi mengetahui bahawa keputusan kajian ini hampir sama dengan piawaian, graf “comfort operative temperature” telah diplotkan bersama purata suhu seperti Rajah 2.19. setiap titik mewakili purata nilai “comfort operative temperature” untuk setiap pengguna bangunan.



Rajah 2.8: Perbandingan “comfort temperature” dengan piawaian (Damiati et al. 2016)

Tambahan lagi, piawaian tempatan juga diambil kira dalam perbandingan ini. Di Jepun dan Malaysia, minimum suhu yang disyorkan dalam persekitaran sebuah bangunan adalah 28°C dan 24°C. Di Indonesia, “national standard SNI 6390:2011” mensyorkan suhu dalam bangunan adalah 25.5°C. Di Singapura pula, berdasarkan “Standard SS 554:2009”

suhu yang disyorkan adalah 24°C - 26°C. Jadual 2.12 adalah rumusan perbandingan kajian ini dengan piawaian tempatan untuk setiap negara.

Jadual 2.12 : Perbandingan kajian dengan piawaian tempatan (Damiani et al. 2016)

Thermal comfort zone in each investigated location based on current study and local regulations.

Country	Mode	T_{cop} (°C)		Local regulation	
		Mean	S.D.	Source	Temperature (°C)
Malaysia	CL	25.6	2.2	Malaysian government [8]	24.0
Indonesia	FR	24.7	2.7	SNI 6390:2011 [43]	25.5
	MM	27.5	2.2		
	CL	26.3	2.3		
Singapore	CL	26.4	2.1	SS 554: 2009 [44]	24.0–26.0
Japan	FR	25.8	1.3	Cool Biz campaign [7]	28.0
	CL	25.8	1.4		

Note: FR: Free-running, MM: Mixed-mode, CL: Cooling, T_{cop} : Griffiths' comfort operative temperature, S.D.: Standard deviation.

Di Rajah 2.19(c), tiada “international adaptive standard” untuk suhu yang selesa di dalam bangunan yang menggunakan sistem “heating, ventilation, and air conditioning”(HVAC), ini kerana, penyerapan dari udara luar ke dalam bangunan dianggarkan sedikit. Namun demikian, terdapat kaitan di antara suhu persekitaran dalam bangunan dengan suhu persekitaran luar bangunan yang menggunakan sistem HVAC. Disebabkan itu, zon selesa untuk mod CL telah diplotkan dengan persamaan (1) daripada panduan CIBSE, dikhaskan untuk sistem penyejukan dan pemanasan dengan had atas dan had bawah sebanyak $\pm 2K$.

$$T_{comf} = 0.09T_{rm} + 22.6 \quad (1)$$

Kesan kelembapan, dianggarkan akan memberi kesan kepada pengguna bangunan apabila nilai kelembapan adalah tinggi. Dalam Jadual 2.13 menunjukkan min pemilihan

kelembapan (mean humidity preference, HP) dengan min ransangan kelembapan (mean humidity feeling, HF). Terdapat perbezaan dalam nilai HF dan HP di setiap negara.

Jadual 2.13 : Purata nilai HF dan nilai HP (Damiati et al. 2016)

Average values for humidity feeling and humidity preference.

Country	Mode	Var.	HF	HP
Malaysia	CL (n = 1115)	Mean	0.0	0.1
		SD	0.9	0.7
Indonesia	FR (n = 159)	Mean	-0.2	0.3
		SD	0.8	0.6
	MM (n = 150)	Mean	-0.3	0.1
		SD	0.8	0.6
Japan	CL (n = 91)	Mean	-0.2	0.2
		SD	0.6	0.5
	FR (n = 37)	Mean	0.4	-0.2
		S.D.	0.9	0.8
	CL (n = 418)	Mean	0.2	-0.1
		S.D.	0.9	0.6

Note: CL: Cooling; FR: Free running; MM: Mixed mode; HF: Humidity feeling; HP: Humidity preference; n: Number of samples; S.D.: Standard deviation.

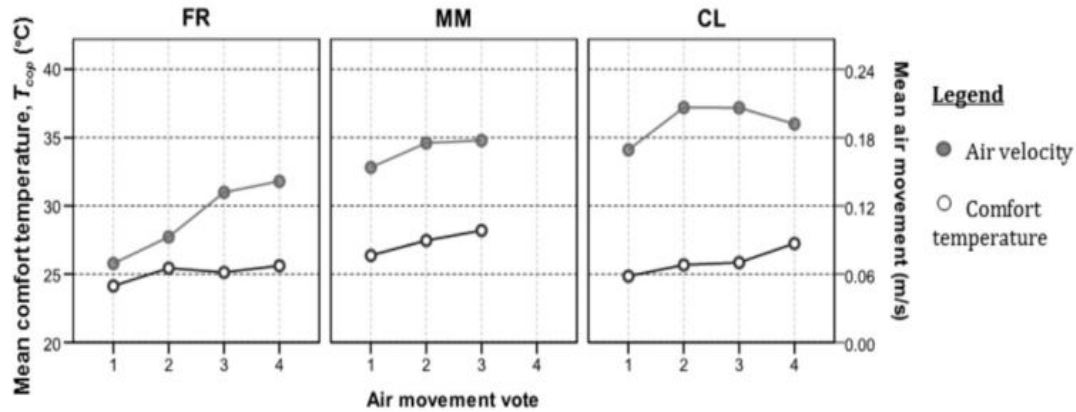
Untuk pergerakan angin pula, Jadual 2.14 menunjukkan pergerakan udara di setiap negara. Pergerakan udara di dalam bangunan ini, memberi kesan kepada pengguna bangunan dalam membuat undian keputusan termal. Hasil data juga menunjukkan suhu meningkat disebabkan oleh pergerakan udara seperti Rajah 2.23 untuk mod CL.

Jadual 2.14 : Pergerakan udara untuk setiap negara (Damiati et al. 2016)

Average values for air movement votes.

Country	Mode	Var.	AV
Malaysia	CL (n = 1115)	Mean	2.4
		SD	0.7
Indonesia	FR (n = 159)	Mean	1.8
		SD	0.8
	MM (n = 150)	Mean	2.1
		SD	0.7
Singapore	CL (n = 91)	Mean	2.2
		SD	0.5
	CL (n = 14)	Mean	2.7
		SD	0.5
Japan	FR (n = 37)	Mean	2.7
		S.D.	0.7
	CL (n = 418)	Mean	2.6
		S.D.	0.8

Note: CL: Cooling; FR: Free running; MM: Mixed mode; AV: Air movement vote; n: Number of samples; S.D.: Standard deviation.



Rajah 2.9: Mean comfort temperature and mean air movement (Damiati et al. 2016)

2.4.3 Kajian “Thermal Comfort Assessment Of Large-Scale Hospitals In Tropical Climates: a Case Study Of Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Centre (UKMMC)” oleh (Azizpour et al. 2013)

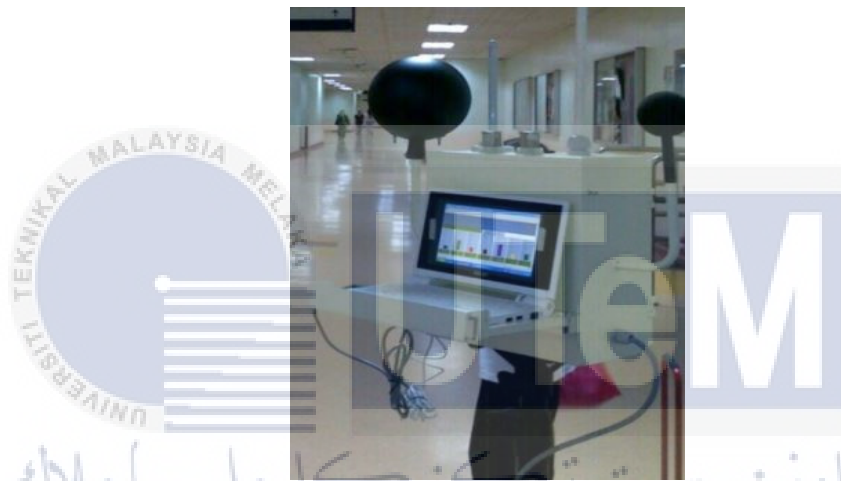
2.4.3.1 Kaedah Kajian

Untuk kaedah kajian yang dilakukan oleh (Azizpour et al. 2013), terdapat 3 cara yang diguna pakai oleh beliau; pertama adalah penerangan mengenai kawasan dan latar belakang iklim; kedua adalah pengukuran objektif; ketiga adalah pengukuran subjektif. Untuk bahagian yang selanjutnya, akan diterangkan perkaedahan yang dilakukan oleh beliau.

Kaedah pertama adalah penerangan mengenai kawasan dan latar belakang iklim. Kawasan yang dikaji adalah hospital UKMMC. Malaysia adalah beriklim tropika yang berada di barat daya Asia. Pada kedudukan geografi pula, Malaysia terletak pada koordinat “2°30’ “north latitude” dan 112°30’ “east longitude”. Disebabkan Malaysia berada kedudukan hampir dengan “equator”, maka Malaysia mengalami iklim panas dan lembap sepanjang tahun, dengan suhu dan kelembapan yang sekata sepanjang tahun. UKMMC (Pusat Perubatan Universiti Kebangsaan Malaysia) adalah bangunan hospital yang telah

dipilih dalam kajian ini. Keluasan hospital ini adalah 240,000 m² dengan 3 blok bangunan terdiri daripada: klinik, pusat pembelajaran, dan kediaman.

Kaedah kedua pula adalah pengukuran objektif. Penyelidik telah menggunakan alat pengukuran dalam mengukur parameter yang berkaitan termasuk: suhu udara (Ta), suhu glob (Tg), kelembapan relatif (RH), kelajuan udara (Va), tahap pencahayaan, bunyi, dan CO₂. Rajah 2.24 menunjukkan kedudukan alat yang diletakkan 1.1m dari aras lantai.



Rajah 2.10: Kedudukan alat pengukuran (Azizpour et al. 2013)

Untuk menilai data yang akan diperolehi, penyelidik telah membahagikan kawasan kajian kepada 10 kawasan yang berbeza berdasarkan persekitaran dan faktor individu. Jadual 2.15 menunjukkan 10 kawasan tersebut serta maklumat pengguna bangunan.

Jadual 2.15 : 10 Kawasan kajian dan maklumatnya pengguna bangunan (Azizpour et al. 2013)

Specifications of the zone types at UKMMC.

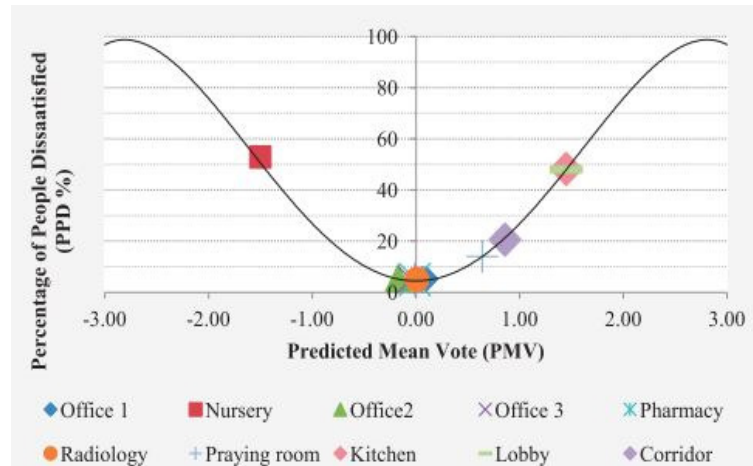
No.	Zone	Number of respondents	Male (%)	Female (%)	MET	CLO	Date
1	Office 1	19	26.3	73.7	1.2	0.6	May 2011
2	Office 2	33	12.1	87.9	1.2	0.6	Feb 2012
3	Office 3	27	22.2	77.8	1.2	0.6	Feb 2012
4	Pharmacy	11	27.3	72.2	1.2	0.6	Feb 2012
5	Radiology	23	52.2	47.8	1.2	0.6	Feb 2012
6	Praying room	12	0	100	1.3	0.7	May 2011
7	Kitchen	13	30.8	69.2	2	0.6	May 2011
8	Nursery	15	0	100	1.2	0.6	May 2011
9	Lobby	12	75	25	1.5	0.6	May 2011
10	Corridor	23	43.5	56.5	1	0.6	Feb 2012
	Total	188	28.2	71.8	-	-	-

Kaedah terakhir adalah pengukuran subjektif, dalam kaedah ini, penyelidik telah mengagihkan borang soal selidik. Sebanyak 188 borang soal selidik telah berjaya di isi oleh responden yang bukan pesakit. Ini kerana berdasarkan kajian terdahulu yang pernah dibuat, terdapat perbezaan keselesaan termal antara pesakit dan bukan pesakit. Oleh itu, kajian ini hanya difokuskan kepada staf dan pelawat sahaja. Untuk mengetahui korelasi “correlation” antara “thermal sensation vote (TSV)” dan Jangkaan Purata Undi (“*Predicted Mean Vote*”, PMV), pengukuran dan soal selidik akan dijalankan. Jadual 2.15 juga menunjukkan anggaran nilai “clothing insulation (clo)” dan “metabolic rate (MET)” berpanduan piawaian ASHRAE.

2.4.3.2 Analisis Kajian

Daripada hasil kajian dapat dilihat bahawa, peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka (*“Predicted Percentage of Dissatisfied”*, PPD) dan Jangkaan Purata Undi (*“Predicted Mean Vote”*, PMV) dikira berdasarkan teori Fanger. Rajah 2.26 menunjukkan keadaan termal pada 10 zon kajian. Berdasarkan carta ini, dapat diperhatikan kawasan bimbingan kanak-kanak adalah kawasan yang sejuk berada di sebelah kiri graf skala 7-aras ASHRAE dengan 50% peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka (*“Predicted Percentage of Dissatisfied”*, PPD). Di sebelah kanan graf adalah zon hangat, dapat dilihat kawasan yang berada pada zon tersebut adalah bilik solat, koridor, dapur dan lobi. Selain itu, semua pejabat, farmasi, radiologi adalah berada dalam keadaan selesa dengan PPD yang minimum. Dalam Jadual 2.16, ditunjukkan data-data yang berjaya diperolehi untuk 10 zon kawasan kajian.

Untuk soal selidik pula, seramai 188 responden yang bukan pesakit telah terlibat. Setiap responden disoal mengenai persepsi termal *“thermal perception”* dan pemilihan termal *“thermal preference”*. Soalan dan jawapan untuk persepsi termal *“thermal perception”* adalah berdasarkan skala 7-aras ASHRAE. Di Jadual 2.17 adalah hasil undian TSV untuk 10 zon tersebut. Nilai untuk TSV juga adalah rendah berbanding nilai PMV, bertepatan dengan *“adaptive theory”*, iaitu, individu yang berada di kawasan panas dan lembap akan lebih menyesuaikan diri pada suhu yang sedikit panas, dan suhu neutral untuk iklim jenis ini boleh menjadi tinggi berbanding iklim lain.



Rajah 2.11: Nilai PPD vs nilai PMV (Azizpour et al. 2013)

Jadual 2.16 : Data keadaan termal untuk 10 kawasan zon (Azizpour et al. 2013)

Thermal conditions of the 10 thermal zones.

No.	Zones	T_o (°C)	ET^* (°C)	PMV	PPD (%)	Thermal condition
1	Office 1	25.35	22.22	0.10	5.21	Comfort zone
2	Office 2	23.35	20	-0.17	5.59	Comfort zone
3	Office 3	23.69	20.55	-0.05	5.05	Comfort zone
4	Pharmacy	23.93	20.83	-0.01	5	Comfort zone
5	Radiology	23.96	21.38	0.01	5.02	Comfort zone
6	Praying room	26.35	22.5	0.64	14	Acceptable zone
7	Kitchen	27.25	25	1.45	48.21	Warm
8	Nursery	22.10	17.77	-1.50	52.91	Cool
9	Lobby	28.84	25.55	1.45	48	Warm
10	Corridor	27.53	24.44	0.86	20.59	Slightly warm

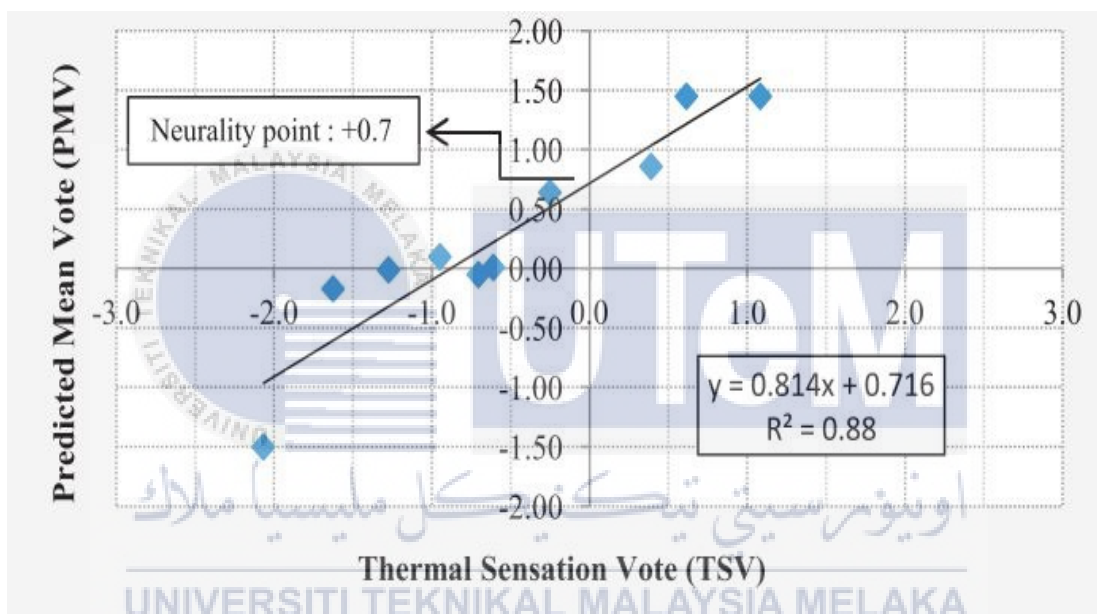
T_o , operative temperature; ET^* , effective temperature; PMV, predicted mean vote; PPD, predicted percentage dissatisfied.

Jadual 2.17 : Data sensasi termal untuk 10 zon kawasan (Azizpour et al. 2013)

Thermal sensation vote in 10 thermal zones.

No.	Zone	TSV on the ASHRAE scale							Mean TSV	Mean PMV
		Cold	Cool	Slightly cool	Neutral	Slightly warm	Warm	Hot		
1	Office 1	0	6	8	4	0	1	0	-0.9	0.10
2	Office 2	10	12	4	2	3	0	1	-1.6	-0.17
3	Office 3	1	6	5	14	1	0	0	-0.7	-0.05
4	Pharmacy	0	4	6	1	0	0	0	-1.3	-0.01
5	Radiology	0	7	6	6	2	2	0	-0.6	0.01
6	Praying room	0	0	5	5	2	0	0	-0.3	0.64
7	Kitchen	0	0	3	3	4	2	1	0.6	1.45
8	Nursery	2	12	1	0	0	0	0	-2.1	-1.50
9	Lobby	0	0	1	2	5	3	1	1.1	1.45
10	Corridor	0	2	1	9	8	3	0	0.4	0.86

Regresi linear “linear regression” telah dilakukan pada data PMV dan TSV. Hasil menunjukkan terdapat persamaan antara data pengukuran dan data soal selidik iaitu $R^2 = 0.814$. Rajah 2.29 menunjukkan nilai regresi antara PMV dan TSV berdasarkan formula: $PMV = 0.814 \times TSV + 0.716$. Berdasarkan graf tersebut, dapat dilihat titik neutral beralih kepada nilai +0.7, berbeza dengan skala 7-aras ASHRAE yang menetapkan nilai 0 sebagai neutral.



Rajah 2.12: Regresi linear antara data pengukuran dan soal selidik (Azizpour et al. 2013)

2.4.4 Kajian “Field Experiments On Thermal Comfort In Campus Classrooms In Taiwan” oleh (Hwang et al. 2006)

2.4.4.1 Kaedah Kajian

Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai keselesaan termal yang menepati kehendak penghuni bangunan. Dalam kajian ini, penghuni bangunan yang akan dikaji adalah pelajar universiti. Tempat yang akan dilakukan kajian adalah kawasan kelas di bangunan universiti di Taiwan. Sebanyak 36 kelas telah dipilih dengan 26 kelas menggunakan sistem penyaman udara dan 10 kelas menggunakan pengudaraan semula jadi. Untuk kajian projek sarjana muda ini kelas yang menggunakan sistem penghawa dingin akan dinilai. Pengukuran dan soal selidik telah dilakukan di setiap kelas.

Untuk soalan soal selidik, soalan yang akan ditanya adalah berdasarkan piawaian ASHRAE dan terbahagi kepada beberapa bahagian: 1. Maklumat demografi; 2. Sensasi termal, keutamaan termal, penerimaan termal, dan lain-lain maklumat yang berkaitan. Soal selidik dilakukan apabila proses pembelajaran selesai kerana bagi membolehkan responden mencapai kadar metabolisme yang stabil. Sebanyak 1294 soal selidik telah berjaya diagihkan kepada 944 responden, di mana 70% dari mereka adalah responden dari bilik kelas yang menggunakan sistem penghawa dingin.

Bagi pengukuran pula, alat pengukuran digunakan untuk mengambil data suhu udara, kelembapan relatif, dan “mean radiant temperature”. Kesemua pengukuran diukur pada ketinggian mengikut kedudukan seseorang sedang duduk. Pada nilai “clothing insulation” dianggarkan berdasarkan soal selidik yang diagihkan. Nilai kadar metabolisme untuk kajian ini adalah 1.0 met, kerana aktiviti yang dilakukan adalah membaca dan menulis.

2.4.4.2 Analisis Kajian

Untuk analisis kajian, penyelidik telah membahagikan hasil kajian kepada beberapa bahagian, iaitu, ciri-ciri responden, pengukuran fizikal, soal selidik, dan tahap pemakaian “clothing level”. Manakala, untuk penerimaan termal “thermal acceptability” terdapat 3 bahagian iaitu, pemilihan termal “thermal preference”, suhu neutral termal “thermal neutrality temperature” dan pemilihan suhu termal “thermal preferred temperature”, dan kepekaan termal “thermal sensitivity”. Pada bahagian yang berikutnya akan diterangkan lebih terperinci hasil kajian.

Untuk ciri-ciri responden penyelidik telah membuat penjadualan silang “cross-tabulation” diantara ciri-ciri responden dan undian mereka pada sensasi termal seperti di Rajah 2.30. Pada ruangan “row” telah dibahagikan data kepada 2 bahagian untuk setiap “row” kerana untuk memudahkan dalam perbandingan data. Pada bahagian demografi iaitu termasuk, jantina, indeks jisim badan “body mass indeks (BMI)”, dan kerakyatan. Terdapat pelbagai data demografi yang didapati dari kajian ini, tetapi hanya beberapa yang akan diambil sebagai panduan iaitu; 59% responden adalah lelaki, 50% tinggal di asrama yang mempunyai sistem penghawa dingin dan 71% menggunakan kelas yang mempunyai sistem penghawa dingin.

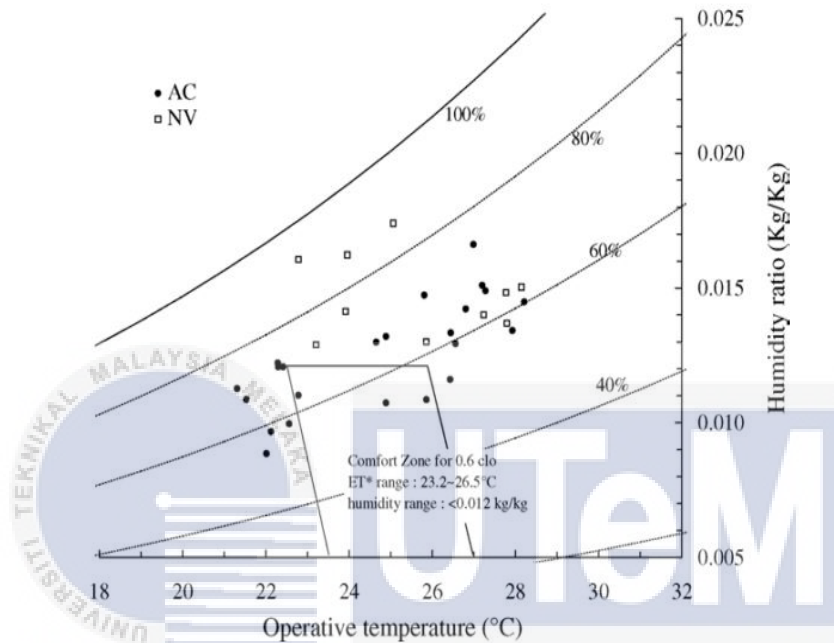
Bagi status kesihatan responden di bahagian B, telah diringkaskan dalam Rajah 2.30, dimana terdapat kepelbagaian gangguan kesihatan pada responden. Pada Rajah 2.30 di bahagian C, menunjukkan data mengenai kepuasan persekitaran kelas. Untuk data ini kebanyakan responden berpuas hati dengan kerusi dan meja yang selesa. Di bahagian D pula, adalah menunjukkan data mengenai kepuasan responden mengenai persekitaran kampus

Cross-tabulation between subjects' characteristics and thermal sensation votes

Subjects' characteristics		Samples number (%)	Thermal sensation votes							P-value
			-3	-2	-1	0	1	2	3	
Gender	Male	531 (41%)	7	61	149	372	112	30	32	0.03*
	Female	763 (59%)	11	34	133	251	76	14	12	
BMI	Corpulent	658 (51%)	9	50	141	327	89	16	26	0.35
	Meager	636 (49%)	9	45	141	296	99	28	18	
Local resident	Yes	382 (30%)	8	29	83	184	50	17	11	0.57
	No	912 (70%)	10	66	199	439	138	27	33	
Home air-conditioner	Yes	659 (51%)	8	45	140	310	104	25	26	0.55
	No	635 (49%)	10	50	142	313	84	19	18	
Air-conditioned classroom	Yes	932 (72%)	9	56	201	453	145	34	34	0.01*
	No	362 (28%)	9	39	81	170	43	10	10	
(B) Health status										
Headaches	Never	981 (76%)	78	204	476	142	37	34	78	0.13
	Often	313 (24%)	18	79	144	46	7	11	18	
Fatigue	Never	499 (39%)	42	103	257	65	14	13	42	0.15
	Often	795 (61%)	54	180	361	124	30	32	54	
Dizzy	Never	1074 (83%)	81	236	516	156	35	37	81	0.79
	Often	220 (17%)	14	47	104	32	9	8	14	
Sore throat	Never	1119 (86%)	82	242	543	161	40	37	82	0.72
	Often	175 (14%)	13	41	77	27	5	7	13	
Nose irritation	Never	834 (64%)	62	185	400	119	29	27	62	0.13
	Often	460 (36%)	34	97	219	70	16	17	34	
Concentration lapses	Never	647 (50%)	51	142	326	83	19	19	51	0.23
	Often	647 (50%)	44	140	295	105	25	26	44	
Menstruation	On	94 (18%)	2	6	19	46	10	2	9	0.00*
	Pre	435 (82%)	9	26	117	206	63	10	4	
(C) Indoor environment of classroom										
Temperature	Satisfied	682 (53%)	14	70	188	332	52	15	14	0.00*
	Unsatisfied	612 (47%)	5	25	95	292	136	30	31	
Air movement	Satisfied	541 (42%)	7	34	95	253	102	24	26	0.00*
	Unsatisfied	753 (58%)	11	62	188	370	87	20	18	
Humidity	Satisfied	699 (54%)	10	51	144	338	107	24	27	0.88
	Unsatisfied	595 (46%)	9	45	138	285	81	20	18	
Solar isolation	Satisfied	593 (46%)	12	44	150	260	87	20	20	0.05*
	Unsatisfied	701 (54%)	7	52	132	363	102	24	24	
Acoustic	Satisfied	647 (50%)	10	45	141	313	100	21	19	0.90
	Unsatisfied	647 (50%)	9	50	141	311	89	24	26	
Illumination	Satisfied	473 (37%)	10	32	103	220	70	19	19	0.65
	Unsatisfied	821 (63%)	9	63	180	403	119	25	26	
Indoor air quality	Satisfied	745 (58%)	15	61	171	349	103	23	27	0.89
	Unsatisfied	549 (42%)	4	35	112	275	86	21	17	
Comfort of desk and table	Satisfied	819 (63%)	15	53	178	394	124	28	28	0.42
	Unsatisfied	475 (37%)	3	42	105	229	64	16	16	

Rajah 2.13: Ciri-ciri responden(Hwang et al. 2006)

Bagi data mengenai pengukuran fizikal, hasil pengukuran telah diplotkan ke carta psikometri seperti di Rajah 2.31, termasuk zon keselesaan termal yang telah ditentukan oleh ASHRAE 55.



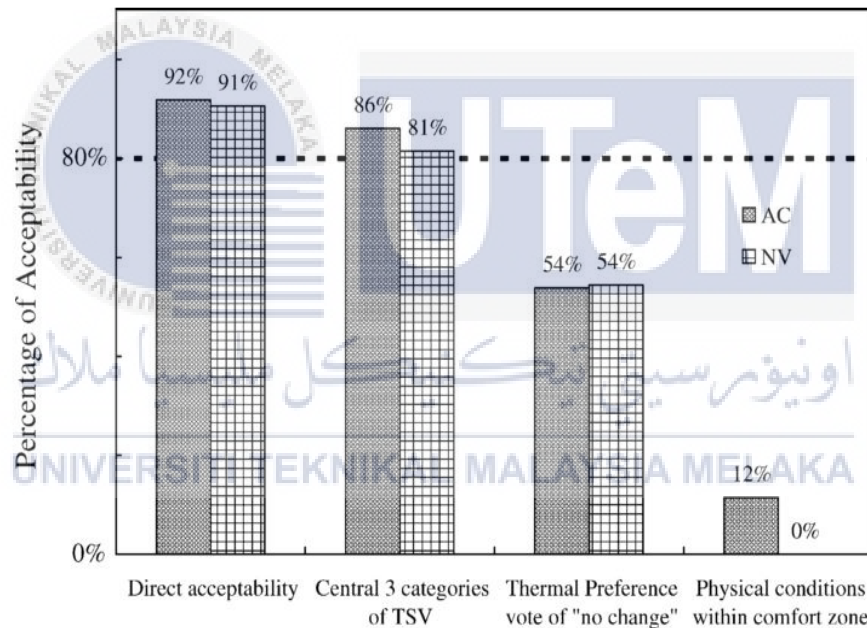
Rajah 2.14: Syarat persekitaran dalaman termal berdasarkan carta keselesaan ASHRAE 55 (Hwang et al. 2006)

Dapat dilihat disini, zon keselesaan responden berdasarkan tahap pemakaian adalah 0.6 clo sewaktu soal selidik sedang dijalankan. Di persekitaran kelas yang mempunyai sistem penyaman udara, nilai kelembapan diantara 60% hingga 80%. 12% responden memilih untuk berada dalam zon panas, manakala 28% memilih untuk berada dalam zon sejuk.

Untuk pemakaian pengguna bangunan, tahap pemakaian adalah mengikut peraturan yang telah ditetapkan oleh universiti. Hasil dari kajian juga, dapat dilihat bahawa pelajar akan menyesuaikan pakaian mereka mengikut persekitaran mereka. Selain itu, pemakaian

pada kawasan kelas yang menggunakan sistem penyaman udara mengenakan pakaian yang lebih tebal.

Untuk kebolehterimaan termal “thermal acceptability” ASHRAE 55 menetapkan untuk mencapai keselesaan termal, peratusan pengguna bangunan yang berpuas hati dengan persekitaran yang sedia ada perlu lebih dari 80% ($\geq 80\%$). Terdapat 3 kaedah yang digunakan dalam menganalisis kebolehterimaan termal seperti Rajah 2.32 dan perbandingan untuk setiap kaedah.



Rajah 2.15: Kaedah-kaedah dalam menganalisis kebolehterimaan termal (Hwang et al. 2006)

Kaedah 1 adalah berhubung terus kepada soalan soal selidik iaitu pada graf bar di bahagian kiri rajah 2.31. nilai yang ditunjukkan oleh penyaman udara adalah lebih 1% dari pengudaraan semula jadi. Untuk kaedah 2, 2 dari kiri graf, nilai tengah dalam TSV (-1, 0, 1) digunakan sebagai andaian kerana kebiasaannya julat data yang diperolehi adalah luar

dari nilai tengah tersebut. Pada sistem penyaman udara menunjukkan nilai peratusan yang tinggi. Untuk kaedah 3 pula adalah pemilihan termal menunjukkan jumlah peratusan yang sama. Kesemua kaedah ini adalah untuk melakukan perbandingan dengan kebolehterimaan yang ditetapkan oleh ASHRAE 55.

2.4.5 Kajian “Thermal Comfort In The Humid Tropics: Field Experiments In Air Conditioned And Naturally Ventilated Buildings In Singapore” oleh (De dear et al. 1991)

2.4.5.1 Kaedah Kajian

Kajian yang telah dilakukan oleh (de Dear et al. 1991) adalah di bangunan pejabat di Singapura. Seramai 235 responden dari pejabat yang menggunakan sistem penyaman udara telah di buat soal selidik. Kesemua responden adalah penduduk yang telah lama menetap di Singapura. Jadual 2.18 menunjukkan data demografi mengenai responden.

Jadual 2.18 : Data demografi pengguna bangunan (de Dear et al. 1991)

		Age group (years)				Total
		17–20	21–40	41–60	> 60	
Natural ventilation	Male	37	143	70	37	287
	Female	50	98	95	53	296
	Total	87	241	165	90	583
Air conditioned	Male	0	69	22	0	91
	Female	18	118	8	0	144
	Total	18	187	30	0	235

Untuk maklumat mengenai pengukuran suhu iklim dalam bangunan. 4 parameter atmosfera, suhu udara sekeliling, min suhu sinaran, kelembapan dan kelajuan udara akan diukur serentak borang soal selidik diagihkan. Min suhu sinaran telah diukur dengan menggunakan termometer glob berdiameter 150mm, dengan membuat andaian, bahawa haba yang berpindah ke badan manusia adalah sama. Untuk kelajuan udara, parameter tersebut akan diukur dengan menggunakan Kanomax hot-wire anemometer (model 24-6111). Kesemua iklim persekitaran dalam bangunan akan diukur dengan ketinggian 0.8 m dari atas lantai dan 1 m dari responden.

Pada soal selidik yang dijalankan pula, kadar pemakaian yang dipakai oleh pengguna bangunan atau responden dianggarkan berdasarkan kajian yang pernah dilakukan dan dijadikan rujukan dalam kajian ini. Kesemua soalan soal selidik adalah berdasarkan piawaian yang ditetapkan oleh ASHRAE. Soalan untuk soal selidik juga dipecahkan kepada beberapa bahagian iaitu, demografi, keselesaan termal, responden juga di soal berdasarkan skala 7-aras ASHRAE.

2.4.5.2 Analisis Kajian

Hasil daripada pengukuran tersebut telah diringkaskan ke dalam bentuk jadual seperti Jadual 2.19 dengan penekanan data pada pejabat yang menggunakan sistem penyaman udara.

Jadual 2.19 : Data mengenai iklim-micro persekitaran dalam bangunan (de Dear et al. 1991)

		Naturally ventilated ^a				Air conditioned ^b			
		Mean	SD	Max.	Min.	Mean	SD	Max.	Min.
Air temperature	(°C)	29.4	1.23	31.9	26.0	22.9	1.33	26.8	18.3
Relative humidity	(%)	73.5	6.6	97.8	57.9	55.5	7.6	74.1	35.6
Mean radiant temperature	(°C)	29.8	1.19	31.9	26.8	24.1	1.14	28.8	19.7
Operative temperature	(°C)	29.6	1.20	31.7	26.5	23.5	1.20	27.5	19.0
Air velocity	(m/s)	0.22	0.12	0.58	0.05	0.11	0.10	0.65	0.01

^a n = 583; ^b n = 235

Hasil daripada jadual tersebut, dapat dilihat min suhu udara adalah 29.4°C. untuk kelembapan relatif adalah 73.5%. untuk min suhu sinaran adalah 29.8, pada min suhu operatif adalah 29.6°C. kesemua min suhu yang diperolehi dari pengukuran mempunyai nilai yang lebih sama. Untuk kelajuan udara pula, adalah 0.22 m/s.

Pada tingkah laku penghuni bangunan, untuk data pada bangunan pejabat yang menggunakan sistem penyaman udara. Dapat dilihat, pengguna bangunan mengenakan pakaian yang lebih formal dengan nilai min tebatan pakaian adalah 0.44 clo, daripada nilai yang diperolehi dapat dianggarkan bahawa lelaki mengenakan pakaian seperti kemeja lengan pendek, dan seluar panjang berserta kasut. Manakala, perempuan pula mengenakan pakaian seperti skirt dalam, skirt paras lutut, blaus, dan kasut atau sandal. Nilai min kadar metabolisme dianggarkan 69 W/m² atau 1.2 met. Nilai ini dipilih kerana responden yang terlibat adalah terikat dengan kerja pejabat. Untuk tindak balas dan keselesaan termal, Jadual 2.20 menunjukkan taksiran daripada responden yang berada di bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara. Min undian keselesaan termal yang direkodkan pada bangunan memberi bacaan pada -0.34 iaitu “bersesuaian dengan persekitaran”

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Jadual 2. 20 : Undian keselesaan termal pada bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara. (de Dear et al. 1991)

Operative temperature (°C)	Mean vote	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Totals
18.6–19.5	-2.0	0	1	0	0	0	0	0	1
19.6–20.5	-2.2	3	2	0	1	0	0	0	6
20.6–21.5	-2.0	3	3	1	1	0	0	0	8
21.6–22.5	-0.7	2	3	4	11	1	0	0	21
22.6–23.5	-0.4	6	6	20	38	11	3	0	84
23.6–24.5	-0.2	3	5	10	34	10	3	1	66
24.6–25.5	0.1	0	2	2	26	2	3	0	35
25.6–26.5	0.8	0	0	0	2	3	1	0	6
26.6–27.5	1.0	0	0	0	0	3	0	0	3
	-0.34	17	22	37	113	30	10	1	230

2.5 Perbandingan Keseluruhan Kajian Ilmiah

Perbandingan untuk kajian yang telah di buat dan dilakukan oleh penyelidik yang berbeza serta tempat kajian yang berbeza telah diringkaskan ke dalam bentuk jadual seperti Jadual 2.21.

Jadual 2.21: Jadual perbandingan kajian

penyelidik	Lokasi	Hasil penyelidikan	Tumpuan kajian	Parameter			
				Suhu glob, t_g °C	Suhu udara, t_a °C	Kelembapan relatif, %	Kelajuan udara, m/s
Mustapa et al., 2016	Bangunan pejabat universiti, Kampus universiti Chikushi Kyushu, Fukuoka, Jepun	Mendapati tiada isu kritikal akan ketidakselesaian termal pada ruang penghawa dingin dan pengudaraan semula jadi, walaupun terdapat tahap ketidakselesaian yang berbeza. Pengguna bangunan cuba untuk sesuaikan diri dengan persekitaran	Mengkaji keselesaan termal dan tingkah laku penyesuaian pengguna bangunan dengan menggunakan penghawa dingin pada musim panas	26.4	26.3	63.3	0.19
(Hwang et al. 2006)	Bilik kelas, bangunan universiti, Taiwan	Berjaya melaksanakan perkaedahan ASHRAE untuk kajian ini dan mendapati faktor jantina, sistem penyejukan, dan pergerakan dalam bangunan memberikan kesan pada keselesaan termal.	Mengenal pasti keselesaan termal yang memenuhi keselesaan pelajar dengan kaedah uji kaji lapangan (soal selidik).	-	29	75	-

(Damiati et al. 2016)	Bangunan di Malaysia, Indonesia, Singapura, dan Jepun	Kebanyakan responden berpuas hati dengan suhu dalam bangunan dan menggunakan penghawa dingin untuk mengawal suhu.	Untuk menentukan keselesaan suhu pada musim panas di pejabat di Malaysia, Indonesia, Singapura, dan Jepun.	Malaysia			
				24.4	24.0	58.2	0.23
				Indonesia			
				25.8	25.5	47.3	0.13
				Singapura			
				23.2	23.1	64.9	0.06
(de Dear et al. 1991)	Bangunan di Singapura	eksperimen yang dijalankan pada bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara, suhu min operasi ialah 23.5°C, RH ialah 56%, kelajuan udara ialah 0.11 m/s, kadar pemakaian pengguna bangunan ialah 0.44 clo, dan kadar metabolisme ialah 67 W/m ² . Min keselesaan termal diperhatikan menjadi -0.34, yang menandakan persekitaran yang sesuai.	Kajian keselesaan termal dijalankan pada bangunan di Singapura dengan ada pengudaraan menggunakan sistem penghawa dingin dan pengudaraan semula jadi	Jepun			
				25.9	26.1	56.7	0.15
(Aziz pour et al. 2013)	Building, University Kebangsaan Malaysia Medical Centre, Malaysia	Data daripada pengukuran dan soal selidik menunjukkan suhu persekitaran dalam bangunan ini dikaji berdasarkan TSV dan PMV	Mengkaji keselesaan termal pada 10 zon kajian yang berbeza tetapi dalam bangunan yang sama				
(de Dear et al. 1991)	Bangunan di Singapura	eksperimen yang dijalankan pada bangunan yang menggunakan sistem penyaman udara, suhu min operasi ialah 23.5°C, RH ialah 56%, kelajuan udara ialah 0.11 m/s, kadar pemakaian pengguna bangunan ialah 0.44 clo, dan kadar metabolisme ialah 67 W/m ² . Min keselesaan termal diperhatikan menjadi -0.34, yang menandakan persekitaran yang sesuai.	Kajian keselesaan termal dijalankan pada bangunan di Singapura dengan ada pengudaraan menggunakan sistem penghawa dingin dan pengudaraan semula jadi	24.1	22.9	57.9	0.11
(Aziz pour et al. 2013)	Building, University Kebangsaan Malaysia Medical Centre, Malaysia	Data daripada pengukuran dan soal selidik menunjukkan suhu persekitaran dalam bangunan ini dikaji berdasarkan TSV dan PMV	Mengkaji keselesaan termal pada 10 zon kajian yang berbeza tetapi dalam bangunan yang sama				
(Aziz pour et al. 2013)	Building, University Kebangsaan Malaysia Medical Centre, Malaysia	Data daripada pengukuran dan soal selidik menunjukkan suhu persekitaran dalam bangunan ini dikaji berdasarkan TSV dan PMV	Mengkaji keselesaan termal pada 10 zon kajian yang berbeza tetapi dalam bangunan yang sama	-	25.23	50	-

BAB 3

METODOLOGI KAJIAN

3.0 Pengenalan

Bab ini akan menerangkan kaedah-kaedah yang akan dilakukan untuk pengambilan data dan analisis untuk mencapai objektif kajian. Bab ini juga akan menerangkan cara projek ini dilakukan, teknik-teknik dalam pengambilan persampelan dan penerangan bagaimana data di ambil dari kajian ini serta dianalisis. Hasil daripada pembacaan tentang teknik-teknik yang digunakan dalam kajian ilmiah (Bab2) juga diaplikasikan dalam kajian ini dengan sedikit penyesuaian pada ruang kajian.

Kawasan lobi akan dijadikan sebagai tempat kajian. Perbandingan dapatan kajian antara 2 lobi yang berbeza akan dilakukan. Tambahan lagi, perbandingan dengan piawaian seperti ASHRAE 55 dan beberapa piawaian akan di buat serta diterangkan dalam bahagian yang selanjutnya.

3.1 Pemilihan Kawasan Kajian

Pemilihan lobi sebagai kawasan kajian adalah kerana terdapat aduan daripada penghuni bangunan. Kawasan lobi perlu menggunakan sistem penghawa dingin sebagai medium dalam pengawalan suhu bangunan dan bukan menggunakan pengudaraan semula jadi. Selain itu, parameter-parameter yang akan diukur adalah sama untuk kedua-dua lobi dan akan dilakukan dengan kehadiran penghuni bangunan serta tanpa kehadiran penghuni

bangunan. Responden yang terlibat adalah terdiri dari pelbagai latar belakang. Tambahan lagi, ukuran juga dilakukan pada waktu puncak seperti pagi (waktu memulakan kerja dan kelas), tengah hari (untuk rehat dan makan tengah hari), petang (tamat sesi pembelajaran dan habis kerja), ketiga-tiga waktu ini mempunyai bilangan pengguna bangunan yang ramai. Bergantung kepada keadaan persekitaran sewaktu pengukuran dan mungkin terdapat penyesuaian masa pengukuran sewaktu alat diletakkan untuk pengambilan data Berdasarkan syarat-syarat ini, lobi yang akan dipilih sebagai tempat kajian ialah lobi FKM dan lobi FTK. Tambahan lagi, susun atur perabot yang tidak mengganggu waktu pengukuran serta laluan responden dan kajian-kajian terdahulu yang lebih memfokuskan pada ruang seperti perpustakaan, bilik kelas, dan makmal.

3.1.1 Kawasan Lobi FKM

Lobi FKM merupakan kawasan tumpuan bagi pelajar FKM dan FTK serta staf UTeM pada waktu puncak. Lobi ini juga merupakan ruang menunggu, sementara untuk ke tingkat atas dan kawasan perbincangan. Terdapat 3 lif yang digunakan dalam kawasan lobi ini. Tambahan lagi, terdapat sistem peralihan udara dalam ruangan lif supaya pengguna lif berasa selesa dan tidak panas. Untuk struktur lobi ini, kaca digunakan di pintu masuk utama dan terdapat 2 jenis pintu yang digunakan iaitu pintu automatik dan pintu manual. Dinding lobi ini juga adalah terdiri daripada batu-bata dan dicat. Rajah 3.1 menunjukkan keadaan lobi ini. Tambahan lagi terdapat juga penggunaan kayu sebagai perabot di tempat ini



Rajah 3.1: Kawasan lobi FKM

3.1.2 Kawasan Lobi FTK

Kawasan lobi FTK agak berbeza berbanding lobi FKM kerana dari segi luas kawasan. Lobi FTK mempunyai luas kawasan yang lebih besar berbanding lobi FKM. Tambahan lagi, ketinggian syiling lobi FTK juga lebih tinggi berbanding lobi FKM. Dari segi struktur bangunan, kedua-dua lobi ini menggunakan bahan binaan yang lebih kurang sama. Rajah 3.2 menunjukkan keadaan lobi FTK.



Rajah 3.2: Kawasan lobi FTK

3.2 Kaedah Pengukuran Alat

Untuk menjalankan kajian ini, alat pengukuran yang diberi nama Thermal Microclimate HD32.1 akan digunakan untuk mengukur parameter yang ditetapkan. Rajah 3.3(a) dan Rajah 3.3(b) menunjukkan fungsi-fungsi setiap kuar (probe). Alat ini juga membantu untuk mengukur, menilai, dan mengawal mikroklimat (iklim dalam kawasan kecil) serta menepati piawaian : ISO 7726, ISO 7730, ISO 7234, ISO 7933, ISO 11079, ISO 8996 (microclimate 2009). Alat ini juga mempunyai 3 jenis program operasi: Program A: HD32.1a Analisis Mikroklimat; Program B: HD32.1b Analisis Ketidakselesaian; dan Program C: HD32.1c Kuantiti Fizikal



Rajah 3.3 (a): Thermal Microclimate

Jadual 3.1 : Nama kuar (probe) serta fungsi

No	Kuar (probe)	Fungsi-fungsi
1	“local thermal discomfort”	Mengukur perbandingan suhu pada aras kepala dan lantai
2	“radiant temperature”	Mengukur peratusan sinaran asimetri
3	“natural ventilated wet bulb temperature”	Mengukur suhu tepuan adiabatik
4	Kuar (probe) karbon dioksida	Mengukur kadar karbon dioksida di udara
5	Kelembapan relatif	Mengukur kadar kelembapan
6	Suhu glob	Mengukur purata suhu sinaran
7	Kelajuan udara	Mengukur kelajuan udara

Untuk kajian ini, program yang akan digunakan adalah program A iaitu untuk analisis mikroklimat dan program B. iaitu untuk analisis ketidakselesaan. Alat pengukuran ini terdiri daripada 1 modul SICRAM yang mempunyai 8 input untuk 8 kuar (probe) yang berbeza (microclimate 2009). Bacaan yang diambil akan disimpan dalam memori alat ini dan alat ini boleh ditetapkan untuk menunjukkan bacaan antara selang masa 15 saat, 30 saat, 1 minit, 2 minit, 5 minit, 10 minit, 20 minit, 30 minit, dan 1 jam. Alat ini juga membantu untuk mengira kuantiti seperti peratusan yang tidak berpuas hati yang dijangka (“*Predicted Percentage of Dissatisfied*”, PPD) dan Jangkaan Purata Undi (“*Predicted Mean Vote*”, PMV). Model PMV digunakan untuk menghubungkan prinsip keseimbangan haba dengan 6 kriteria keselesaan termal iaitu; kadar metabolisme; pemakaian; suhu udara; suhu sinaran, kelajuan udara, dan kelembapan. Manakala, nilai PPD mempunyai perkaitan dengan nilai PMV. Jadual 3.1 menunjukkan kuar (probe) yang akan digunakan untuk mengukur parameter yang telah ditetapkan

Jadual 3.2: Parameter dan nama kuar

Parameter	Kuar (probe)
Suhu bebuli basah (“wet bulb temperature”) dan suhu bebuli kering (“dry bulb temperature”)	HP3217DM
Kelembapan relatif (“relative humidity”)	HP3217
Kuar (probe) untuk suhu glob	TP3275
Kelajuan udara (Omni Directional Hot-Wire Probe)	AP3203

Untuk kajian ini hanya 4 kuar (probe) yang akan digunakan. Kuar (probe) yang telah ditetapkan akan digunakan untuk mengukur kuantiti fizikal bagi tujuan menganalisis persekitaran dalam lobi. Jadual 3.3 menunjukkan kuantiti fizikal yang akan diukur oleh alat ini. Selain parameter dalam Jadual 3.2, kadar metabolik dan pemakaian individu juga perlu diketahui dan ditetapkan pada alat pengukur. Untuk kajian ini, kadar metabolik dianggarkan pada nilai 1.6 met (McDonald n.d.) iaitu pada kedudukan berdiri. Ini kerana dapat dilihat pada kawasan lobi ini kebanyakan pengguna bangunan lebih banyak berdiri berbanding aktiviti lain. Tambahan, kebanyakan pengguna bangunan mengenakan pakaian yang ringan dan nilai yang boleh dianggarkan adalah 0.5 clo (Damiani et al. 2016). Kedua-dua anggaran nilai tersebut adalah anggaran awal kajian dan akan disesuaikan mengikut keadaan sewaktu pengukuran dijalankan.

Jadual 3.3: Kuantiti fizikal serta unit

Kuantiti fizikal	Unit
Suhu glob, T _g	Celsius, °C
Tekanan udara, P _r	Pa
Kelajuan udara, V _a	m/s
Kelembapan relatif (“relative humidity”)	%
Suhu sinaran, T _r	Celsius, °C
Suhu udara, T _a	Celsius, °C
Wet Bulb Globe Temperature Indeks, WBGT-i	-
Jangkaan Purata Undi (“ <i>Predicted Mean Vote</i> ”, PMV	%

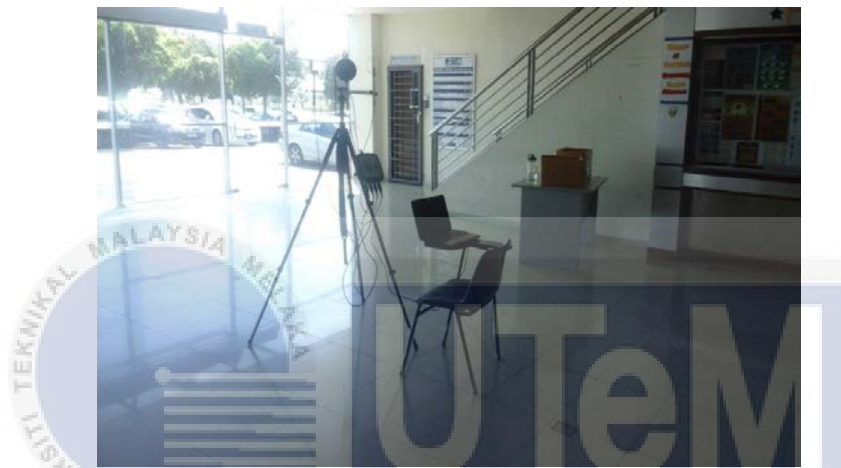
3.2.1 Kaedah Kajian Dijalankan

Kaedah kajian ini dilaksanakan adalah melibatkan 2 situasi, di mana situasi tersebut melibatkan kehadiran pengguna bangunan dan tanpa kehadiran pengguna bangunan. Alat pengukuran akan diletakkan di lobi FKM dan juga lobi FTK. Kedudukan bagi alat tersebut akan diletakkan di beberapa tempat yang telah ditetapkan atau kawasan yang tidak mengganggu pergerakan pengguna bangunan. Untuk mendapat kepelbagaian data, alat pengukuran akan diubah kedudukan untuk setiap 30 minit, bergantung kepada keadaan kawasan dan kesesuaian masa. Untuk pengukuran tanpa penghuni bangunan akan dijalankan pada cuti semester dan pengukuran melibatkan penghuni bangunan akan dijalankan selepas cuti semester.

3.2.1.1 Pengukuran Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan

Bagi pengukuran tanpa penghuni bangunan, alat pengukuran akan diletakkan di tengah lobi seperti Rajah 3.4 adalah kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FKM (tanpa kehadiran penghuni bangunan) dan Rajah 3.5 pula, kawasan alat pengukuran diletakkan di

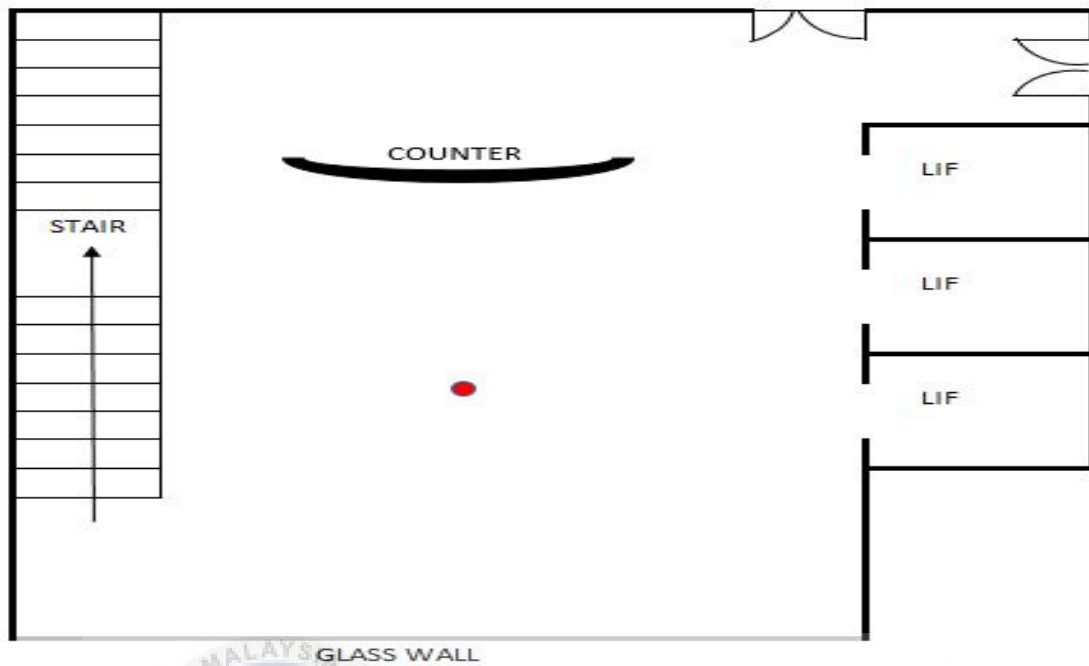
lobi FTK (tanpa kehadiran penghuni bangunan). Pengukuran ini akan diletakkan dalam 1 titik tempat kerana untuk mengetahui suhu persekitaran tersebut tanpa melibatkan pengguna bangunan. Rajah 3.6 dan Rajah 3.7 menunjukkan lakaran untuk lobi FKM dan FTK bagi menanda kedudukan alat pengukuran. Tanda warna merah adalah tempat dimana alat pengukuran diletakkan.



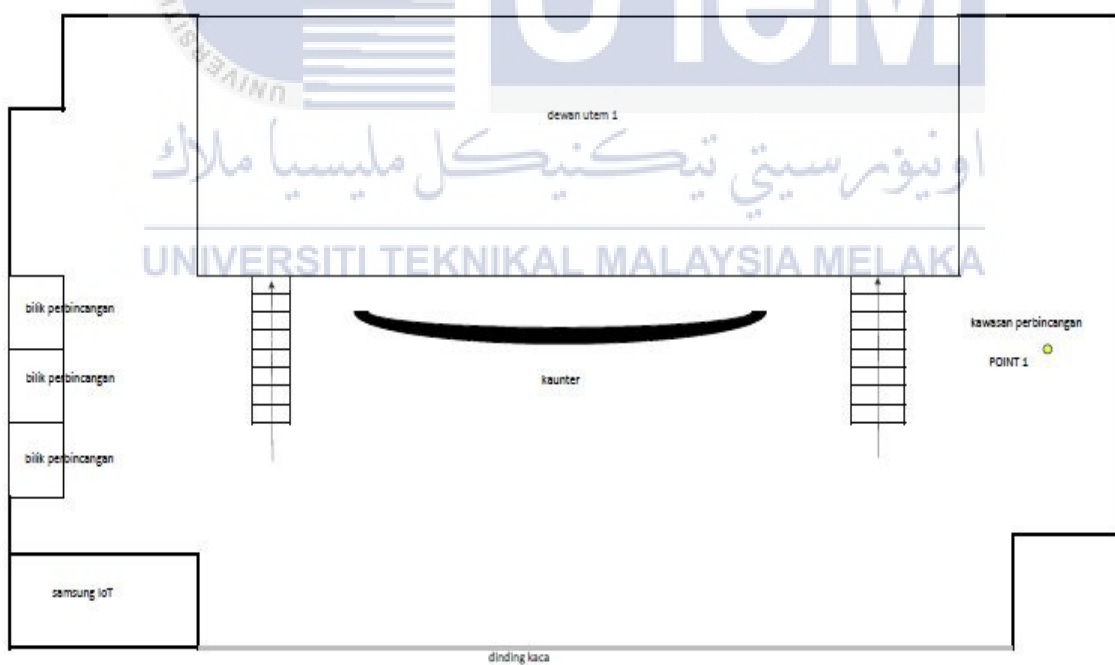
Rajah 3.4: Kawasan alat pengukuran di lobi FKM
(tanpa kehadiran penghuni bangunan)



Rajah 3.5 : Kawasan alat pengukuran di lobi FTK
(tanpa kehadiran penghuni bangunan)



Rajah 3.6 : Lakaran pelan lobi FKM (tanda merah merujuk kedudukan alat diletakkan)



Rajah 3.7: Lakaran pelan lobi FTK (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan)

3.2.1.2 Pengukuran Dengan Kehadiran Penghuni Bangunan

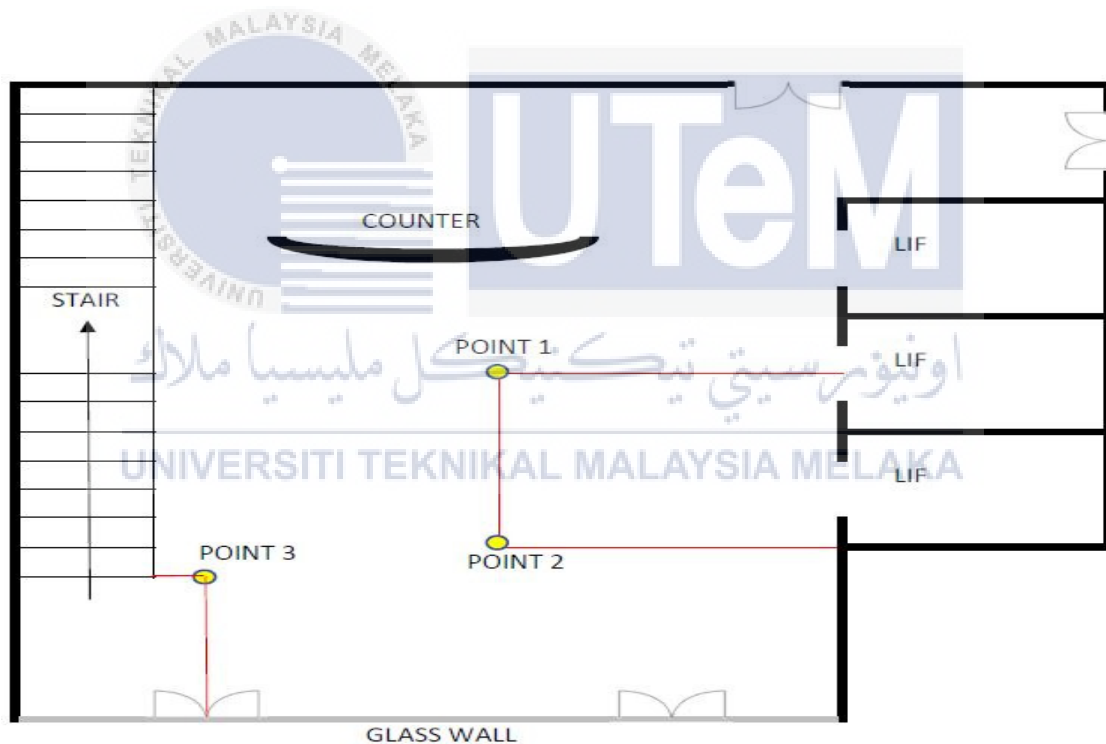
Untuk pengukuran dengan kehadiran penghuni bangunan, alat pengukuran akan diletakkan di beberapa kawasan di ruang lobi seperti Rajah 3.8 adalah kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FKM (kehadiran penghuni bangunan) dan Rajah 3.9 pula, kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FTK (kehadiran penghuni bangunan). Pengukuran ini akan diletakkan dalam beberapa titik tempat kerana untuk mengetahui suhu persekitaran tersebut yang melibatkan pengguna bangunan. Rajah 3.10 dan Rajah 3.11 menunjukkan lakaran untuk lobi FKM dan FTK bagi menanda kedudukan alat pengukuran. Tanda warna merah adalah tempat dimana alat pengukuran diletakkan.



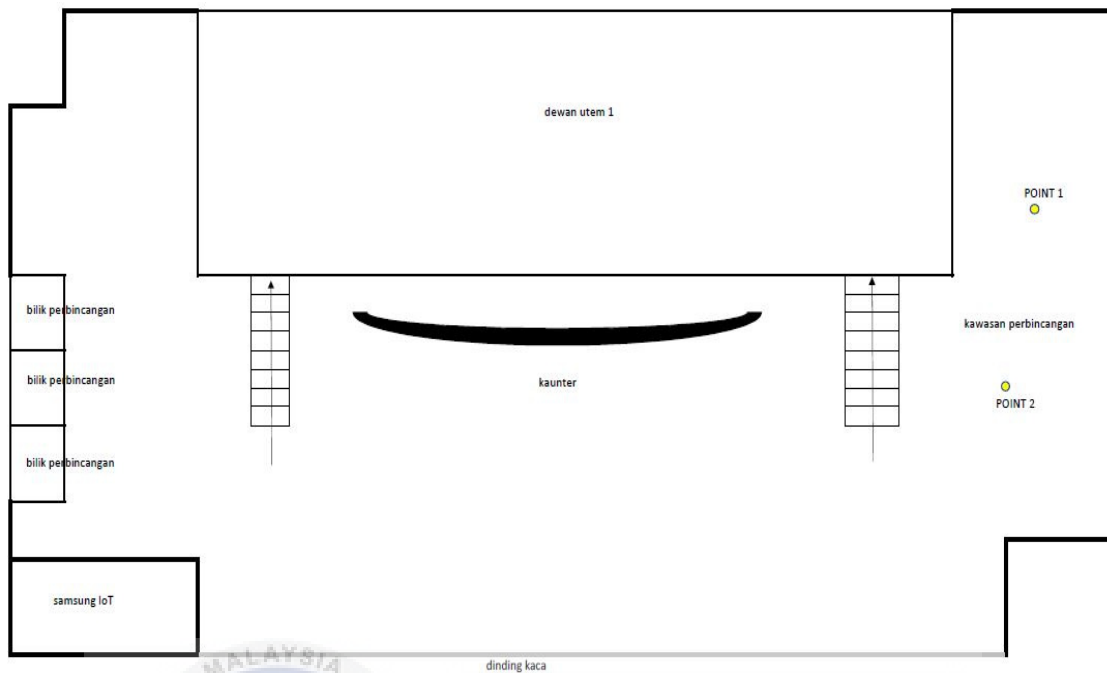
Rajah 3.8: kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FKM (kehadiran penghuni bangunan)



Rajah 3.9 : kawasan alat pengukuran diletakkan di lobi FTK (kehadiran penghuni bangunan)



Rajah 3.10: Lakaran pelan lobi FKM (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan)



Rajah 3.11: Lakaran pelan lobi FTK (tanda kuning merujuk kedudukan alat diletakkan)

3.2.1.3 Penentukuran (Calibration)

Bagi memastikan pengukuran yang dilakukan adalah diambil pada nilai yang sebenar. Terdapat 2 alat yang digunakan bersama-sama alat Thermal Microclimate iaitu, Indeks Air Quality (IAQ) dan “Sling Psychrometer“. Rajah 3.12 dan Rajah 3.13 menunjukkan alat yang diguna pakai dalam kajian ini.



Rajah 3.12: Indeks Air Quality (IAQ)



Rajah 3.13: Sling Psychrometer

Bagi alat di Rajah 3.12 akan digunakan untuk mengukur kelembapan relatif (RH) dan alat pada Rajah 3.13 akan digunakan untuk mengukur suhu udara (T_a) dan suhu bebuli basah (wet-bulb temperature). Ketiga-tiga parameter ini akan ditinjau secara berkala sewaktu pengukuran bagi memastikan pengambilan data dilakukan dengan baik. Selain itu, alat pemegang pada Rajah 3.14 juga di bina sendiri untuk meletakkan “probe” alat IAQ berada pada aras yang sama dengan “probe” alat Thermal Microclimate.



Rajah 3.14: Alat pemegang untuk IAQ

3.3 Soal Selidik Atau Tinjauan

Dalam kajian ini, soal selidik akan dilakukan dengan mengagihkan borang soal selidik. Borang ini juga membantu dalam memperoleh maklumat daripada responden tentang perasaan mereka apabila berada kawasan lobi ini. Ia juga menggambarkan perasaan pengguna bangunan akan keadaan persekitaran dalam kawasan lobi. Daripada hasil soal selidik ini akan di buat perbandingan dengan nilai pengukuran yang di ambil.

Borang soal selidik yang akan dijalankan akan mengikuti skala ASHRAE yang terbahagi kepada 3 (Damiati et al. 2016).

- I. Maklumat demografi (demographic information).
- II. Maklumat mengenai sensasi termal, kebolehterimaan, keselesaan dan keutamaan (thermal sensation, acceptability, preference and comfort).
- III. Tindakan penyesuaian (adaptive action).

Maklumat demografi adalah maklumat mengenai jantina, etnik, kesihatan dan sebagainya, yang boleh didapati dari responden. Untuk maklumat mengenai sensasi termal, skala 7-aras ASHRAE akan digunakan. Manakala untuk soalan kebolehterimaan pengguna bangunan, soalan yang akan dikemukakan adalah keadaan persekitaran yang responden berada pada waktu tersebut. Bagi soalan keselesaan dan keutamaan termal akan dikaitkan dengan keadaan suhu dan kelembapan relatif serta keadaan persekitaran pengguna bangunan mahukan. Untuk soalan tindakan penyesuai ialah cara pengguna bangunan menyesuaikan diri mereka dengan persekitaran yang sedia ada. Kesemua maklumat ini diringkaskan seperti dalam Jadual 3.4 dan Jadual 3.5.

Jadual 3.4 Skala yang digunapakai untuk undian Sensasi termal (“thermal sensation vote”, TSV) dan Keutamaan termal (“thermal preference”, Tp)

Skala	Undian Sensasi terma (“thermal sensation vote”, TSV), ASHRAE	Keutamaan terma (“thermal preference”, Tp)
-3	Sejuk	
-2	Dingin	Lebih dingin
-1	Sedikit dingin	Sedikit dingin
0	Neutral	Tiada perubahan
1	Sedikit hangat	Sedikit hangat
2	Hangat	Lebih hangat
3	panas	

Jadual 3.5 : Skala yang digunakan dalam borang soal selidik

	Keadaan kelembapan	Kelembapan yang dikehendaki	Pergerakan udara
-3	Sangat kering		
-2	Kering	Lebih kering	
-1	Sedikit kering	Sedikit kering	
0	Tiada perubahan	Tiada perubahan	
1	Kurang kelembapan	Sedikit kelembapan	Tiada
2	Lembap	Kelembapan tinggi	Lemah
3	Kelembapan tinggi		Sederhana

Data yang diperolehi dari soal selidik ini, akan dipindahkan ke dalam perisian “Statistical Packages for the Social Sciences” (SPSS). Perisian SPSS ini digunakan untuk melakukan analisis statik. Perisian ini juga mampu untuk melakukan fungsi-fungsi seperti

mengurus, analisis, dan penterjemahan data. Soal selidik yang dilakukan oleh keatas pengguna bangunan akan dianalisis menggunakan perisian ini untuk mengetahui hubungan regresi atau hubungkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi keselesaan termal, seperti antara pengukuran fizikal dengan kepuasan individu terhadap persekitaran. Untuk kajian keselesaan termal ini, model regresi atau model hubungan akan diwujudkan untuk mengetahui perkaitan antara undian skala ASHRAE dan faktor keselesaan termal.

3.3.1 Pemilihan Responden

Pemilihan responden adalah mereka yang berada di ruang lobi dalam tempoh masa 1 minit. Tujuannya adalah untuk memberi masa kepada pengguna bangunan merasai keadaan persekitaran lobi. Tambahan lagi, ruang lobi ini juga selalu sibuk dan pengguna bangunan tidak mempunyai masa yang lama untuk berada di kawasan lobi.

3.4 Analisis Dapatan Kajian

Kesemua data yang diperolehi daripada alat pengukuran akan di analisis menggunakan perisian alat pengukuran tersebut. Manakala, data dari hasil soal selidik akan di analisis menggunakan perisian SPSS. Analisis tersebut juga akan dipecahkan kepada beberapa bahagian yang akan diterangkan pada bahagian yang berikutnya.

3.4.1 Perbandingan Hasil Kajian Antara Data Pengukuran Dan Piawaian

Pengukuran fizikal seperti suhu udara, kelajuan udara, kelembapan relatif, PMV dan PPD akan di buat perbandingan dengan Piawaian Malaysia (“Malaysia Standard, MS1524”) atau ASHRAE 55. Ini bertujuan untuk mengetahui peratusan keselesaan pengguna bangunan apabila perbandingan ini di buat. Selain itu, data kajian juga akan dibandingkan diantara 2

lobi dengan kehadiran dan tanpa kehadiran pengguna bangunan. Dengan melakukan perbandingan ini, corak bacaan data untuk setiap kuantiti fizikal yang diukur dapat diketahui samada dengan kehadiran pengguna bangunan dan tanpa kehadiran pengguna bangunan.

3.4.2 Analisis Undian Berdasarkan Taksiran Subjektif (Subjective Assessment)

Maklumat TSV diperolehi daripada analisis soal selidik yang dijalankan. Hasil daripada data soal selidik akan diplotkan dua graf yang berbeza iaitu: Graf TSV vs “operative temperature” akan diplot; dan Graf regresi linear akan diplotkan berdasarkan nilai TSV dan “operative temperature” untuk mengetahui suhu neutral pengguna bangunan.

3.4.3 Perbandingan Data Antara Soal Selidik Dan Pengukuran

Nilai PMV dan PPD dikira secara automatik daripada alat pengukuran untuk mendapatkan kombinasi data antara pengukuran fizikal dan pemerhatian pada aktiviti dan pemakaian. Graf regresi yang dijanakan oleh alat pengukuran akan dinilai. Penilaian ini akan dilakukan pada lobi FKM dan lobi FTK dengan kehadiran pengguna bangunan. Yang demikian, suhu neutral yang diperolehi daripada regresi PMV dan “operative temperature” akan dibuat perbandingan dengan suhu neutral yang diperolehi daripada regresi TSV dan “operative temperature”. Tambahan lagi, persamaan diantara suhu udara, PMV dan PPD akan dinilai menggunakan perisian SPSS.

BAB 4

ANALISIS HASIL KAJIAN

Dalam bab ini, akan diterangkan dengan lebih lanjut mengenai analisis terhadap data dan keputusan kajian serta piawaian. Soal selidik juga akan dianalisis melalui hasil agihan borang soal selidik kepada pengguna bangunan. Tambahan lagi, data soal selidik juga akan dibandingkan dengan pengukuran yang telah dijalankan.

4.0 Hasil Kajian

Kajian ini telah dijalankan pada 2 tempat dengan 2 keadaan yang berbeza. Iaitu di lobi FKM dan lobi FTK dengan kehadiran serta tanpa kehadiran penghuni bangunan. Untuk nilai maksimum, minimum, dan purata untuk setiap pengukuran telah diringkaskan dalam bentuk jadual seperti Jadual 4.1, Jadual 4.2, Jadual 4.3 dan Jadual 4.4. Pengukuran tanpa penghuni bangunan telah dilakukan pada 16 Januari 2016 di lobi FKM dan 17 Januari 2016 di lobi FTK, sewaktu cuti semester. Manakala, pengukuran dengan kehadiran penghuni bangunan dijalankan pada 9 Mac 2017 di lobi FTK dan 11 April 2017 di lobi FKM.

Jadual 4.1: Data parameter yang direkodkan sewaktu tanpa kehadiran pengguna bangunan di lobi FKM

KEADAAN			Statistics	Tw (C)	Tr (C)	Ta (C)	RH (%)	Va (m/s)
PERSEKITARAN	WAKTU	KEDUDUKAN						
TANPA KEHADIRAN	PAGI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	24.20	31.90	28.10	99.80	0.51
			NILAI MINIMUM	22.70	28.80	27.30	79.20	0.00
			PURATA	23.52	30.00	27.80	88.44	0.07
	PETANG	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	22.30	30.60	28.10	54.60	0.36
			NILAI MINIMUM	21.40	29.10	27.60	52.80	0.00
			PURATA	21.68	29.40	27.88	53.73	0.05

Jadual 4.2: Data parameter yang direkodkan sewaktu kehadiran pengguna bangunan di lobi FKM

KEADAAN PERSEKITARAN	WAKTU	KEDUDUKAN	Statistics	Tw (C)	Tr (C)	Ta (C)	RH (%)	Va (m/s)	PMV	PPD (%)
KEHADIRAN	PAGI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	27.8	28.5	27.5	87.80	0.66	2.03	77.95
			NILAI MINIMUM	27.2	27.6	27	82.70	0	1.62	57.52
			PURATA	27.49	28.01	27.31	85.20	0.17	1.83	68.36
		POINT 2	NILAI MAKSIMUM	27.4	28.5	27.3	90.80	1.28	1.99	76.14
			NILAI MINIMUM	26.9	27.5	26.9	85.80	0.02	1.66	59.38
			PURATA	27.14	27.81	27.08	87.80	0.37	1.82	68.01
		POINT 3	NILAI MAKSIMUM	27.4	29.9	28.1	85.00	0.36	2.26	87.05
			NILAI MINIMUM	26.9	27.9	27.3	78.60	0.01	1.88	71.26
			PURATA	27.15	28.87	27.72	81.70	0.16	2.09	80.68
	TENGAH HARI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	24.7	28.9	28.7	75.40	0.42	1.92	72.98
			NILAI MINIMUM	23.8	27.9	27.8	67.10	0	1.63	58.12
			PURATA	24.23	28.45	28.24	72.30	0.08	1.8	67.13
		POINT 2	NILAI MAKSIMUM	25.7	31.8	30.3	75.30	0.68	2.16	83.4
			NILAI MINIMUM	23.7	28.8	28.4	61.50	0	1.82	68.21
			PURATA	24.76	30.03	29.18	70.00	0.15	2.01	77.08
		POINT 3	NILAI MAKSIMUM	24.2	32	28.6	68.20	0.59	2.01	77.31
			NILAI MINIMUM	23	29.4	27.7	62.80	0	1.71	62.34
			PURATA	23.59	30.34	28.09	66.10	0.17	1.85	69.52
	PETANG	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	22	28.1	26.7	65.10	0.6	1.49	50.2
			NILAI MINIMUM	20.9	27	26.1	58.00	0	1.2	35.16
			PURATA	21.35	27.29	26.38	61.10	0.08	1.4	45.6
		POINT 2	NILAI MAKSIMUM	21.1	28.3	26.4	60.10	0.52	1.42	46.64
			NILAI MINIMUM	20.3	27.2	25.9	57.10	0	1.16	33.49
			PURATA	20.6	27.52	26.17	58.20	0.17	1.31	40.78
		POINT 3	NILAI MAKSIMUM	20.5	28.2	25.9	58.60	0.54	1.35	42.98
			NILAI MINIMUM	19.9	26.8	25.4	56.60	0	1.04	27.95
			PURATA	20.18	27.45	25.61	57.40	0.17	1.23	36.8

Jadual 4.3: Data parameter yang direkodkan sewaktu kehadiran pengguna bangunan di lobi FTK

KEADAAN PERSEKITARAN	WAKTU	KEDUDUKAN	Statistics	Tw (C)	Tr (C)	Ta (C)	RH (%)	Va (m/s)	PMV	PPD (%)
KEHADIRAN	PAGI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	21.50	25.60	25.10	73.60	0.33	1.19	34.56
			NILAI MINIMUM	20.70	25.10	24.50	68.50	0.00	0.94	23.50
			PURATA	21.13	25.28	24.83	70.78	0.06	1.13	32.11
		POINT 2	NILAI MAKSIMUM	20.90	26.00	24.70	70.40	0.48	1.14	32.34
			NILAI MINIMUM	20.30	25.10	24.30	67.90	0.00	0.82	19.07
			PURATA	20.60	25.34	24.48	69.02	0.08	1.07	29.24
		POINT 3	NILAI MAKSIMUM	20.00	25.60	24.30	67.90	0.48	1.01	26.33
			NILAI MINIMUM	19.30	24.30	23.50	64.70	0.00	0.65	13.93
			PURATA	19.59	24.70	23.80	66.10	0.10	0.91	22.47
	TENGAH HARI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	19.70	25.10	23.90	66.90	0.32	0.96	24.33
			NILAI MINIMUM	19.30	24.30	23.50	64.90	0.00	0.70	15.24
			PURATA	19.46	24.52	23.71	65.88	0.08	0.90	22.10
		POINT 2	NILAI MAKSIMUM	19.60	25.20	23.60	67.50	0.39	0.93	23.30
			NILAI MINIMUM	19.30	24.00	23.20	65.60	0.00	0.62	13.08
			PURATA	19.40	24.30	23.41	66.46	0.06	0.86	20.77
		POINT 3	NILAI MAKSIMUM	19.60	24.40	23.90	67.80	0.20	0.93	23.14
			NILAI MINIMUM	19.40	24.10	23.50	66.10	0.00	0.76	17.07
			PURATA	19.57	24.16	23.68	66.70	0.04	0.90	21.94

Jadual 4.4: Data parameter yang direkodkan sewaktu tanpa kehadiran pengguna bangunan di lobi FTK

KEADAAN			Statistics	Tw (C)	Tr (C)	Ta (C)	RH (%)	Va (m/s)
PERSEKITARAN	WAKTU	KEDUDUKAN						
TANPA KEHADIRAN	PAGI	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	20.30	38.10	24.90	68.20	0.88
			NILAI MINIMUM	19.30	26.40	23.60	56.90	0.00
			PURATA	19.79	29.76	24.19	62.64	0.22
	PETANG	POINT 1	NILAI MAKSIMUM	19.40	24.40	24.10	64.70	0.23
			NILAI MINIMUM	19.00	24.00	23.80	61.90	0.00
			PURATA	19.17	24.28	23.92	63.18	0.08

Untuk faktor individu iaitu, kadar metabolisme (met) dan tahap berpakaian (clo) juga diberi penekanan dalam kajian, ini kerana akan memberikan kesan kepada nilai PMV dan PPD yang akan dianalisis melalui perisian Deltalog 10. Nilai PMV yang diperolehi adalah berdasarkan suhu udara, suhu mean sinaran (mean radiant temperature), kelajuan udara, kelembapan, kadar metabolisme dan tahap berpakaian. Hasil data PMV dan PPD telah diterjemahkan ke dalam bentuk jadual seperti Jadual 4.2 dan Jadual 4.3.

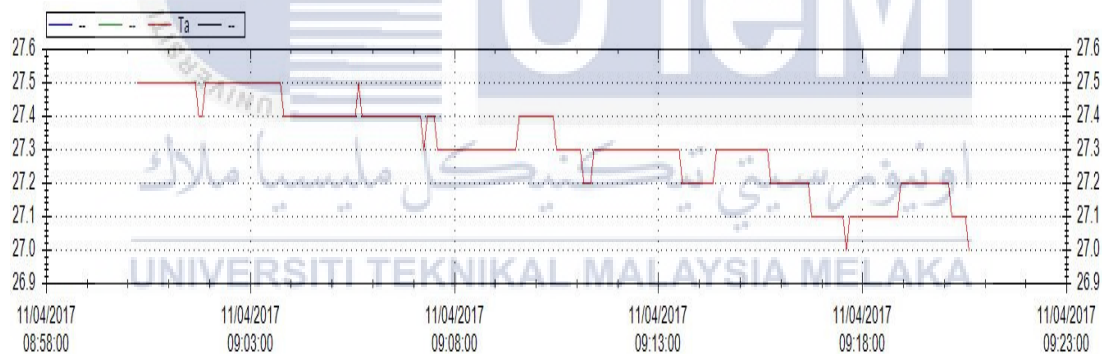
4.1 Perbandingan Hasil Kajian Antara Data Pengukuran dan Piawaian Malaysia

Untuk bahagian ini, akan dibincangkan mengenai data parameter yang diukur untuk lobi FKM dan lobi FTK serta di buat perbandingan dengan piawaian (Malaysia & Standard 2012).

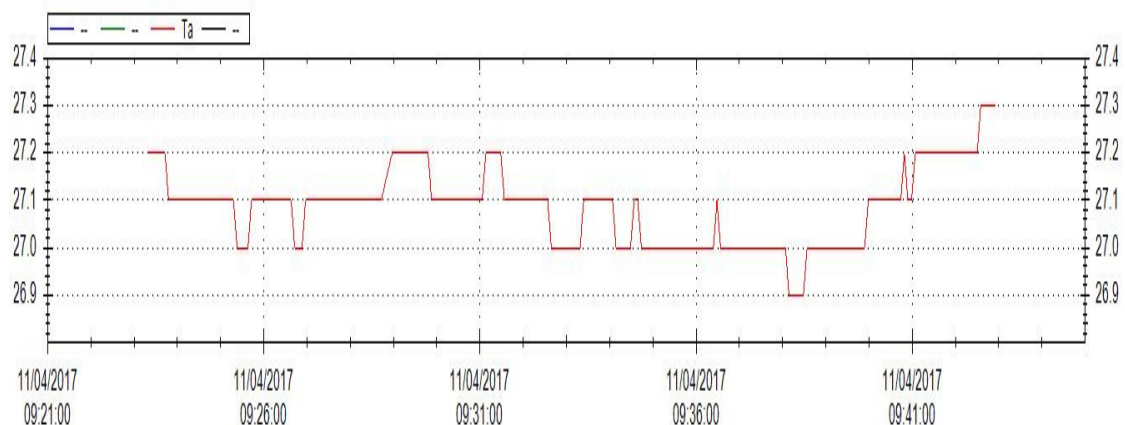
4.1.1. Lobi FKM (Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi, Tengah hari, dan Petang

Hasil data yang diperoleh, daripada pengukuran untuk data suhu udara (T_a), kelajuan udara (V_a), dan kelembapan relatif (RH) telah direkodkan untuk ketiga-tiga waktu tersebut dan akan di buat perbandingan dengan piawaian.

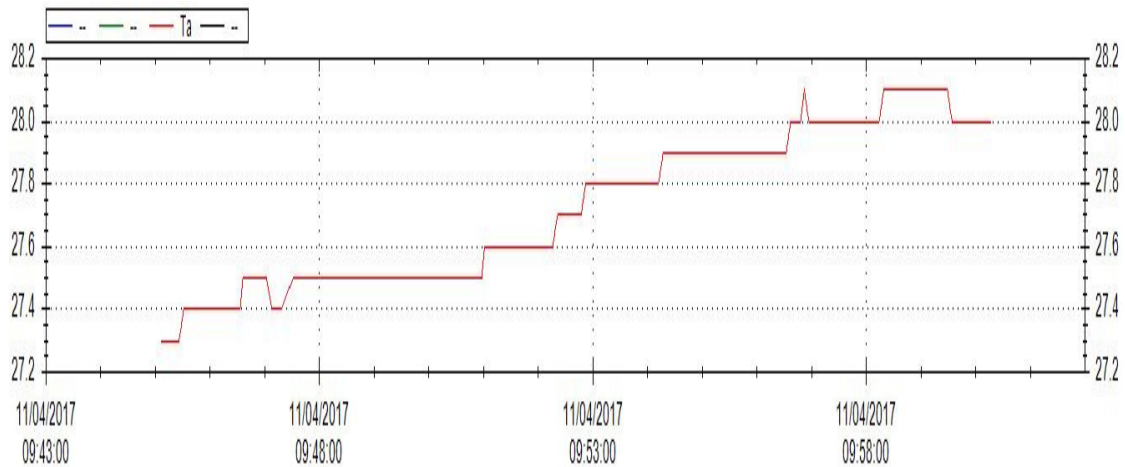
Untuk pengukuran pada waktu pagi, data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (28.1°C), nilai minimum (26.9°C), dan nilai purata (27.5°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur menunjukkan suhu kawasan lobi tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.1, Rajah 4.2 dan Rajah 4.3 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat suhu sewaktu pengukuran dijalankan adalah di antara 28.1°C - 26.9°C .



Rajah 4.1: Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi

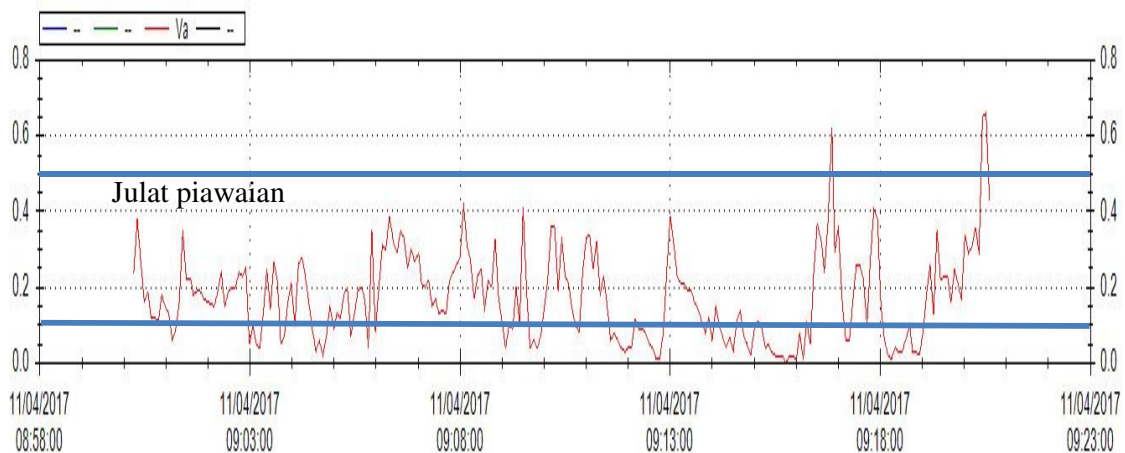


Rajah 4.2: Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi

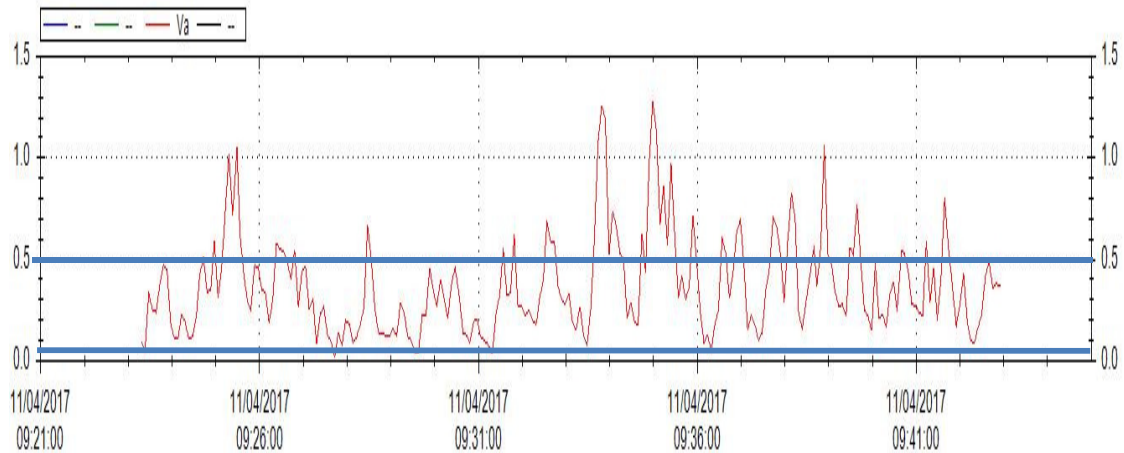


Rajah 4.3 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi

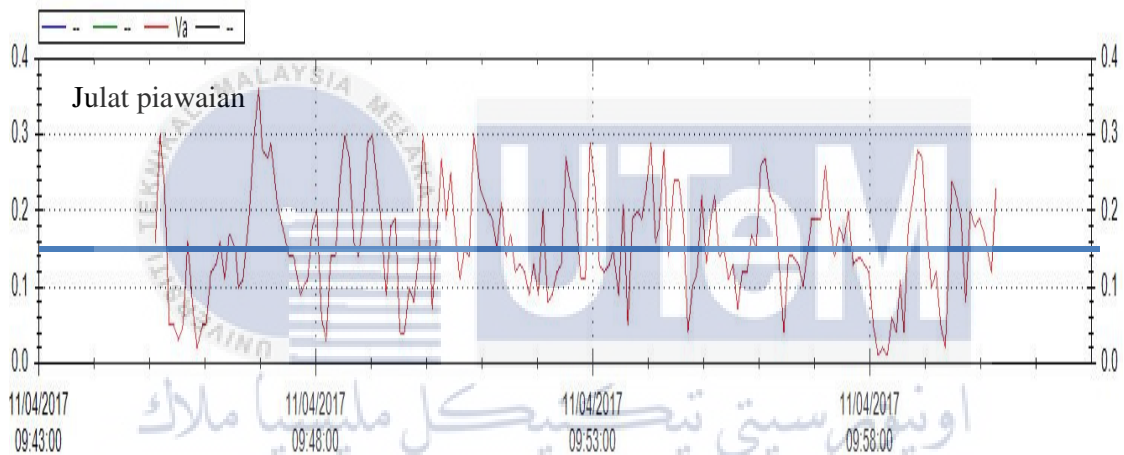
Pada data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.66m/s), nilai minimum (0.00m/s), dan nilai purata (0.33m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur menunjukkan, kelajuan udara berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s, walaupun terdapat beberapa tempoh waktu V_a berada luar dari piawaian. Rajah 4.4, Rajah 4.5 dan Rajah 4.6 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelajuan udara (V_a) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 0.8m/s - 0.0m/s.



Rajah 4.4: Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi

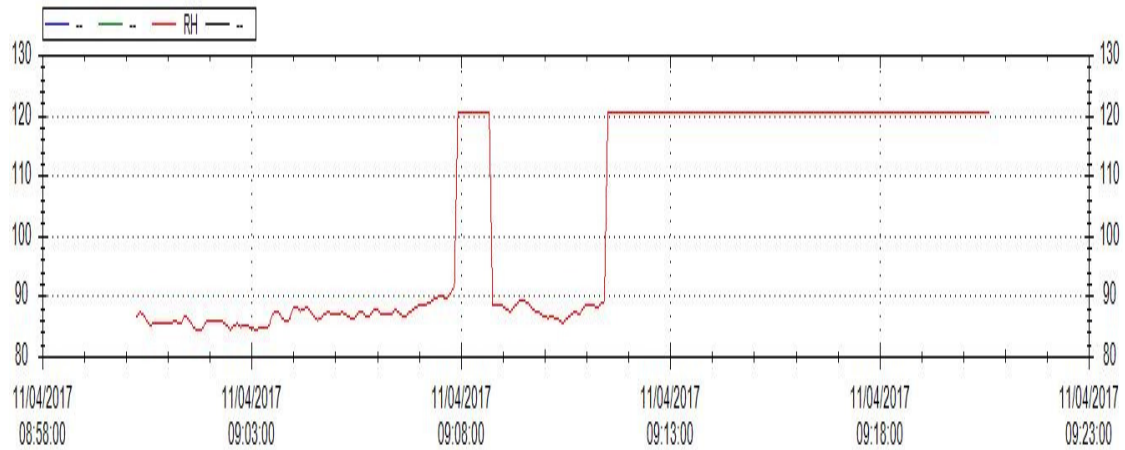


Rajah 4.5 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi

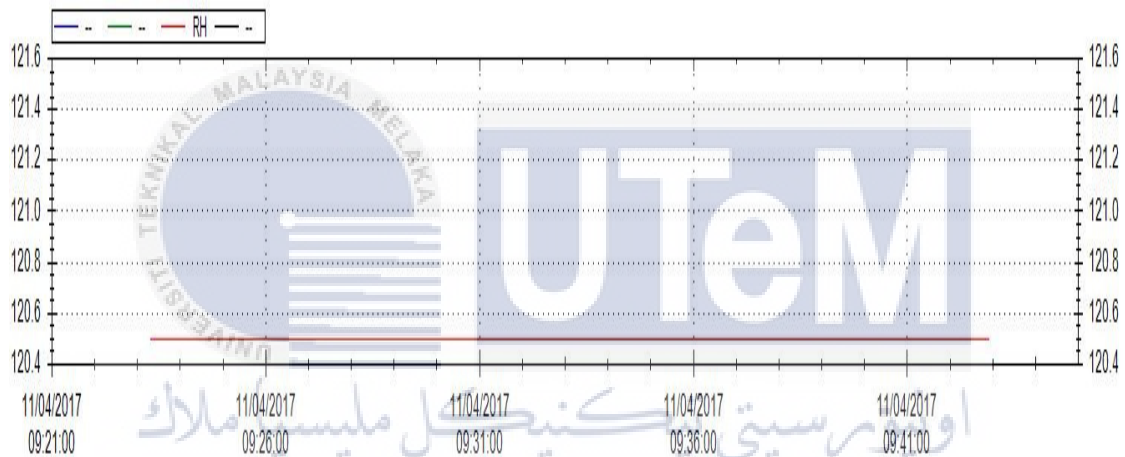


Rajah 4.6 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi

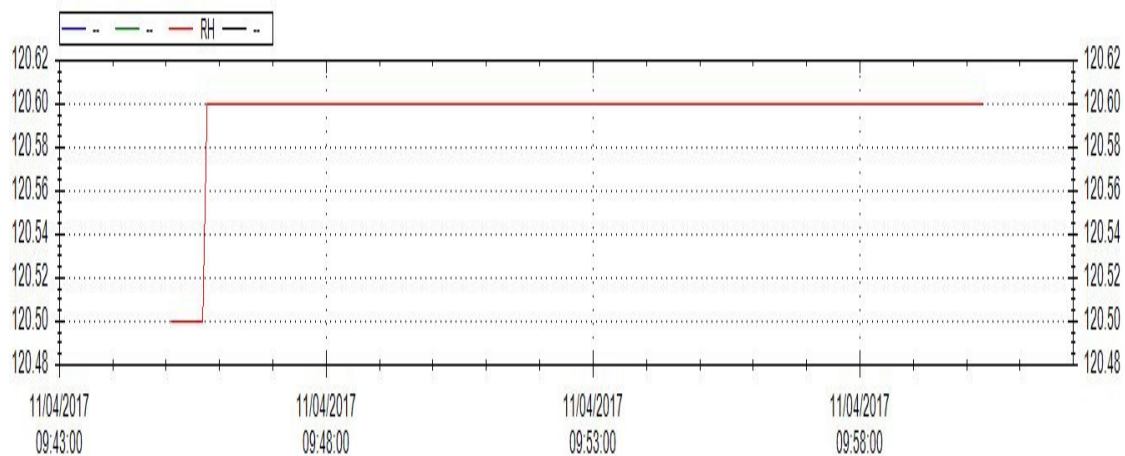
Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (90.8%), nilai minimum (78.6%), dan nilai purata (84.7%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur menunjukkan, kebanyakan data berada luar daripada Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%. Walaupun terdapat beberapa tempoh masa kelembapan relatif (RH) berada dalam julat piawaian. Rajah 4.7, Rajah 4.8 dan Rajah 4.9 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan.



Rajah 4.7 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), pagi

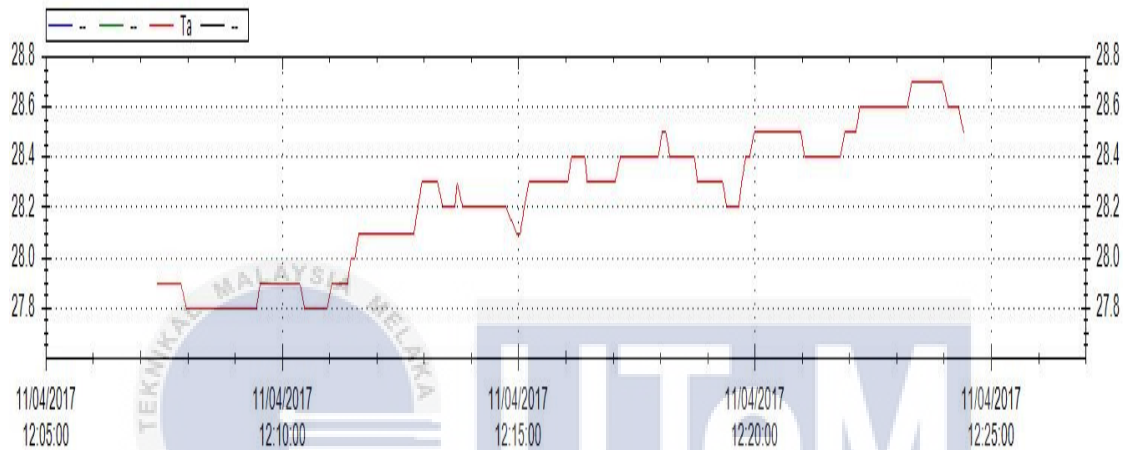


Rajah 4.8 : Data kelembapan relatif, 20 minit kedua, point 2 (FKM), pagi

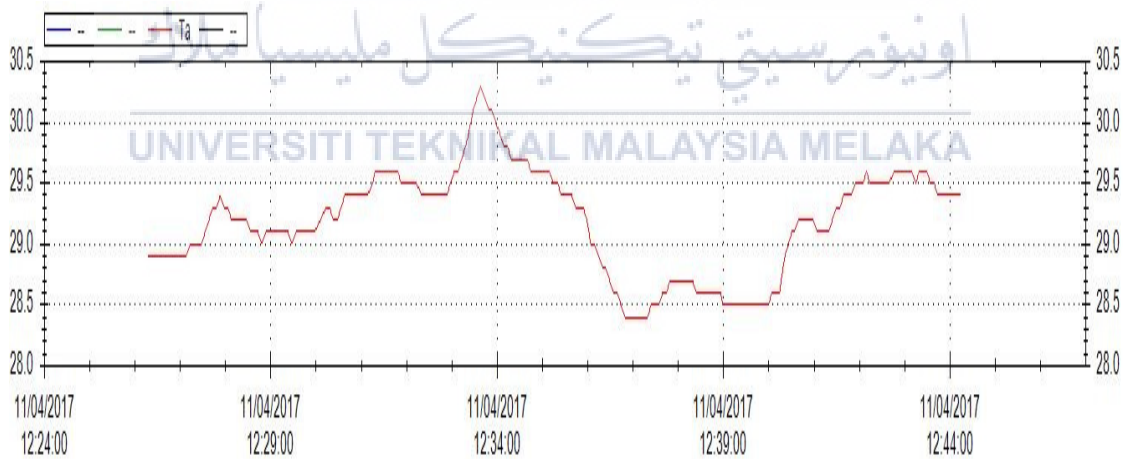


Rajah 4.9 : Data kelembapan relative, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), pagi

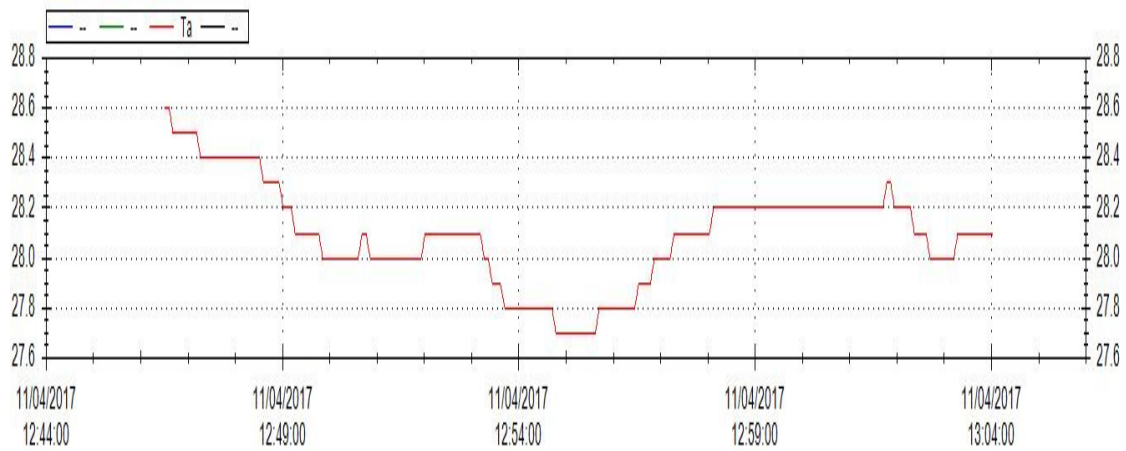
Untuk pengukuran pada waktu tengah hari, data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (30.3°C), nilai minimum (27.7°C), dan nilai purata (29°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur serta rekod pergerakan udara pada graf menunjukkan suhu tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.10, Rajah 4.11 dan Rajah 4.12 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan.



Rajah 4.10 : Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari

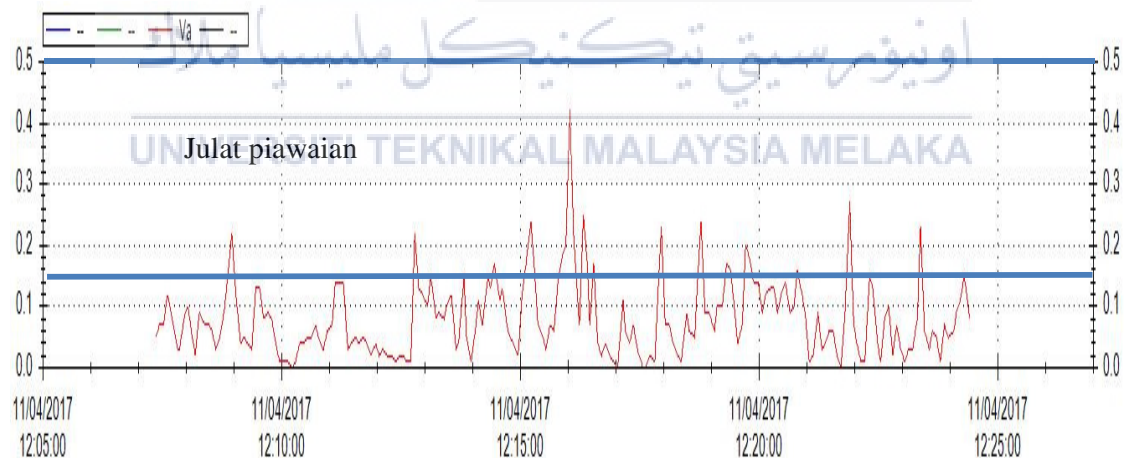


Rajah 4.11 : Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari

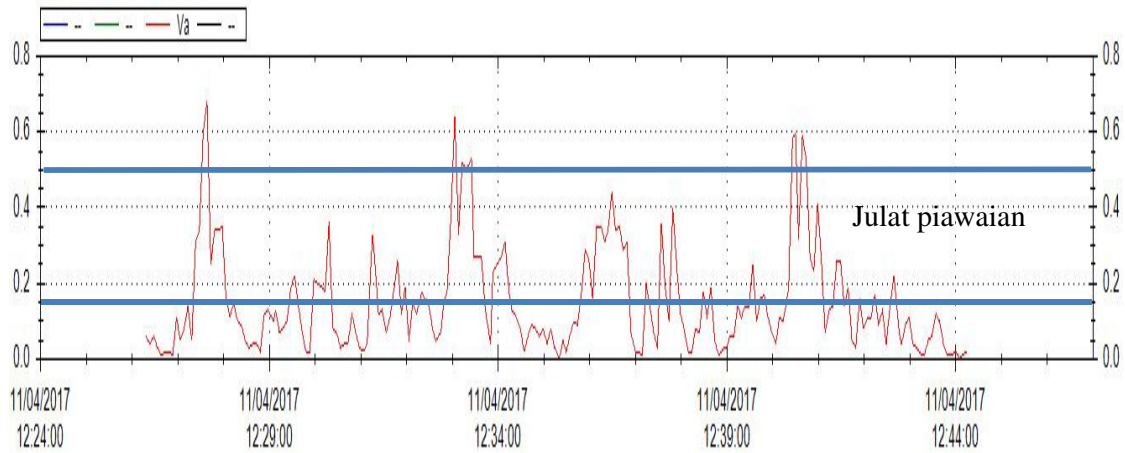


Rajah 4.12 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari

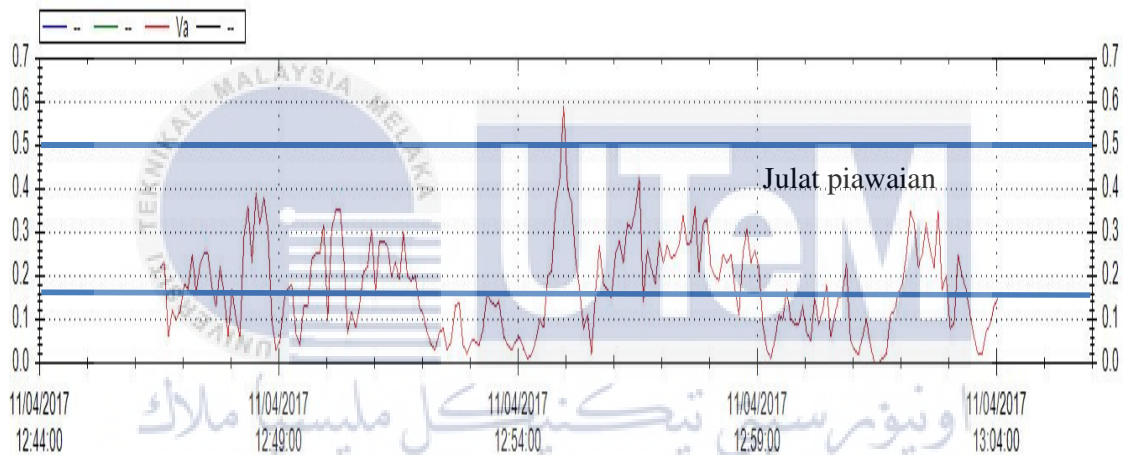
Untuk data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.68m/s), nilai minimum (0.00m/s), dan nilai purata (0.34m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur menunjukkan, majoriti data berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s. Rajah 4.13, Rajah 4.14 dan Rajah 4.15 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan.



Rajah 4.13 : Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari

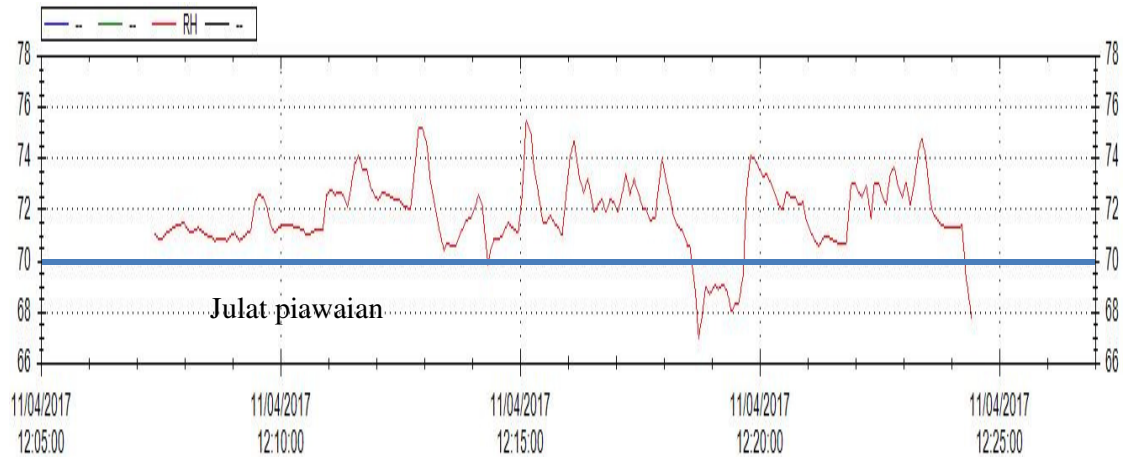


Rajah 4.14 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari

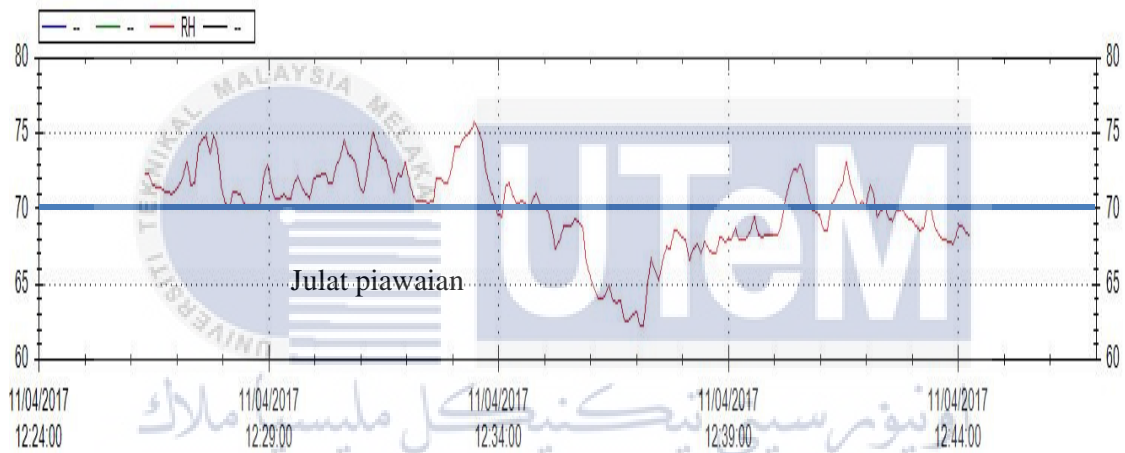


Rajah 4.15 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari

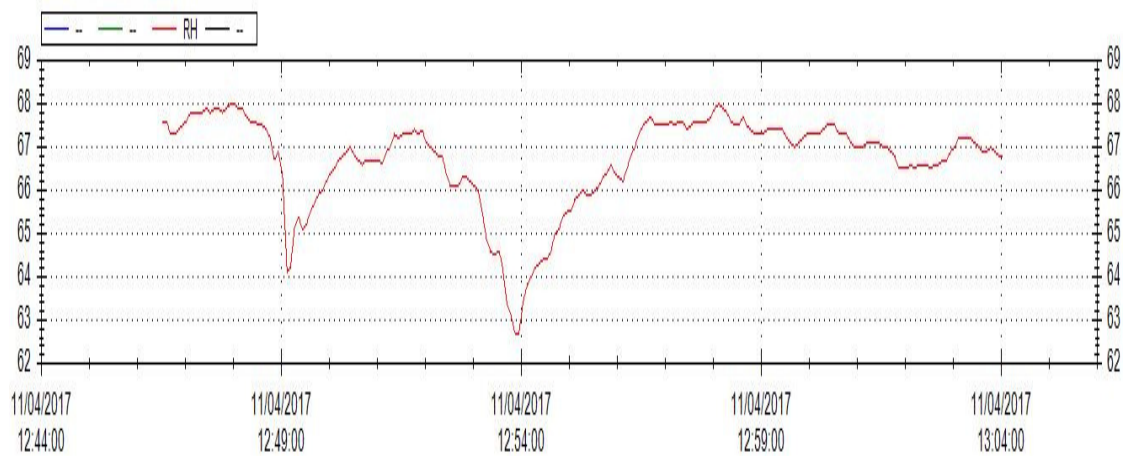
Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (75.4%), nilai minimum (61.5%), dan nilai purata (68.5%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur menunjukkan, RH berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%, tetapi jika dilihat pada Rajah 4.16 dan Rajah 4.17 menunjukkan kebanyakan RH berada di luar julat piawaian. Pada Rajah 4.18 menunjukkan nilai RH berada dalam piawaian.



Rajah 4.16 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), tengah hari

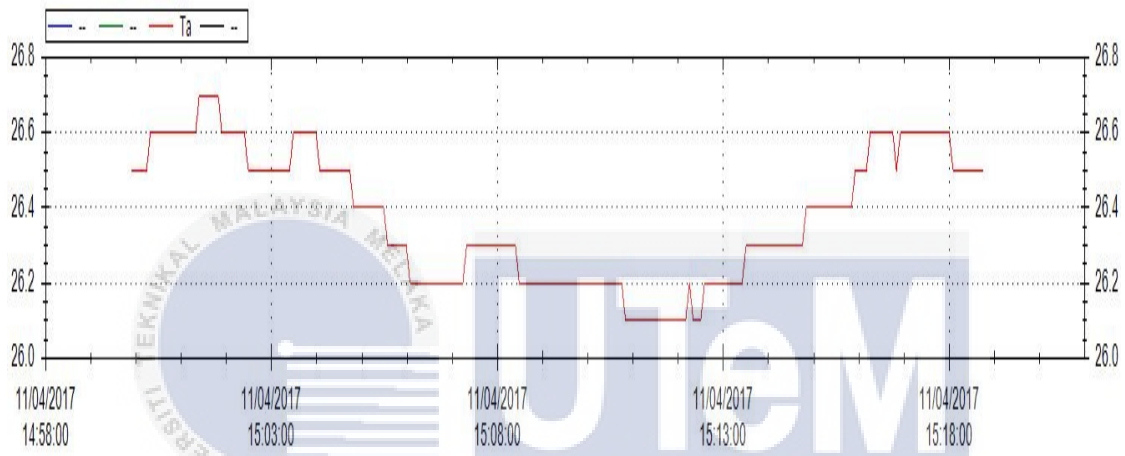


Rajah 4.17 : Data kelembapan relatif 20 minit kedua, point 2 (FKM), tengah hari

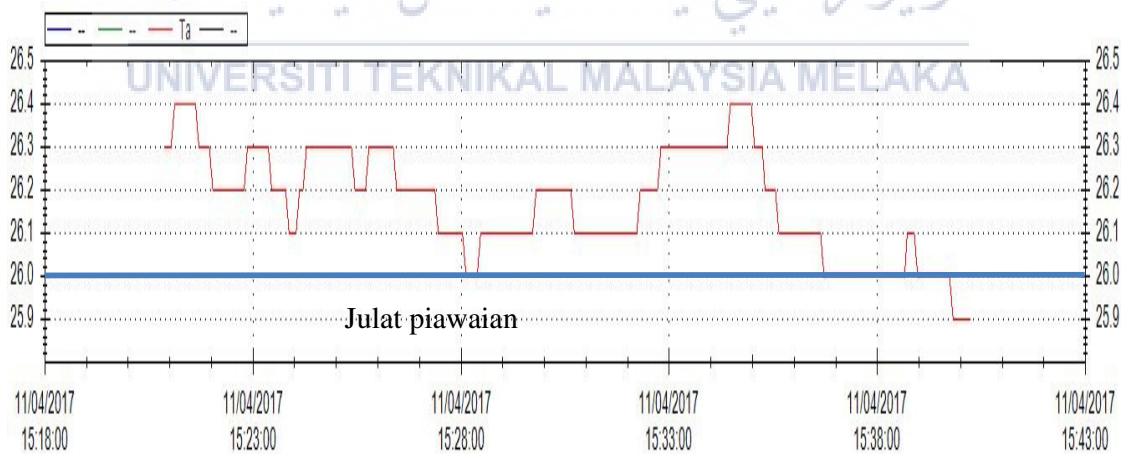


Rajah 4.18 : Data kelembapan relatif, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), tengah hari

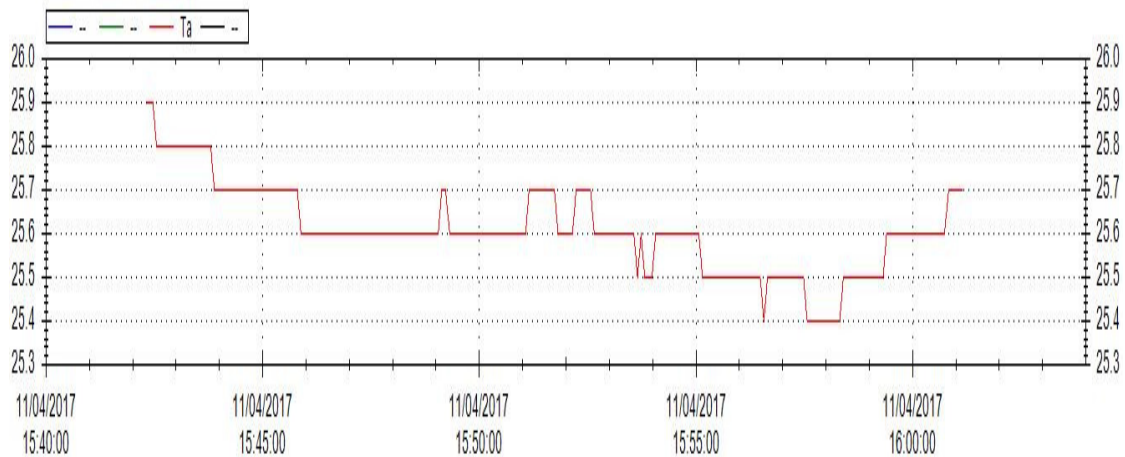
Untuk pengukuran yang terakhir, iaitu waktu petang. Data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (26.7°C), nilai minimum (25.4°C), dan nilai purata (26.1°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur serta data suhu udara dalam graf menunjukkan suhu tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.19 dan Rajah 4.20 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Pada Rajah 4.21 menunjukkan nilai T_a berada dalam piawaian.



Rajah 4.19 : Data suhu udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang

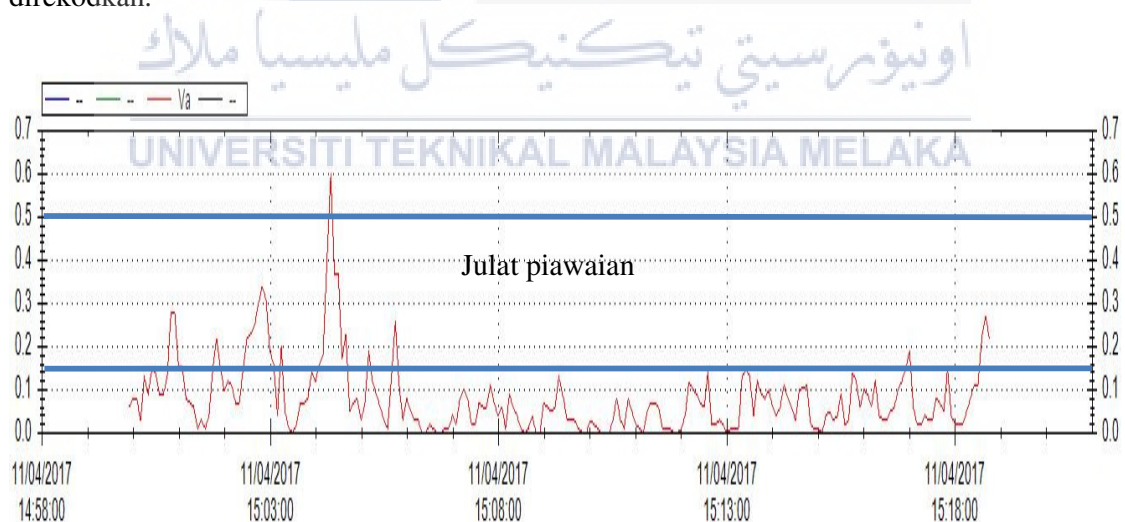


Rajah 4.20 : Data suhu udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang

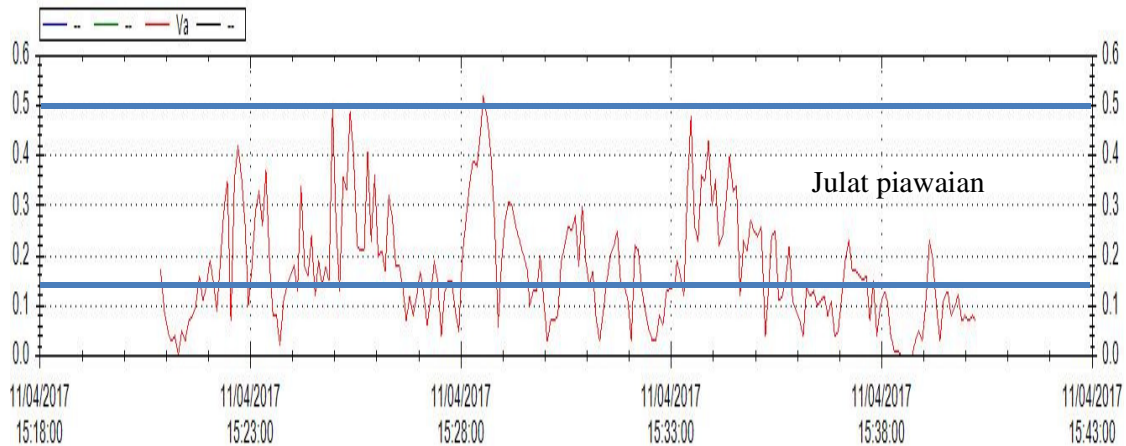


Rajah 4.21 : Data suhu udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), petang

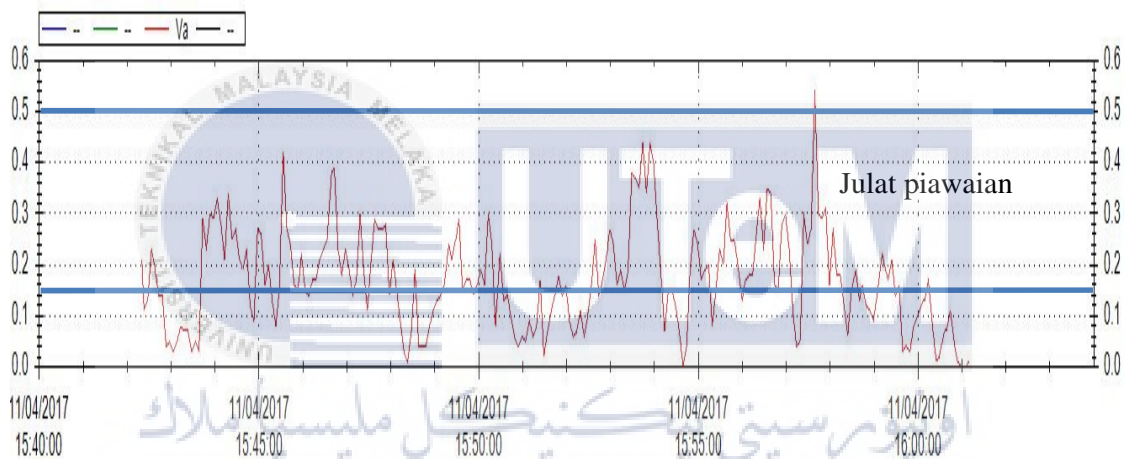
Untuk data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.6m/s), nilai minimum (0.0m/s), dan nilai purata (0.3m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur dan pergerakan udara yang direkodkan ke bentuk graf menunjukkan, data kelajuan udara yang diperolehi berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s. Rajah 4.22, Rajah 4.23 dan Rajah 4.24 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan.



Rajah 4.22 : Data kelajuan udara, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang

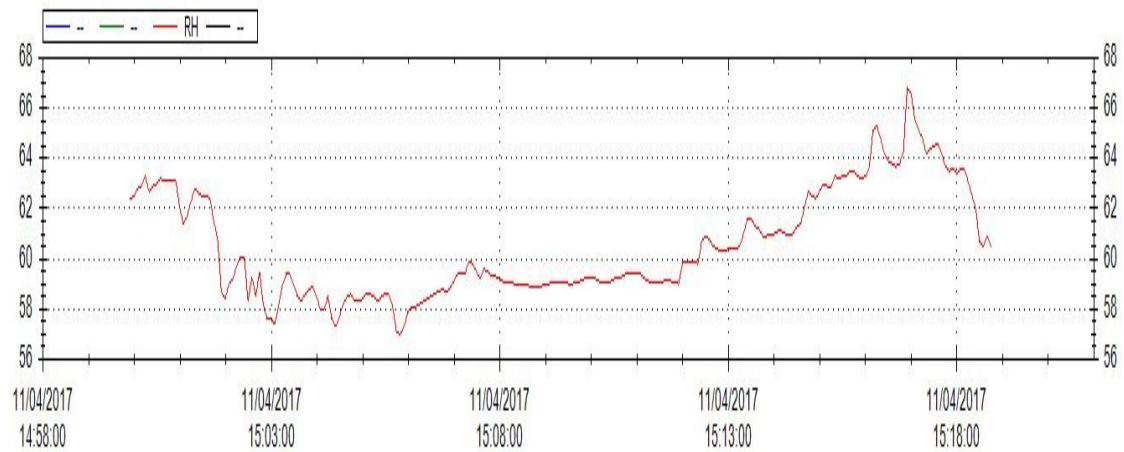


Rajah 4.23 : Data kelajuan udara, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang

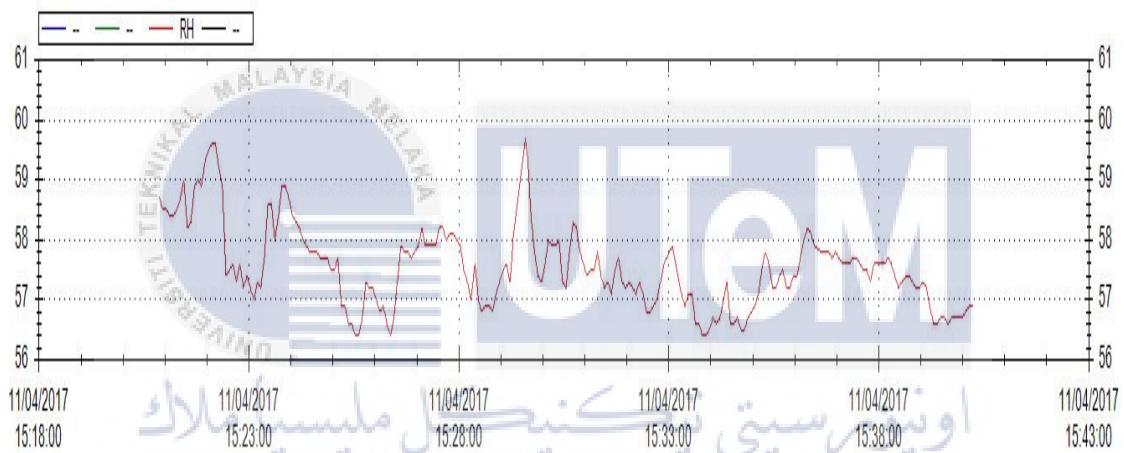


Rajah 4.24 : Data kelajuan udara, 20 minit ketiga, point 3 (FKM), petang

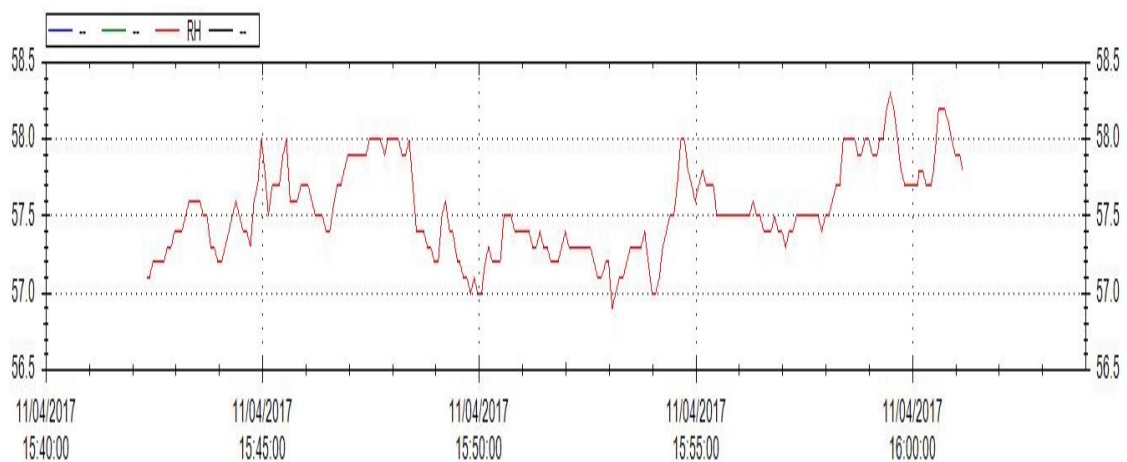
Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (65.1%), nilai minimum (56.6%), dan nilai purata (60.85%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur serta pergerakan udara yang direkodkan di dalam graf menunjukkan, berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%. Rajah 4.25, Rajah 4.26 dan Rajah 4.27 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan.



Rajah 4.25 : Data kelembapan relatif, 20 minit pertama, point 1 (FKM), petang



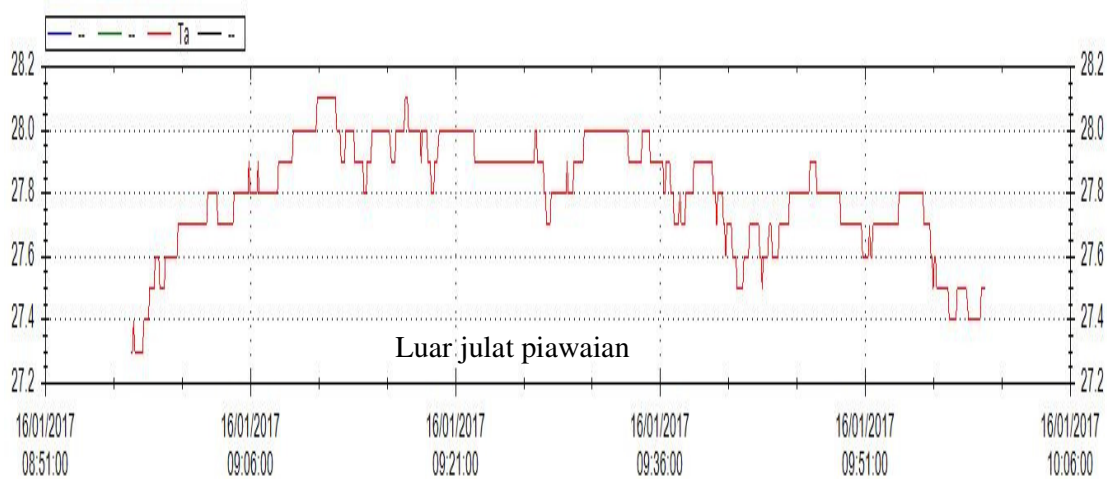
Rajah 4.26 : Data kelembapan relatif, 20 minit kedua, point 2 (FKM), petang



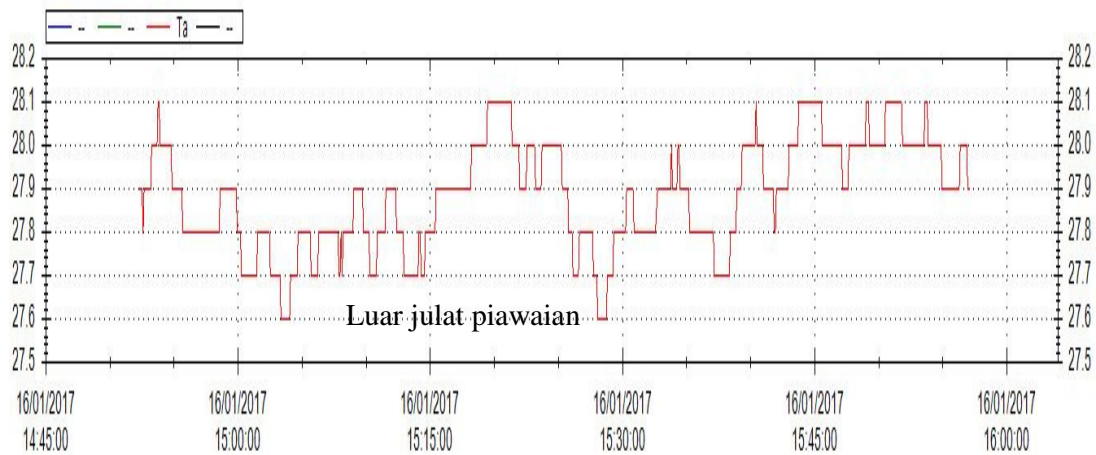
Rajah 4.27 : Data kelembapan relatif, 20 minit ketiga, point 2 (FKM), petang

4.1.2 Lobi FKM (Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi Dan Waktu Petang

Pengukuran telah dijalankan di lobi FKM tanpa kehadiran penghuni bangunan. Nilai maksimum, minimum, dan purata untuk nilai parameter keselesaan termal telah diterjemahkan ke dalam bentuk Jadual 4.1. Untuk nilai maksimum dan minimum suhu udara (T_a) pada waktu pagi adalah 28.1°C dan 27.3°C . Pada waktu petang pula, nilai maksimum dan minimum suhu udara (T_a) adalah 28.1°C dan 27.6°C . Manakala, nilai purata suhu udara (T_a) pada waktu pagi adalah 27.8°C dan waktu petang adalah 27.9°C . Berdasarkan Piawaian Malaysia, keadaan suhu udara untuk sesuatu ruang dalam bangunan adalah 23°C - 26°C dan hasil daripada pengukuran yang dilakukan pada waktu pagi dan petang didapati terdapat perbezaan sebanyak 1.8°C (pagi) dan 1.9°C (petang) dari nilai piawaian. Tambahan lagi, peratusan perbezaan antara nilai pengukuran dan nilai piawaian adalah sebanyak 6.69% untuk waktu pagi dan 7.05% pada waktu petang. Rajah 4.28 dan Rajah 4.29 menunjukkan ringkasan pengambilan data untuk suhu udara (T_a) pada kedua-dua waktu. Kedua-dua rajah menunjukkan graf suhu yang berada luar daripada julat piawaian yang disyorkan.

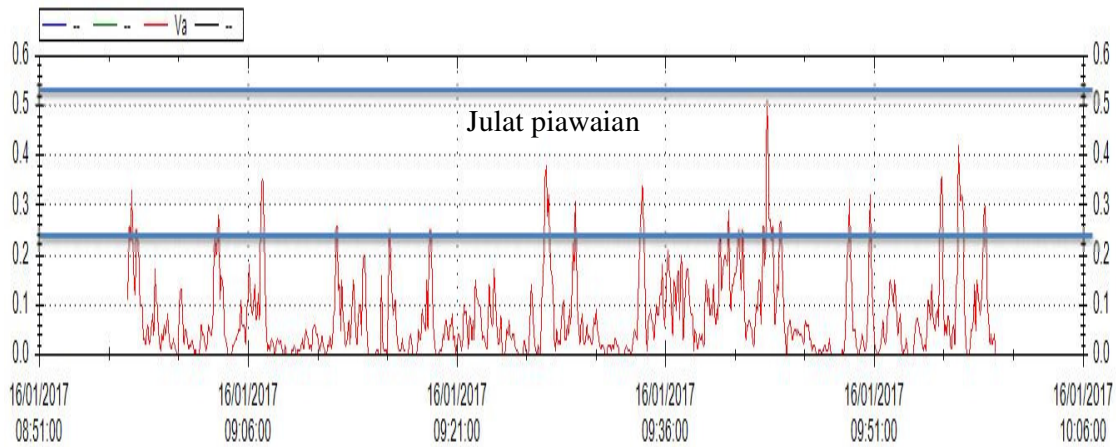


Rajah 4.28 : Data suhu udara, pengukuran pagi, lobi FKM

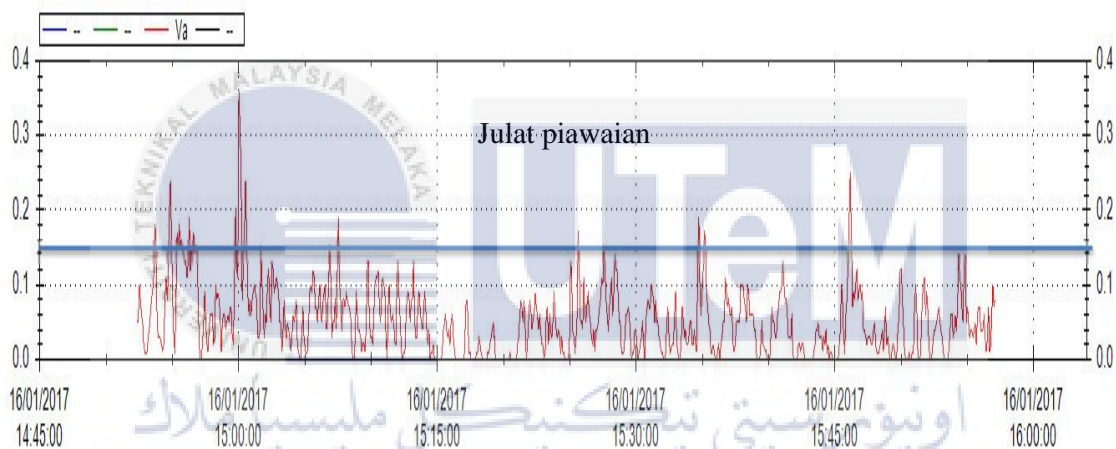


Rajah 4.29 : Data suhu udara, pengukuran petang, lobi FKM

Untuk data pergerakan udara (V_a) di kawasan lobi yang diambil pada waktu pagi, nilai maksimum yang dapat direkodkan adalah 0.5m/s manakala, nilai minimum adalah 0.0 m/s dan purata pergerakan udara (V_a) adalah 0.1m/s. Pada waktu petang pula, nilai maksimum dan minimum pergerakan udara (V_a) yang dapat direkodkan adalah 0.4m/s dan 0.0m/s. Bagi purata nilai pergerakan udara (V_a) adalah 0.1m/s. Berdasarkan Piawaian Malaysia, julat pergerakan udara (V_a) yang diterima dalam sesebuah bangunan adalah 0.15m/s - 0.5m/s. Rajah 4.30 dan Rajah 4.31 menunjukkan graf pergerakan udara yang diambil pada kedua-dua waktu. Pada Rajah 4.30 dapat dilihat kebanyakan pergerakan udara berada di luar julat yang dibenarkan iaitu diantara 0.0m/s dan 0.1m/s, sama juga seperti Rajah 4.31 dapat diperhatikan kebanyakan suhu berada di luar dari julat piawaian.

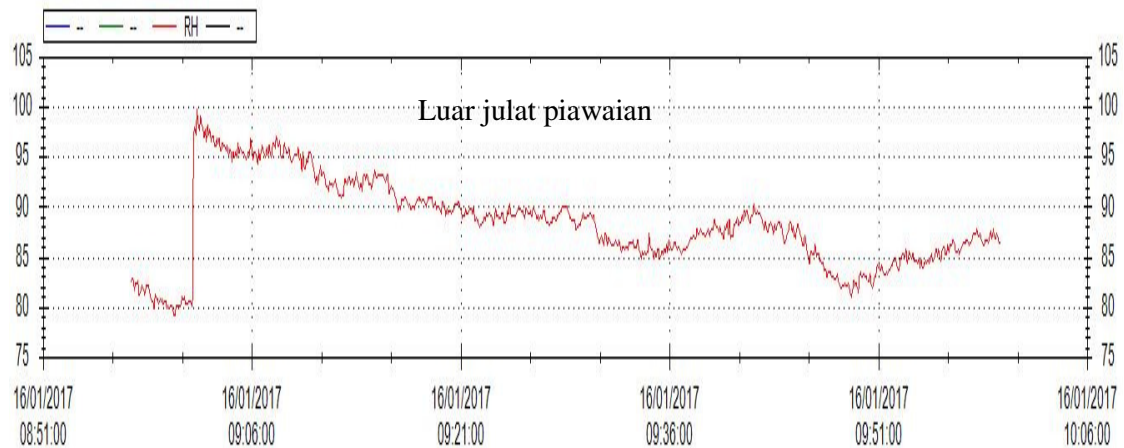


Rajah 4.30 : Data kelajuan udara, pengukuran pagi, lobi FKM

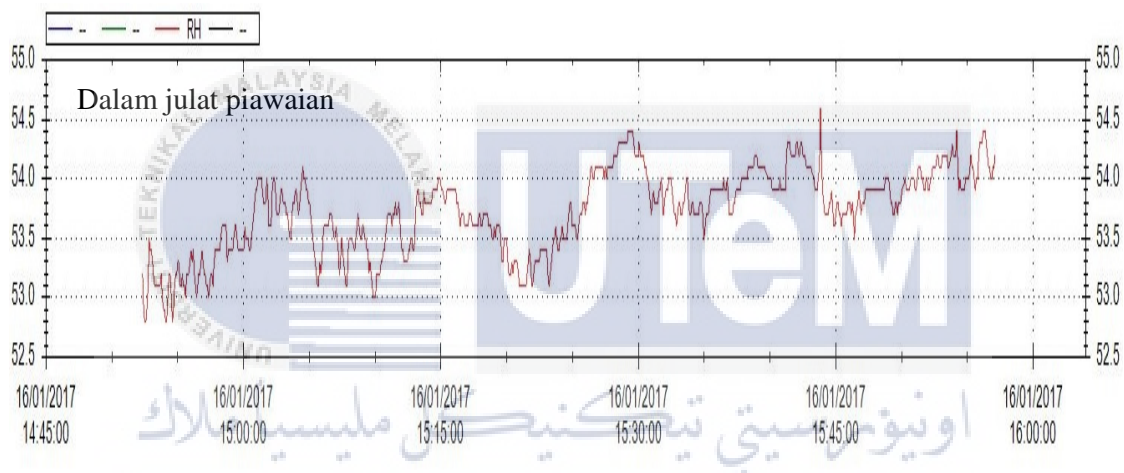


Rajah 4.31 : Data kelajuan udara, pengukuran petang, lobi FKM

Bagi data untuk kelembapan relatif (RH) yang diukur pada waktu pagi, nilai maksimum, minimum, dan purata kelembapan adalah 99.8%, 79.2% dan 88.4%. Manakala, data pada waktu petang untuk nilai maksimum, minimum, dan purata adalah 54.6%, 52.8% dan 53.7%. Untuk Piawaian Malaysia, julat kelembapan relatif (RH) yang dibenarkan adalah diantara 55% -70%. Rajah 4.32 dan Rajah 4.33 menunjukkan data kelembapan relatif (RH) yang diterjemahkan ke dalam bentuk graf.



Rajah 4.32 : Data kelembapan relatif, pengukuran pagi, lobi FKM



Rajah 4.33 : Data kelembapan relatif, pengukuran petang, lobi FKM

Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada kedua-dua waktu menunjukkan kelembapan relatif (RH) pada waktu petang berada hampir dalam julat yang disyorkan oleh piawaian. Untuk waktu pagi, kelembapan relatif (RH) tidak berada dalam julat yang disyorkan.

4.1.3 Keadaan Persekitaran Lobi FKM Sewaktu Pengukuran

Berdasarkan pemerhatian sewaktu pengukuran tanpa kehadiran pengguna bangunan dijalankan pada waktu pagi, kedudukan cermin pintu yang menghadap ke arah matahari

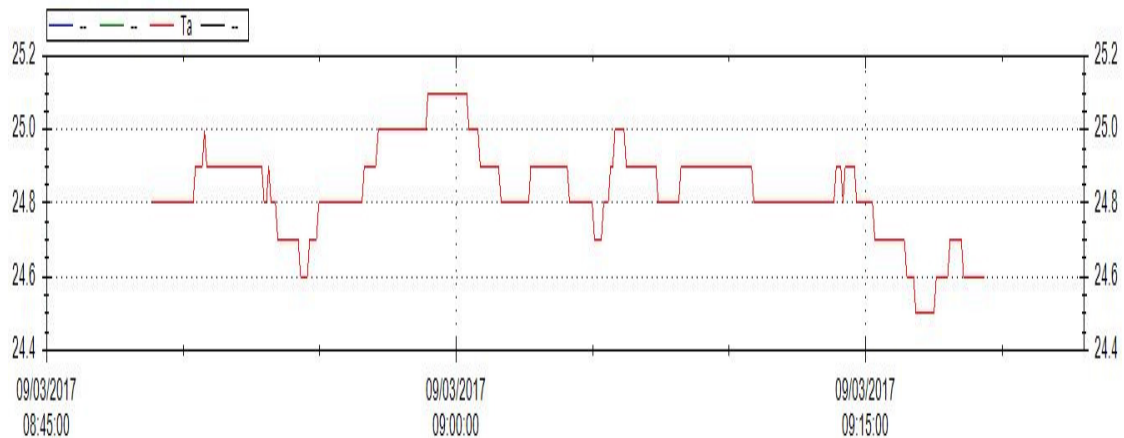
terbit (timur) menyebabkan ruang di kawasan lobi menerima sinaran matahari yang banyak berbanding waktu petang menyebabkan keadaan menjadi agak panas. Menjelang waktu petang, kedudukan matahari yang bergerak ke barat menjadikan kawasan lobi tidak menerima pencahayaan matahari secara langsung. Untuk sistem penyaman udara, melalui pemerhatian yang di buat mendapati sistem penyaman udara ditetapkan pada suhu yang minimum. Untuk keadaan pintu kaca di lobi FKM, didapati tidak berfungsi dengan sempurna.

Untuk pengukuran dengan kehadiran pengguna bangunan, hujan turun pada waktu pagi sewaktu pengukuran sedang dijalankan. Pada waktu tengah hari dan petang, keadaan ruang adalah sama seperti pengukuran tanpa kehadiran pengguna bangunan tetapi pada waktu ini pengukuran melibatkan pengguna bangunan.

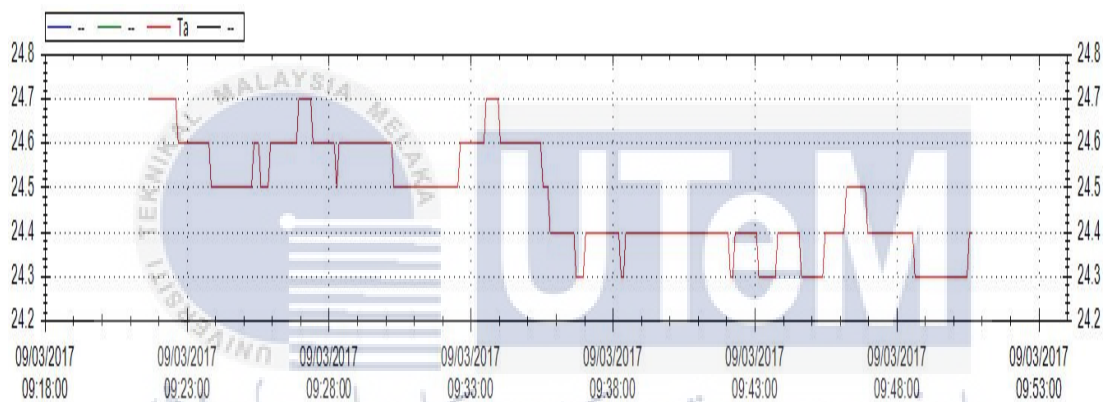
4.1.4 Lobi FTK (Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi, Tengah hari, dan Petang

Hasil daripada pengukuran yang telah dilakukan, data untuk suhu udara (T_a), kelajuan udara (V_a) dan kelembapan relatif (RH) telah direkodkan untuk ketiga-tiga waktu tersebut dan akan di buat perbandingan dengan piawaian.

Untuk pengukuran pada waktu pagi, data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (25.1°C), nilai minimum (24.3°C), dan nilai purata (24.7°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur menunjukkan suhu berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.34 dan Rajah 4.35 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat suhu sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 25.1°C - 24.3°C .

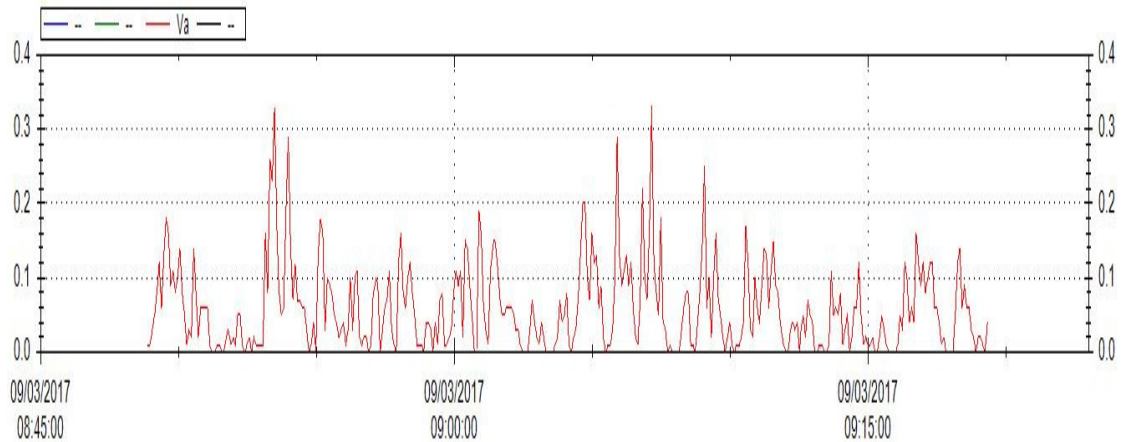


Rajah 4.34 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi

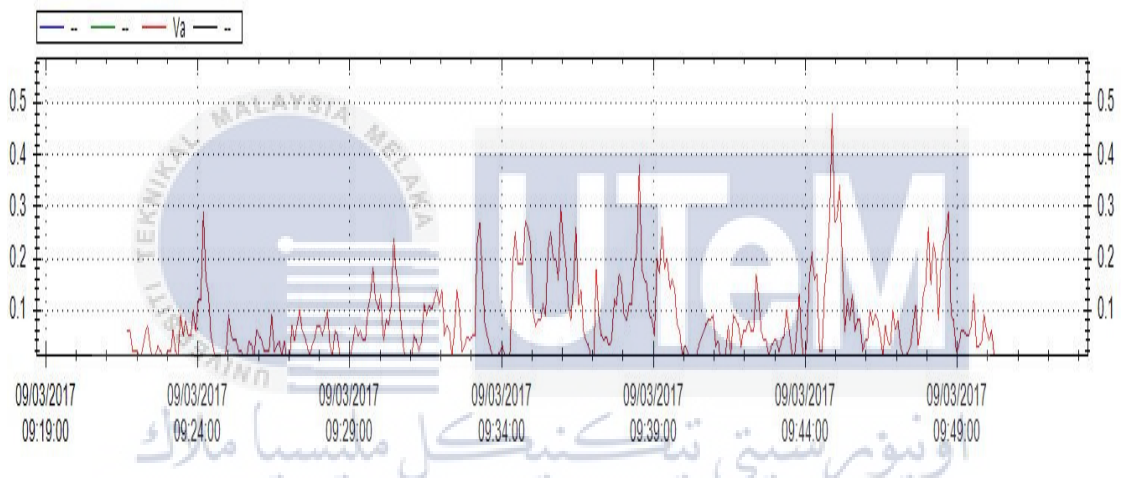


Rajah 4.35 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi

Pada data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.5m/s), nilai minimum (0.0m/s), dan nilai purata (0.1m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur menunjukkan, kelajuan udara tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s. Rajah 4.36 dan Rajah 4.37 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelajuan udara (V_a) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 0.5m/s - 0.0m/s.

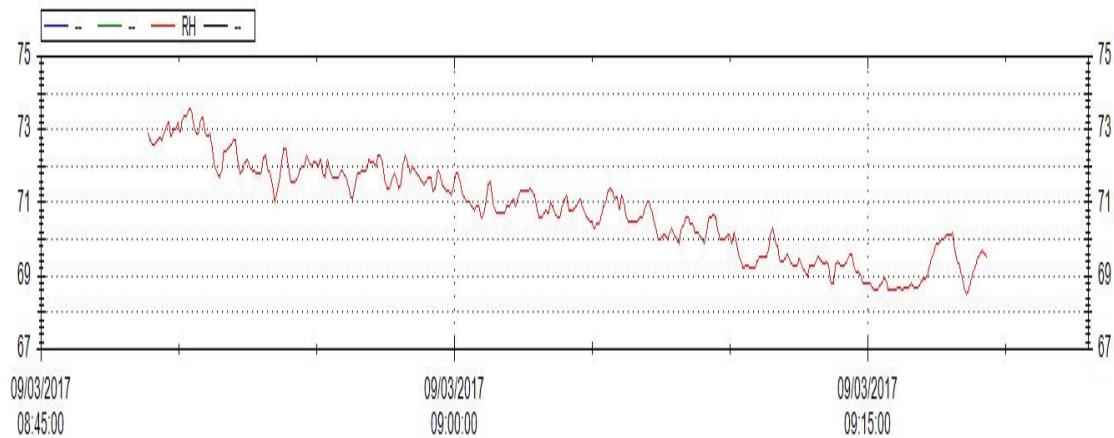


Rajah 4.36 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi

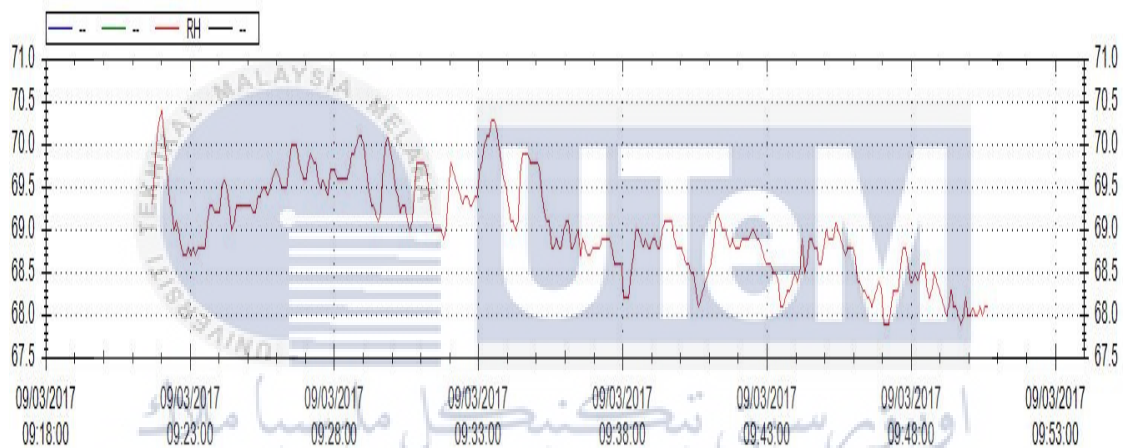


Rajah 4.37 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi

Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (73.6%), nilai minimum (67.9%), dan nilai purata (69.9%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur menunjukkan, kebanyakan data berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%. Walaupun terdapat beberapa tempoh masa kelembapan relatif (RH) berada luar dari julat piawaian. Rajah 4.38 dan Rajah 4.39 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelembapan relatif (RH) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 73.6% - 67.9%.

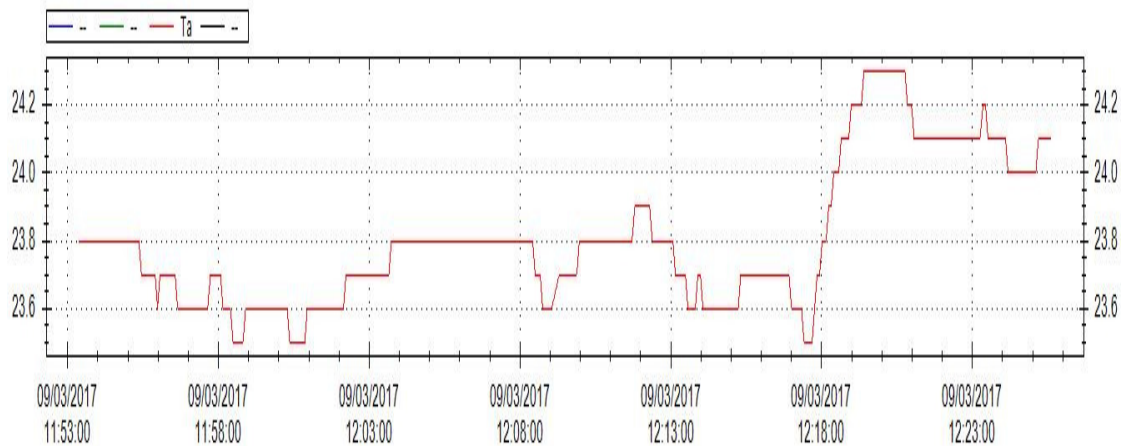


Rajah 4.38 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), pagi

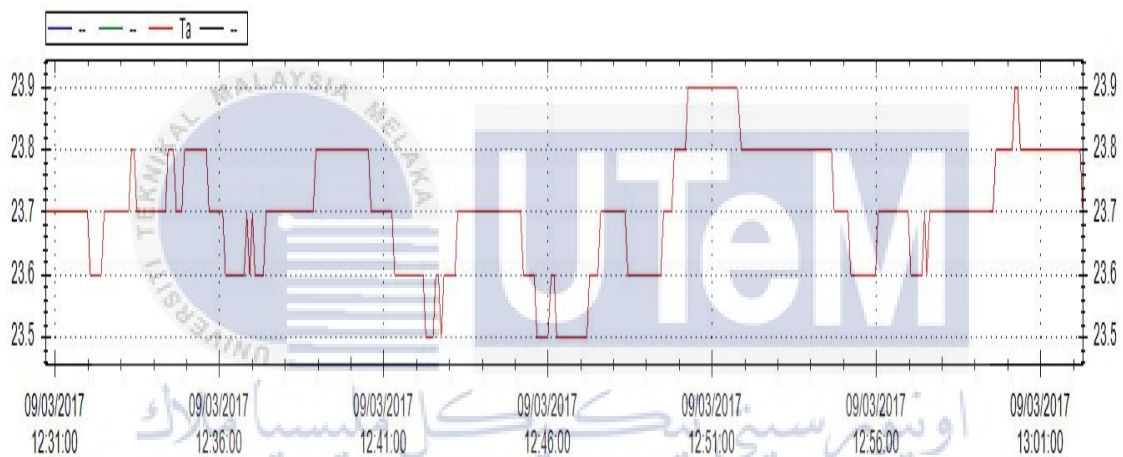


Rajah 4.39 : Data kelembapan relatif, 30 minit kedua, point 2 (FTK), pagi

Untuk pengukuran pada waktu tengah hari, data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (24.3°C), nilai minimum (23.5°C), dan nilai purata (23.8°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur menunjukkan suhu berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.40 dan Rajah 4.41 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat suhu sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 24.3°C - 23.5°C .

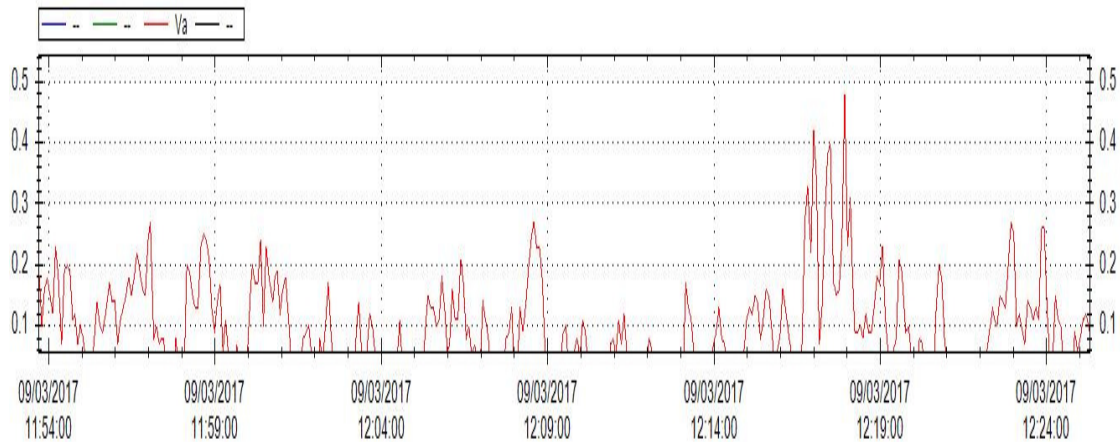


Rajah 4.40 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari

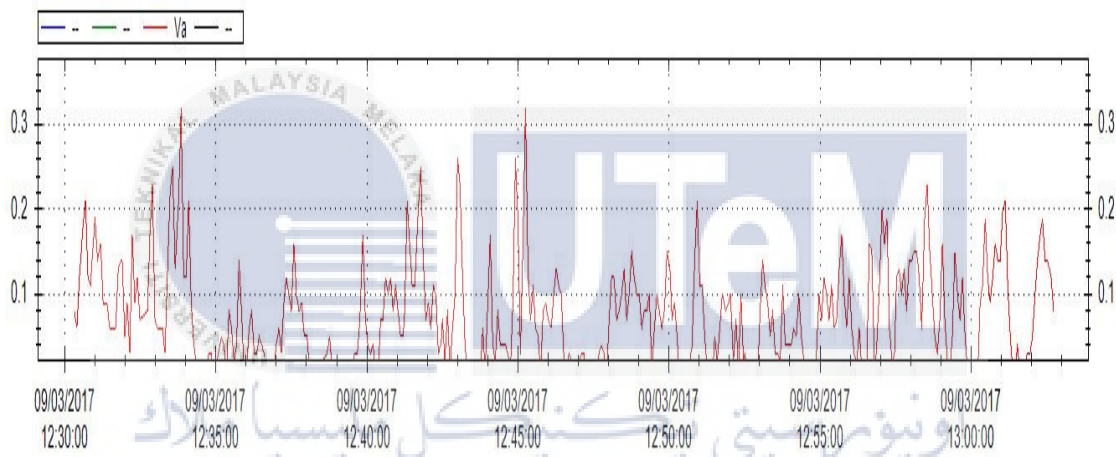


Rajah 4.41 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), tengah hari

Untuk data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.5m/s), nilai minimum (0.0m/s), dan nilai purata (0.1m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur menunjukkan, data tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s. Rajah 4.42 dan Rajah 4.43 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelajuan udara (V_a) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 0.5m/s - 0.0m/s.

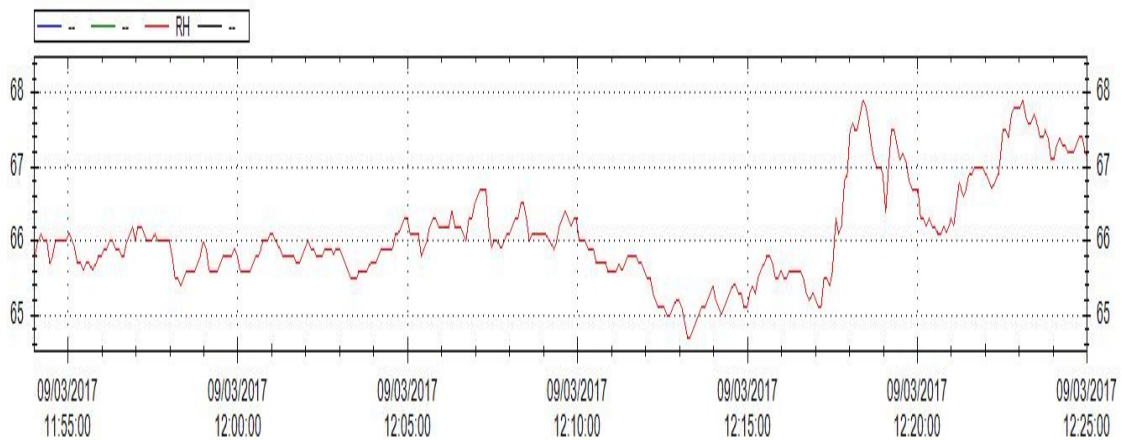


Rajah 4.42 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari

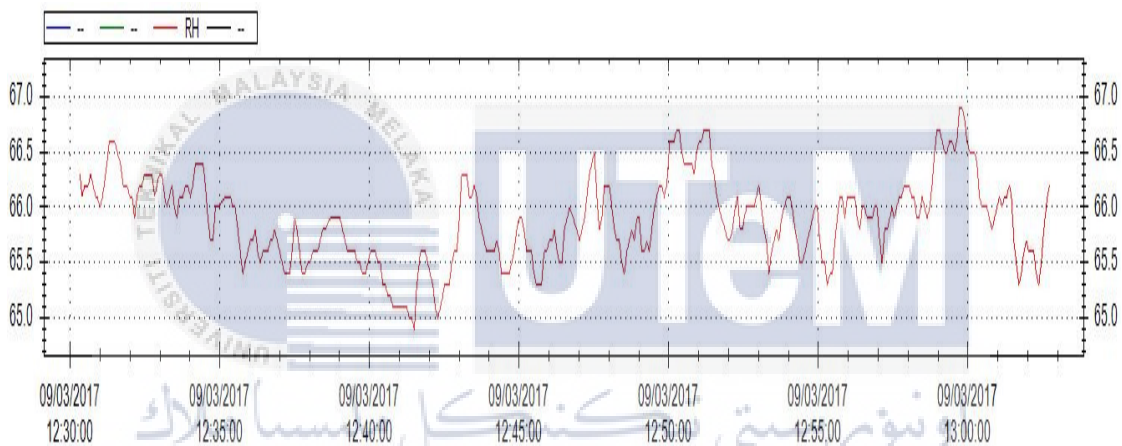


Rajah 4.43 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), tengah hari

Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (67.9%), nilai minimum (64.7%), dan nilai purata (66.0%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur menunjukkan, berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%. Rajah 4.44 dan Rajah 4.45 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelembapan relatif (RH) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 67.9% - 64.7%.

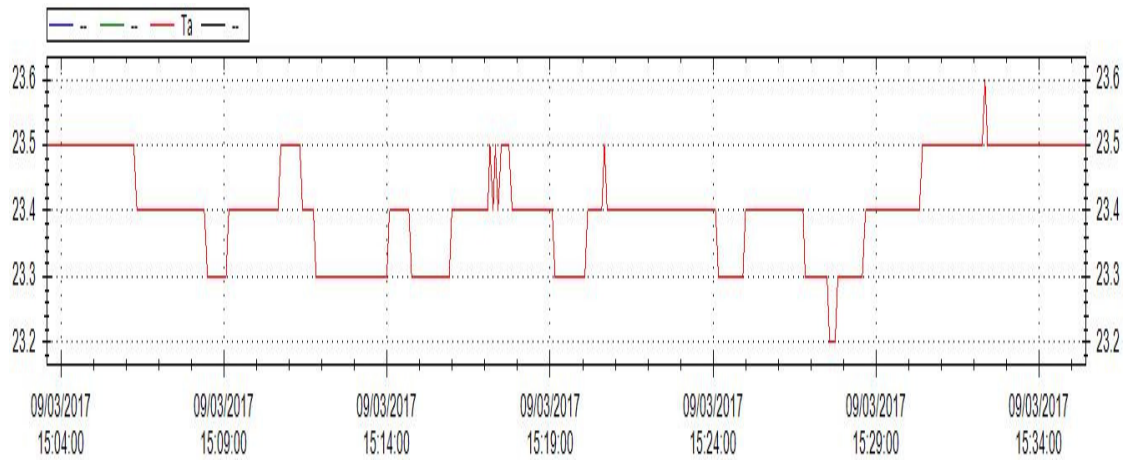


Rajah 4.44 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), tengah hari

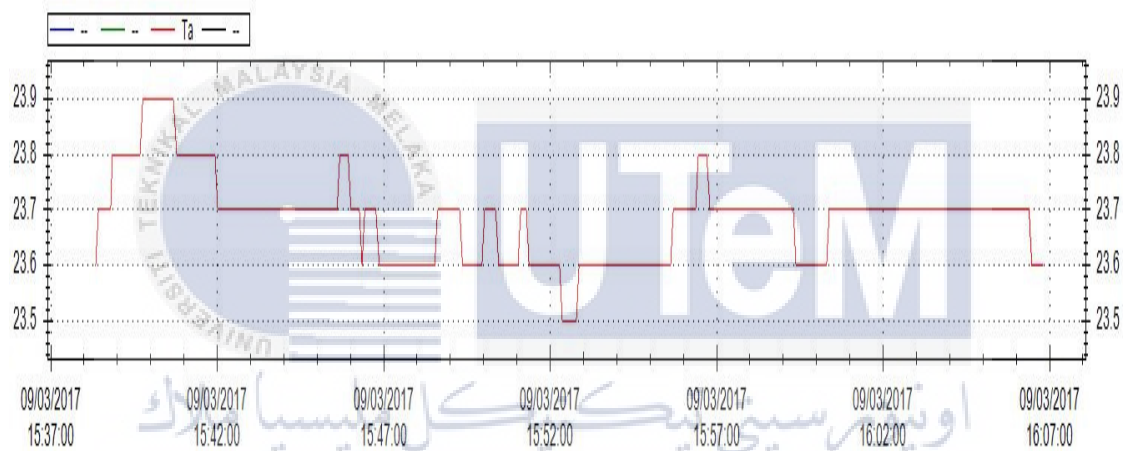


Rajah 4.45 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 2, tengah hari

Untuk pengukuran yang terakhir, iaitu waktu petang. Data untuk suhu udara (T_a) yang dapat direkodkan adalah : nilai maksimum (23.9°C), nilai minimum (23.2°C), dan nilai purata (23.5°C). Berdasarkan nilai purata data yang telah diukur menunjukkan suhu berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 23°C - 26°C . Rajah 4.46 dan Rajah 4.47 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat suhu sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 23.9°C - 23.2°C .

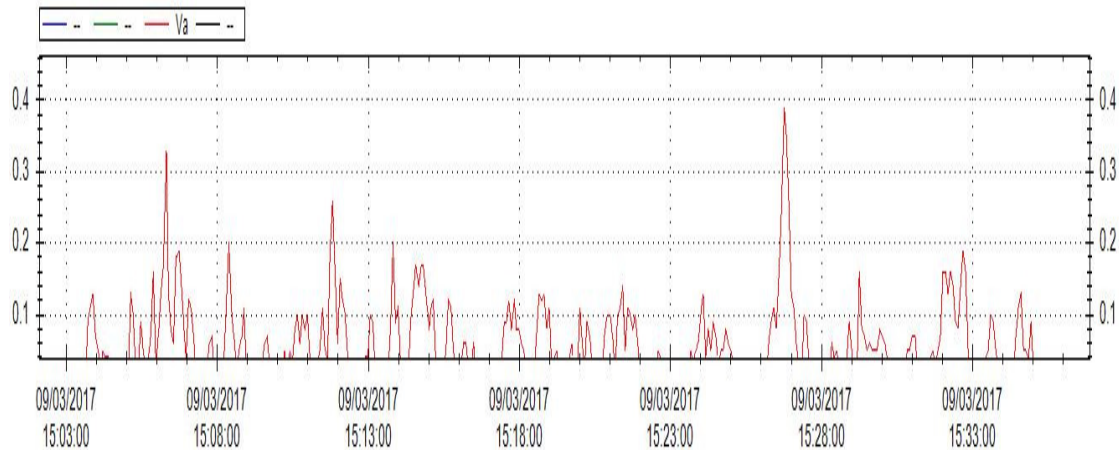


Rajah 4.46 : Data suhu udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang

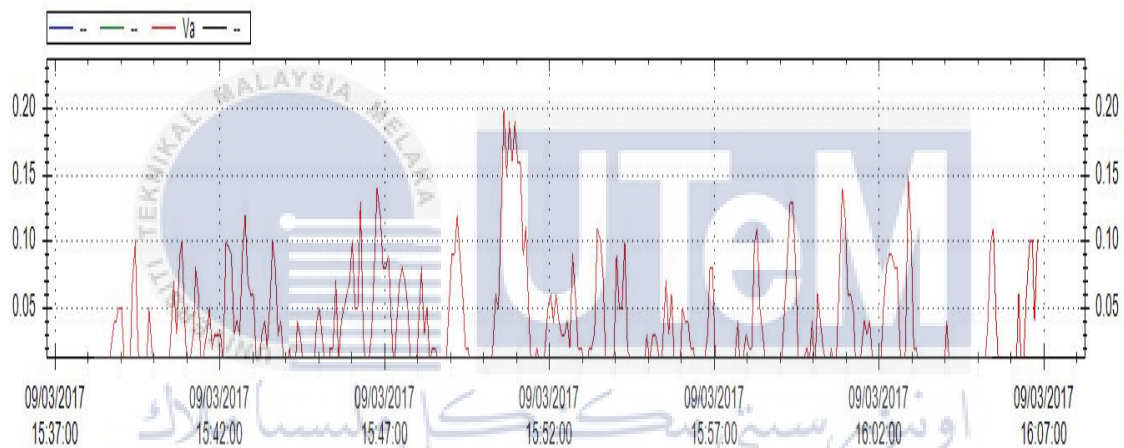


Rajah 4.47 : Data suhu udara, 30 minit kedua, point 2, (FTK), petang

Untuk data pengukuran kelajuan udara (V_a): nilai maksimum (0.4m/s), nilai minimum (0.0m/s), dan nilai purata (0.0m/s). Berdasarkan nilai purata data kelajuan udara (V_a) yang telah diukur menunjukkan, data kelajuan udara yang diperolehi tidak berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s. Rajah 4.48 dan Rajah 4.49 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelajuan udara (V_a) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 0.4m/s - 0.0m/s.

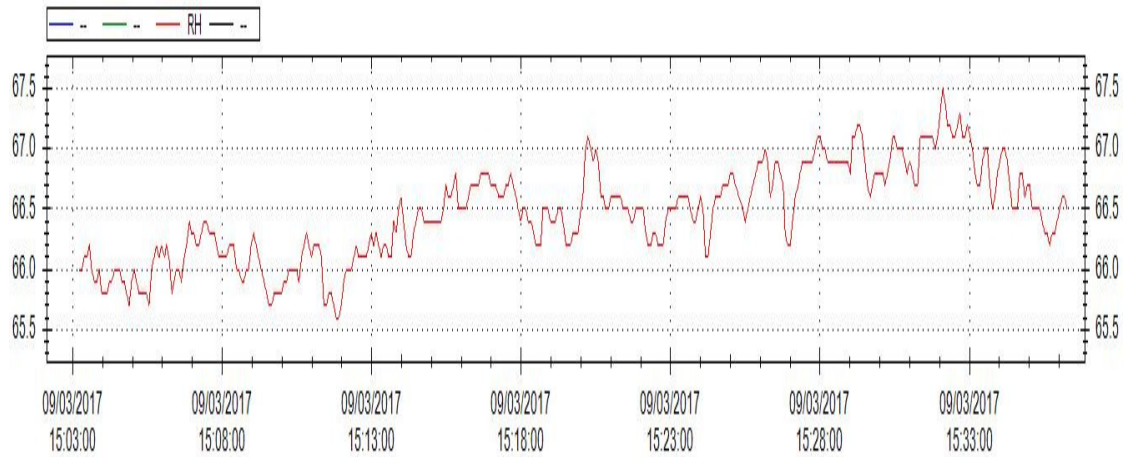


Rajah 4.48 : Data kelajuan udara, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang

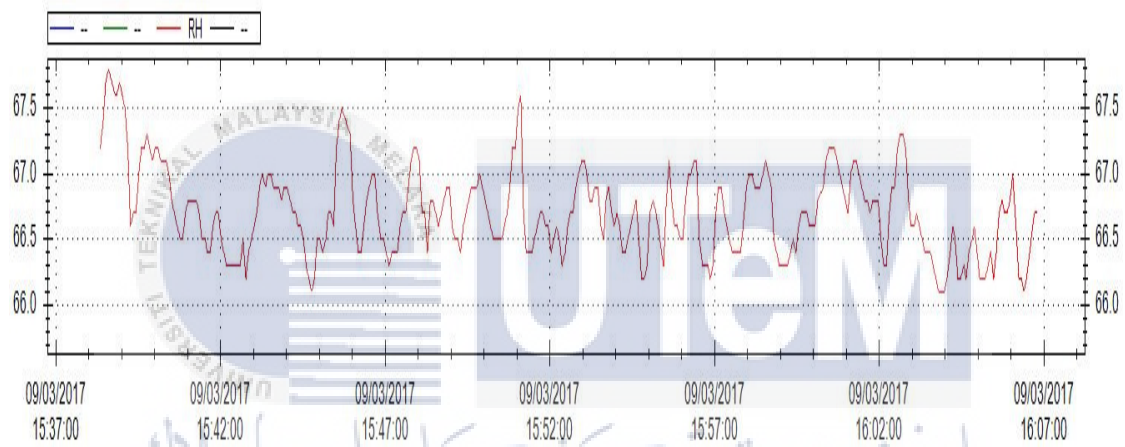


Rajah 4.49 : Data kelajuan udara, 30 minit kedua, point 2 (FTK), petang

Untuk data pengukuran kelembapan relatif (RH): nilai maksimum (67.8%), nilai minimum (65.6%), dan nilai purata (66.6%). Berdasarkan nilai purata kelembapan relatif (RH) yang telah diukur menunjukkan, berada dalam Piawaian Malaysia iaitu, 55% - 70%. Rajah 4.50 dan Rajah 4.51 menunjukkan data pengukuran yang telah direkodkan. Berdasarkan kedua-dua rajah tersebut, julat kelembapan relatif (RH) sewaktu pengukuran dijalankan adalah diantara 67.8% - 65.6%.



Rajah 4.50 : Data kelembapan relatif, 30 minit pertama, point 1 (FTK), petang

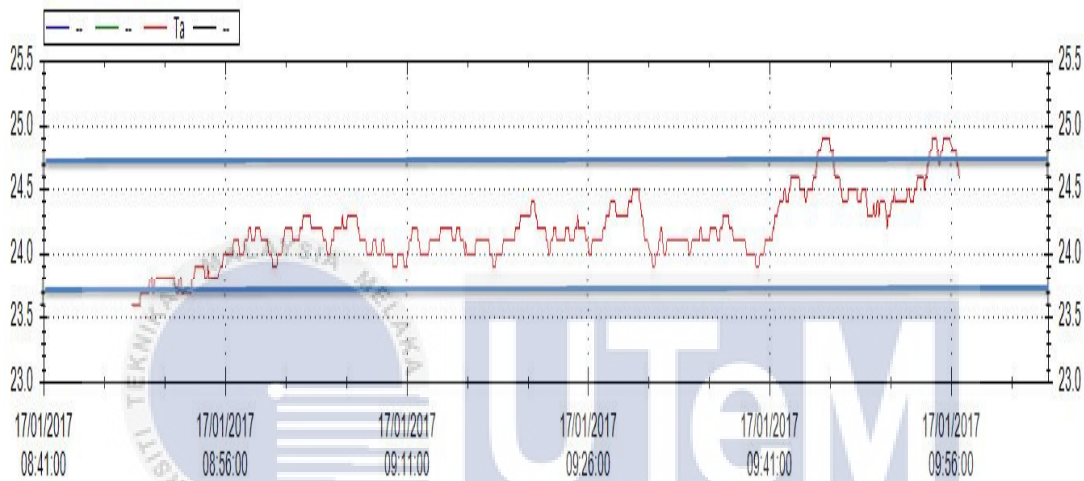


Rajah 4.51 : Data kelembapan relatif, 30 minit kedua, point 2 (FTK), petang

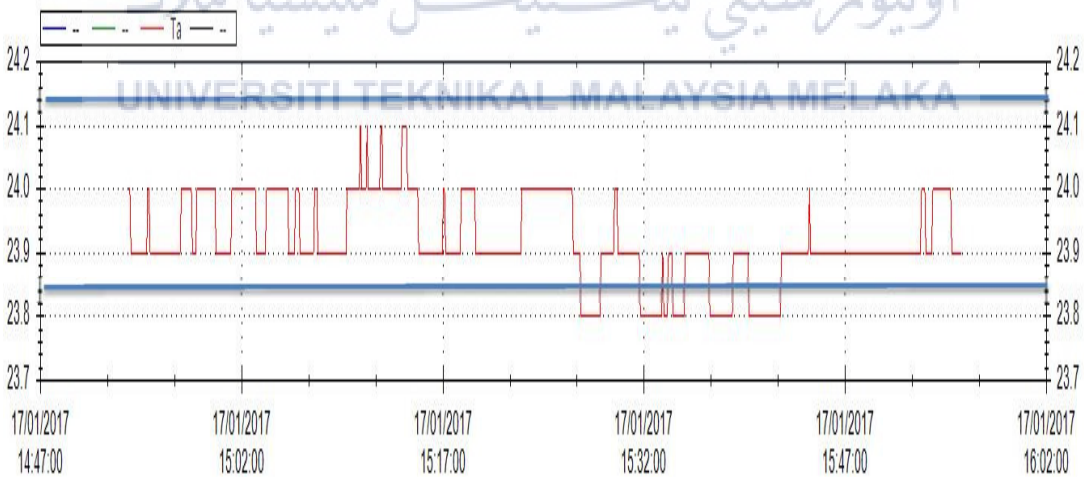
4.1.5 Lobi FTK (Tanpa Kehadiran Penghuni Bangunan) Waktu Pagi Dan Waktu Petang

Untuk pengukuran yang dijalankan pada lobi FTK sewaktu ketiadaan pengguna bangunan. Data suhu udara (T_a) yang diperolehi untuk nilai maksimum, minimum, dan purata yang dapat direkodkan pada waktu pagi adalah 24.9°C , 25.6°C , dan 24.2°C . Berdasarkan Piawaian Malaysia suhu yang disyorkan adalah 23°C - 26°C dan keadaan ruang lobi ini telah mengikuti suhu yang disyorkan. Pada pengukuran waktu petang, suhu udara (T_a) untuk nilai maksimum, minimum, dan purata adalah 24.1°C , 23.8°C , dan 23.9°C . Berdasarkan pengukuran pada waktu petang juga mendapati suhu udara (T_a) mengikuti nilai

yang disyorkan oleh Piawaian Malaysia. Rajah 4.52 dan Rajah 4.53 menunjukkan bacaan graf untuk suhu udara (T_a) pada waktu pagi dan petang. Berdasarkan kedua-dua graf tersebut, dapat dilihat tidak banyak perbezaan suhu yang berlaku. Untuk data suhu udara pada waktu pagi, julat suhu adalah antara 23.5°C hingga 25.0°C . Manakala, data untuk suhu pada waktu petang adalah 23.8°C hingga 24.1°C .

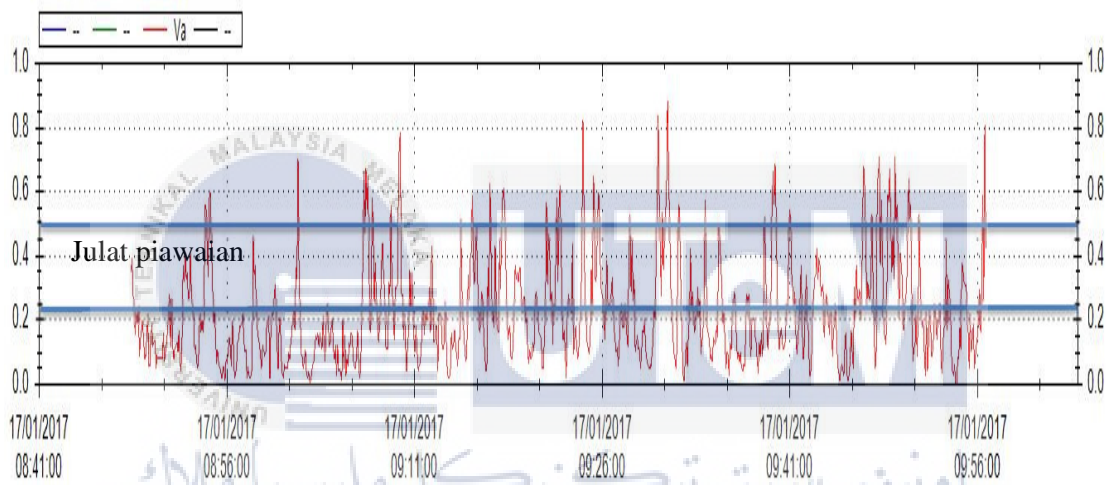


Rajah 4.52 : Data suhu udara, pengukuran pagi, lobi FTK



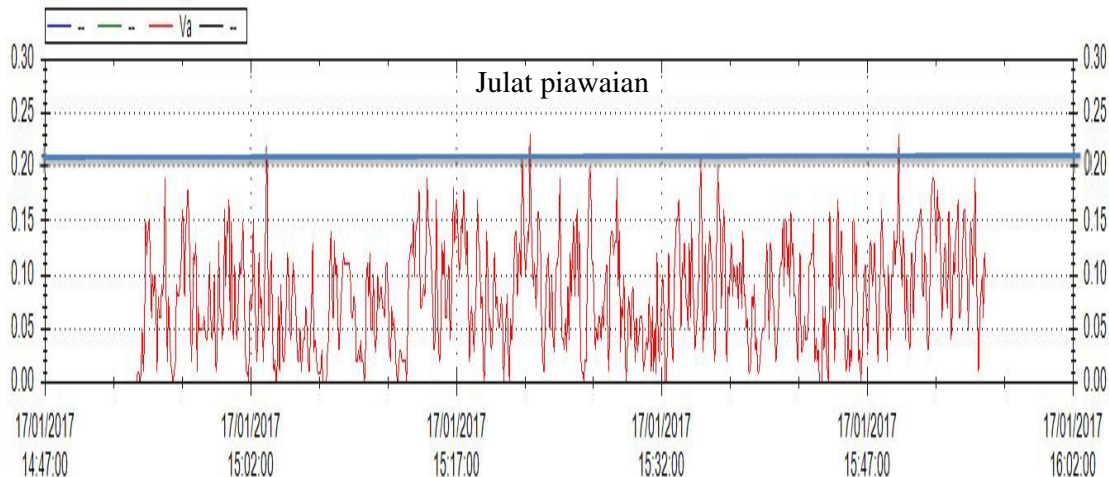
Rajah 4.53 : Data suhu udara, pengukuran petang, lobi FTK

Untuk data mengenai pergerakan udara (V_a) pada waktu pagi dan petang, telah diterbitkan ke dalam bentuk graf seperti Rajah 4.54 dan Rajah 4.55, dapat dilihat data pengukuran pada Rajah 4.54 menunjukkan pergerakan udara (V_a) majoriti berada dalam lingkungan julat piawaian. Walaupun terdapat, beberapa taburan data yang berada luar dari julat piawaian. Untuk nilai maksimum, minimum, dan purata pergerakan udara bagi Rajah 4.54 adalah 0.88m/s, 0.00m/s dan 0.22 m/s. Berdasarkan nilai purata pergerakan udara, menunjukkan pergerakan udara memenuhi nilai yang disyorkan oleh Piawaian Malaysia.



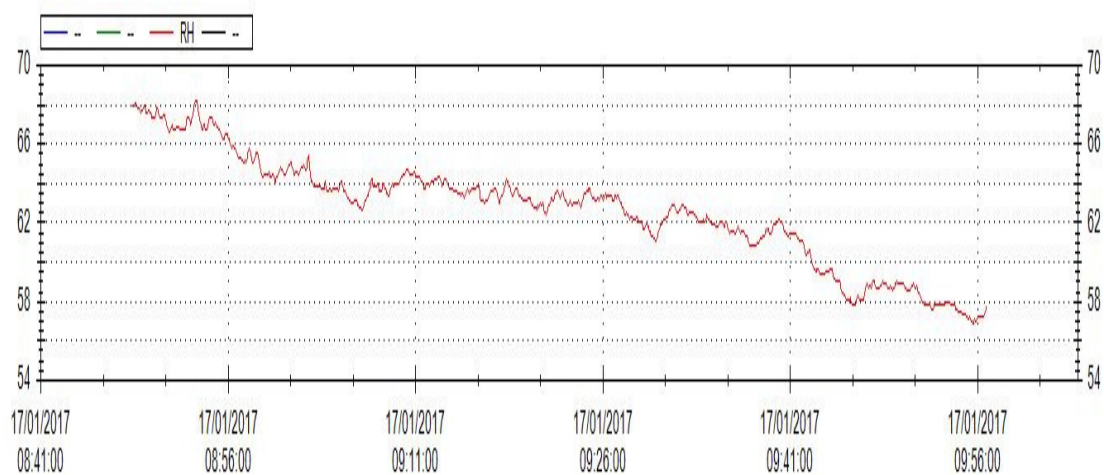
Rajah 4.54 : Data kelajuan udara, pengukuran pagi, lobi FTK

Bagi pengukuran yang dilakukan pada waktu petang seperti Rajah 4.55, menunjukkan pergerakan udara berada luar dari julat piawaian. Untuk nilai maksimum, minimum, dan purata pergerakan udara (V_a) adalah 0.23m/s, 0.00m/s dan 0.08m/s. Berdasarkan purata pergerakan udara (V_a) yang diperolehi, menunjukkan pergerakan udara yang direkodkan pada waktu petang berada dari julat yang disyorkan oleh Piawaian Malaysia iaitu, 0.15m/s – 0.5m/s.



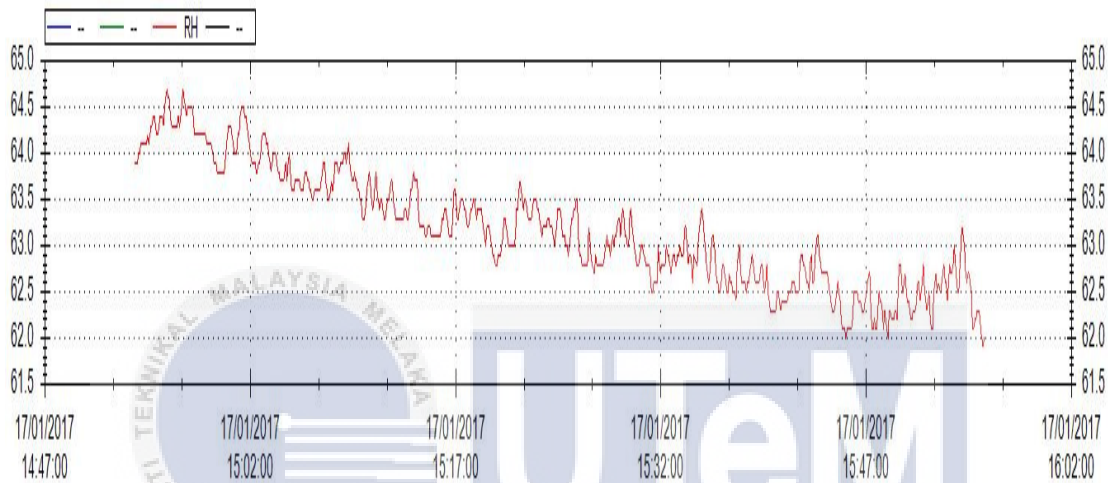
Rajah 4.55 : Data kelajuan udara, pengukuran petang, lobi FTK

Pada data mengenai kelembapan relatif (RH), data telah direkodkan ke dalam graf seperti Rajah 4.56 untuk waktu pagi dan Rajah 4.57 untuk waktu petang. Untuk Rajah 4.56 dapat dilihat corak pergerakan kelembapan menurun dari waktu mula pengukuran hingga ke akhir waktu pengukuran. Data yang diambil juga, mendapati sepanjang pengukuran kelembapan berada dalam piawaian yang disyorkan iaitu 55% - 70%. Nilai maksimum, minimum, dan purata kelembapan relatif (RH) yang dapat diambil dari pengukuran adalah 68.2%, 56.9% dan 62.6%.



Rajah 4.56 : Data kelembapan relatif, pengukuran pagi, lobi FTK

Pada Rajah 4.57, iaitu pengukuran pada waktu petang. Dapat diperhatikan, bacaan kelembapan berada dalam julat piawaian yang disyorkan. Nilai maksimum, minimum, dan purata untuk kelembapan relatif (RH) yang dapat direkodkan adalah 64.7%, 61.9% dan 63.2%. berdasarkan purata pengukuran mendapati, kelembapan berada dalam julat yang disyorkan oleh Piawaian Malaysia.



Rajah 4.57 : Data kelembapan relatif, pengukuran petang, lobi FTK

4.1.6 Keadaan Persekitaran Lobi FTK Sewaktu Pengukuran

Melalui pemerhatian yang telah dilakukan, didapati keadaan ruang lobi FTK menerima pencahayaan matahari secara langsung atau terus pada waktu pagi. Untuk waktu petang pula, bahagian lobi FTK tidak menerima pancaran matahari secara langsung seperti pada waktu pagi. Keadaan ini hampir sama dengan lobi FTK. Daripada segi sistem penyaman udara ditetapkan pada suhu yang agak tinggi berbanding lobi FKM, ini kerana di sekeliling lobi FTK terdapat pejabat dan juga Samsung IoT. Pada pintu kaca dilobi FTK, didapati dapat berfungsi dengan baik

4.2 Rumusan Perbandingan Lobi FKM dan Lobi FTK

Berdasarkan Jadual 4.5 adalah purata nilai untuk perbezaan suhu udara yang diukur pada 2 keadaan iaitu dengan kehadiran dan tanpa kehadiran, dapat dilihat suhu udara di lobi FTK lebih menepati piawaian berbanding lobi FKM. Tambahan lagi, terdapat sedikit peralasan suhu sewaktu kehadiran responden dan tanpa kehadiran responden, iaitu sewaktu cuti semester suhu (tanpa kehadiran) suhu sistem pengudaraan ditingkatkan sedikit dan sewaktu sesi kuliah sedang berlangsung (kehadiran) suhu sistem pengudaraan diturunkan sedikit kepada nilai yang telah dibincangkan oleh pihak universiti.

Untuk purata kelembapan relatif pula, lobi FTK lebih mengikuti piawaian untuk kebanyakan keadaan data yang direkodkan. Pada pengukuran tanpa kehadiran pengguna bangunan, kedua-dua lobi ini mengikut keadaan persekitaran kelembapan yang disyorkan oleh piawaian. Perubahan yang berlaku pada nilai kelembapan relatif lobi adalah mungkin disebabkan pergerakan pengguna bangunan yang melalui kawasan lobi, ini kerana wap air akan terhasil hasil daripada pernafasan manusia (Wu & Mahdavi 2014). Demikian, perubahan bilangan pengguna bangunan yang melalui lobi memberikan kesan kepada kelembapan relatif.

Pada purata kelajuan udara, lobi FKM lebih mengikuti nilai yang disyorkan oleh piawaian, walaupun terdapat beberapa tempoh waktu yang tidak menepati piawaian. Perkara ini juga, disebabkan oleh keadaan lobi FKM yang kecil berbanding lobi FTK dan hampir dengan pintu automatik menjadikan terdapat kemasukan udara dari luar disebabkan keluar masuk penghuni yang berada dalam bangunan ini. Selain itu, walaupun saiz lobi FTK lebih luas berbanding FKM, tetapi bilangan responden sewaktu berada dalam kawasan lobi lebih ramai di lobi FTK. Melalui analisis ini, berkemungkinan kelajuan udara menurun, apabila bilangan responden bertambah. Ini juga dapat dijelaskan kerana semasa kehadiran

responden, pergerakan aliran udara berubah dan kelajuan angin berkurangan dalam banyak zon dan perubahan pemindahan haba yang sentiasa berubah (Wu & Mahdavi 2014).

Jadual 4.5 : Perbandingan antara lobi FKM dan lobi FTK

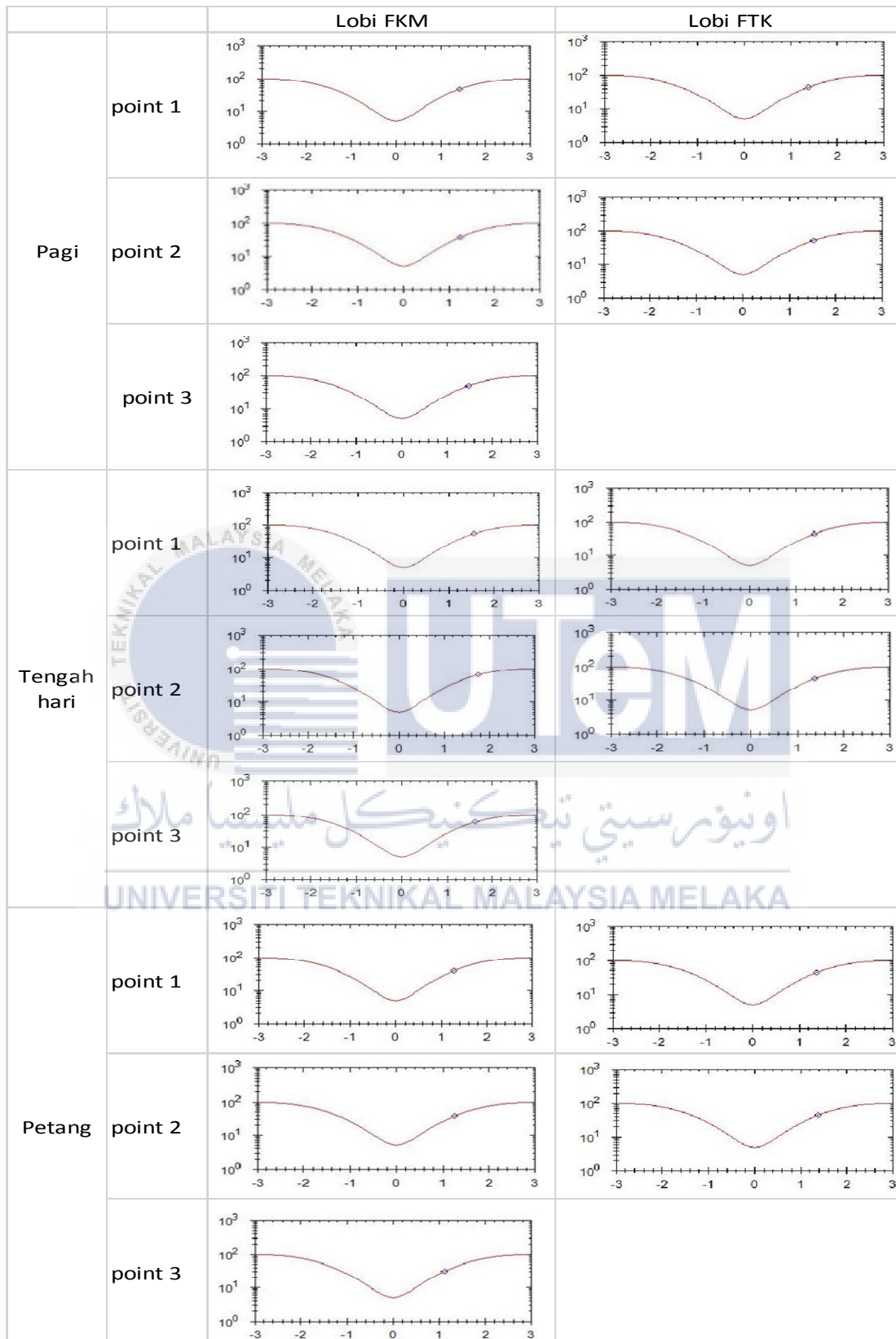
			Suhu Udara (°C)	Piawaian Malaysia	Kelembapan Relatif (RH,%)	Piawaian Malaysia	Kelajuan Udara (m/s)	Piawaian Malaysia
Lobi FKM	Kehadiran Pengguna Bangunan	Pagi	Point 1	27.31		85.2		0.17
			Point 2	27.08		87.8		0.37
			Point 3	27.72		81.7		0.16
		Tengah Hari	Point 1	28.24		72.3		0.08
			Point 2	29.18		70		0.15
			Point 3	28.09		66.1		0.17
	Petang	Point 1	26.38		61.1		0.08	
		Point 2	26.17		58.2		0.17	
		Point 3	25.61		57.4		0.17	
	Tanpa Kehadiran Pengguna Bangunan	Pagi	Point 1	27.8		88.44		0.07
		Petang	Point 1	27.88		53.73		0.05
Lobi FTK	Kehadiran Pengguna Bangunan	Pagi	Point 1	24.83		70.78		0.06
			Point 2	24.48		69.02		0.08
		Tengah Hari	Point 1	23.8		66.1		0.1
			Point 2	23.71		65.88		0.08
		Petang	Point 1	23.41		66.46		0.06
			Point 2	23.68		66.7		0.04
	Tanpa Kehadiran Pengguna Bangunan	Pagi	Point 1	24.19		62.64		0.22
		Petang	Point 1	23.92		63.14		0.08



Tidak Menepati Piawaian
Menepati Piawaian

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Untuk graf PMV dan PPD yang terdapat pada Rajah 4.58 sewaktu pengukuran dengan kehadiran pengguna bangunan menunjukkan kebanyakan nilai PMV berada di antara nombor 1 dan nombor 2 iaitu hangat atau panas. Berdasarkan ASHRAE (ASHRAE, American Society of Heating 2003) nilai yang dicadangkan untuk PPD adalah 10% untuk keselesaan termal dan nilai PMV adalah -0.5 hingga +0.5. Oleh itu, ini menunjukkan nilai PMV dan PPD sewaktu pengukuran adalah tidak menepati syor yang ditetapkan oleh piawaian.



Rajah 4.58: Graf PPD (paksi -y) VS PMV (paksi-x) untuk setiap kedudukan

4.3 Analisis Kajian Antara Pengukuran dan Soal selidik (Pengukuran Subjektif)

Pada bahagian ini akan diperincikan analisis untuk lobi FTK dan lobi FKM berdasarkan pengukuran dan soal selidik.

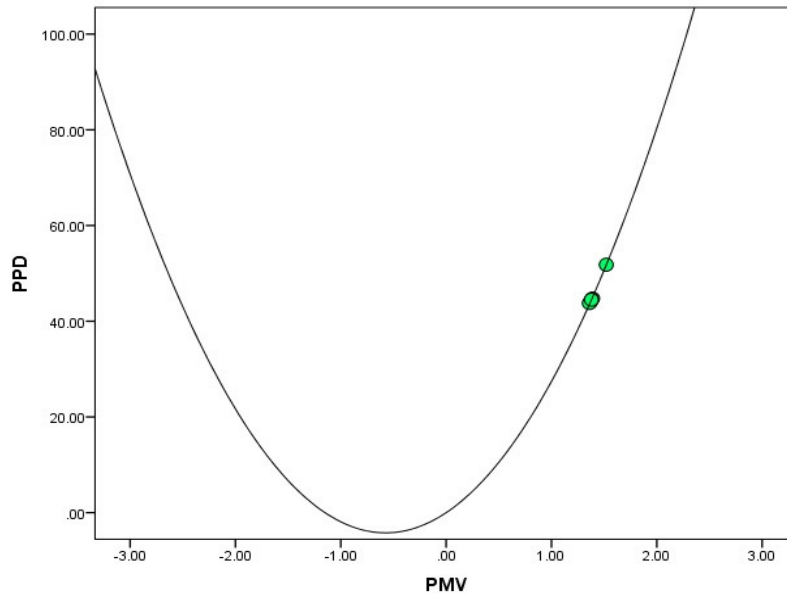
4.3.1 Pengukuran Objektif bagi lobi FTK

Jadual 4.6 menunjukkan data yang diperoleh daripada hasil pengukuran yang dijalankan di lobi FTK.

Jadual 4.6: Data suhu operative ($^{\circ}\text{C}$), PMV, PPD (%), dan keadaan haba di lobi FTK

WAKTU	KEDUDUKAN	SUHU OPERATIVE (OPERATIVE TEMPERATURE), $^{\circ}\text{C}$	PURATA UNDIAN			KEADAAN HABA
			PMV	PPD	SENSASI TERMA (TSV)	
PAGI	POINT 1	25.00	1.37	44.03	0.8	HANGAT
	POINT 2	24.90	1.52	51.81	-0.6	HANGAT
TENGAH HARI	POINT 1	24.20	1.39	44.76	0.2	HANGAT
	POINT 2	24.10	1.38	44.51	0.5	HANGAT
PETANG	POINT 1	23.80	1.36	43.80	0.3	HANGAT
	POINT 2	24.00	1.38	44.50	0.9	HANGAT

Untuk analisis kajian, Rajah 4.59 menunjukkan graf PMV vs PPD. Melalui pemerhatian yang dilakukan pada graf tersebut didapati julat nilai PMV berada pada 1.00 - 2.00. Berdasarkan penilaian dari PMV, menunjukkan kebanyakan pengguna bangunan berada dalam keadaan hangat sewaktu berada dalam kawasan ini. Manakala, nilai PPD yang diperolehi menjangkakan antara 40% - 55% ketidakselesaan apabila penghuni bangunan berada dalam kawasan ini. Jika mengikut piawaian yang disyorkan oleh ASHRAE (ASHRAE, American Society of Heating 2003) untuk nilai PMV ($-0.5 < \text{PMV} < 0.5$) dan PPD ($< 10\%$) menunjukkan ketidakselesaan berlaku pada lobi FTK.



Rajah 4.59: PMV vs PPD untuk 6 kedudukan pengukuran

4.3.2 Pengukuran Subjektif (Soal Selidik) bagi lobi FTK

Seramai 67 responden telah terlibat dalam kajian ini. Kesemua responden disoal mengenai sensasi termal dan persekitaran haba yang diinginkan serta lain-lain soalan yang berkaitan. Jadual 4.7 menunjukkan taburan responden yang terlibat dalam kajian ini.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

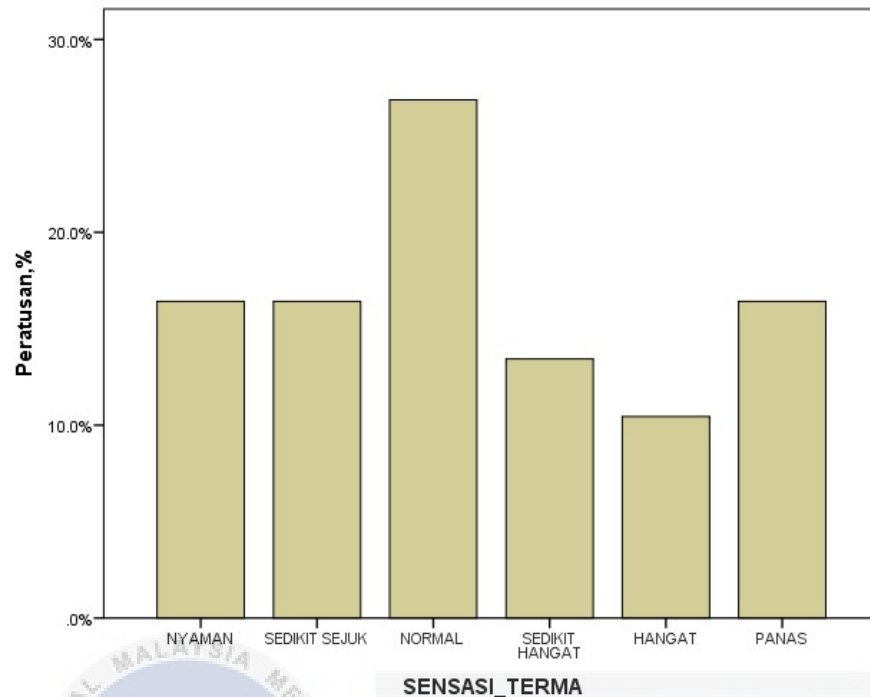
Jadual 4.7: Taburan responden yang terlibat di lobi FTK

Jumlah Responden Yang Terlibat Berdasarkan Point 1 Dan Point 2					
WAKTU			JANTINA		Total
			LELAKI	PEREMPUAN	
PAGI	KEDUDUKAN	POINT 1	4	7	11
		POINT 2	8	4	12
	Jumlah		12	11	23
TENGAH HARI	KEDUDUKAN	POINT 1	6	5	11
		POINT 2	8	3	11
	Jumlah		14	8	22
PETANG	KEDUDUKAN	POINT 1	11	0	11
		POINT 2	10	1	11
	Jumlah		21	1	22
Jumlah	KEDUDUKAN	POINT 1	21	12	33
		POINT 2	26	8	34
	Jumlah		47	20	67

Jadual 4.8 dan Rajah 4.60 menunjukkan undian sensasi termal yang direkodkan sewaktu soal selidik sedang dijalankan. Rajah 4.60 menunjukkan kebanyakan responden menyatakan “normal” untuk persekitaran yang mereka sedang berada sewaktu kajian soal selidik sedang dijalankan iaitu melebihi 20 % undian dan hampir 10% undian menyatakan mereka berasa hangat apabila berada di kawasan lobi. Menurut ASHRAE (ASHRAE, American Society of Heating 2003) untuk mencapai keselesaan termal undian haruslah mencapai 80% antara 3 kategori sensasi termal (-1,0 dan 1).

Jadual 4.8: Undian sensasi termal (TSV) berdasarkan kedudukan dan jantina

Sensasi Terma Mengikut Jantina										
WAKTU				SENSASI TERMA						Jumlah
				NYAMAN	SEJUK	NORMAL	SEDIKIT HANGAT	SEDIKIT HANGAT	PANAS	
PAGI	POINT 1	JANTINA	LELAKI	0	0	2	0	1	1	4
			PEREMPUAN	0	1	3	2	0	1	7
			Jumlah		1	5	2	1	2	11
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	4	0	2	2	0	0	8
			PEREMPUAN	2	0	1	0	0	1	4
			Jumlah	6		3	2		1	12
	Total	JANTINA	LELAKI	4	0	4	2	1	1	12
			PEREMPUAN	2	1	4	2	0	2	11
			Jumlah	6	1	8	4	1	3	23
TENGAH HARI	POINT 1	JANTINA	LELAKI	0	2	2	1	1	0	6
			PEREMPUAN	2	0	1	0	1	1	5
			Jumlah	2	2	3	1	2	1	11
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	0	3	3	0	1	1	8
			PEREMPUAN	1	0	0	0	0	2	3
			Jumlah	1	3	3		1	3	11
	Total	JANTINA	LELAKI	0	5	5	1	2	1	14
			PEREMPUAN	3	0	1	0	1	3	8
			Jumlah	3	5	6	1	3	4	22
PETANG	POINT 1	JANTINA	LELAKI	2	2	2	2	2	1	11
			PEREMPUAN	0	0	0	0	0	0	0
			Jumlah	2	2	2	2	2	1	11
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	0	3	2	2	0	3	10
			PEREMPUAN	0	0	0	0	1	0	1
			Jumlah		3	2	2	1	3	11
	Total	JANTINA	LELAKI	2	5	4	4	2	4	21
			PEREMPUAN	0	0	0	0	1	0	1
			Jumlah	2	5	4	4	3	4	22

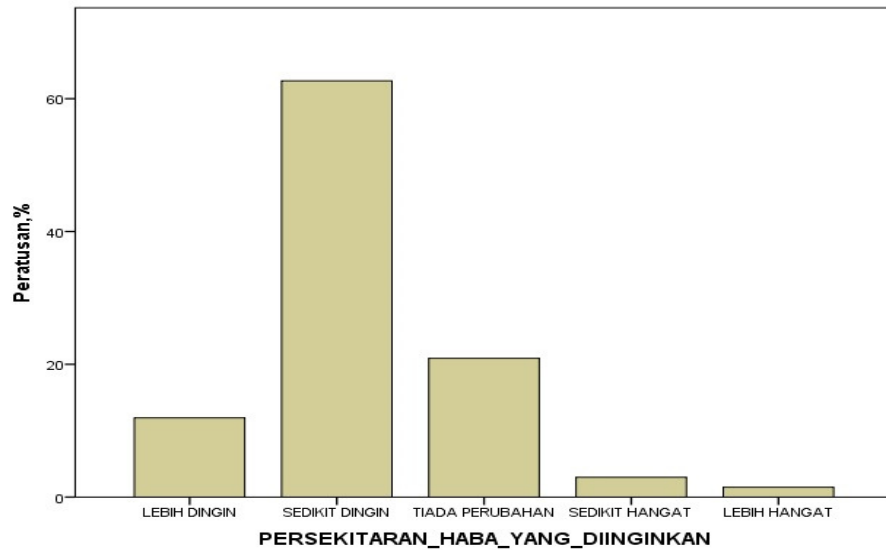


Rajah 4.60 : Peratusan undian sensasi termal

Jadual 4.9 adalah taburan undian data soal selidik dan Rajah 4.61 menunjukkan peratusan undian persekitaran haba yang diinginkan. Berdasarkan data yang diperolehi, dapat dilihat kebanyakan responden memilih untuk “sedikit dingin” adalah melebihi 60%. Menunjukkan ruang kawasan lobi adalah sedikit panas sewaktu soal selidik.

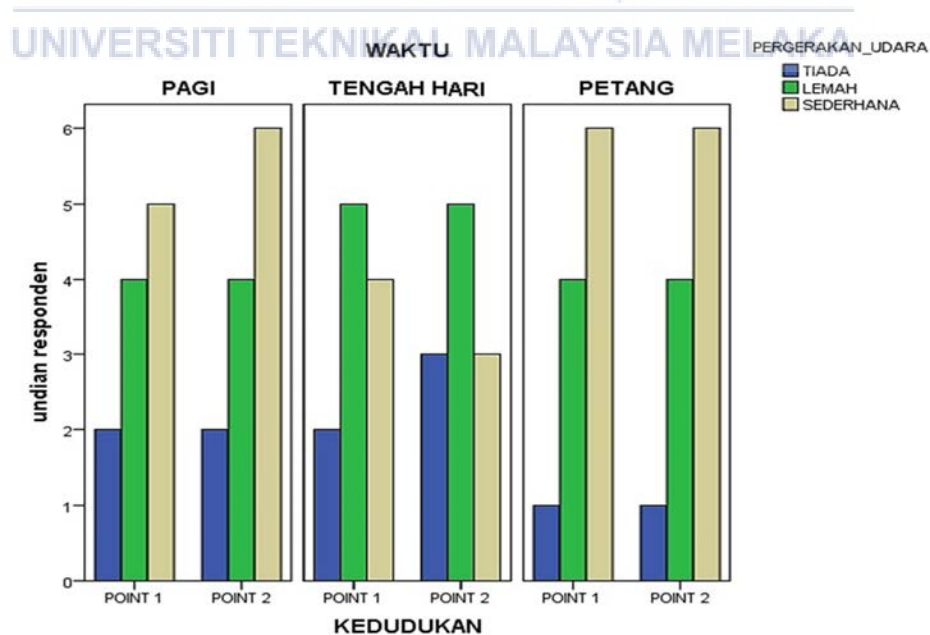
Jadual 4.9: Undian persekitaran haba (TPV) yang diinginkan

Peratusan Persekitaran Haba Yang diinginkan Oleh Responden							
WAKTU	KEDUDUKAN	PERSEKITARAN_HABA_YANG_DIINGINKAN					
			LEBIH DINGIN	SEDIKIT DINGIN	TIADA PERUBAHAN	SEDIKIT HANGAT	LEBIH HANGAT
PAGI	POINT 1	UNDIAN	0	9	1	0	1
	POINT 2	UNDIAN	4	4	3	1	0
TENGAH HARI	POINT 1	UNDIAN	1	8	2	0	0
	POINT 2	UNDIAN	2	7	2	0	0
PETANG	POINT 1	UNDIAN	0	6	5	0	0
	POINT 2	UNDIAN	1	8	1	1	0



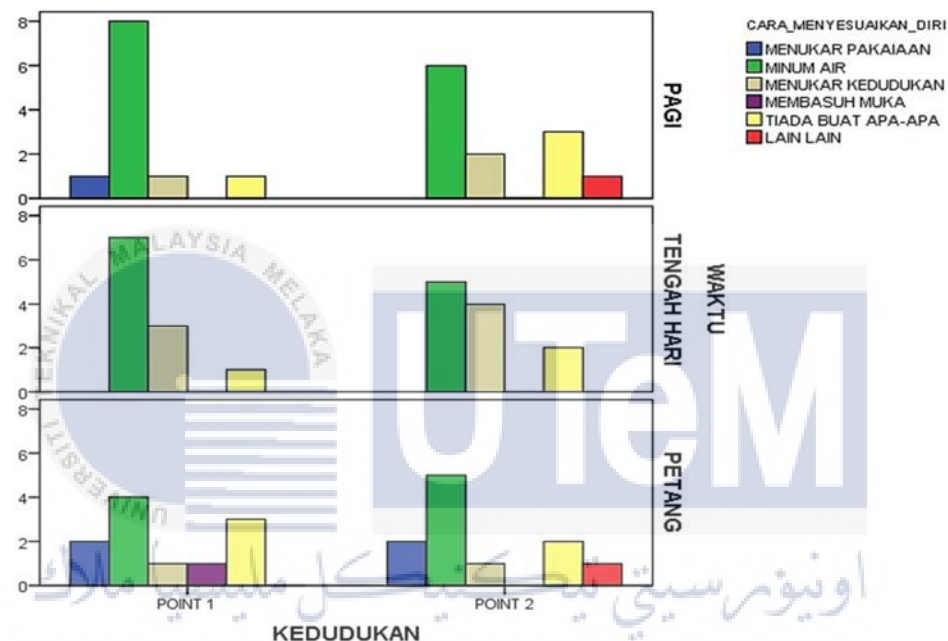
Rajah 4.61 : Graf bar untuk persekitaran haba yang diinginkan

Bagi pergerakan udara yang diterjemahkan ke dalam Rajah 4.62. Pada waktu pagi, kebanyakan pengguna bangunan memilih undian “sederhana”. Pada waktu tengah hari, pengguna bangunan memilih undian “lemah”. Untuk waktu petang, undian yang dipilih adalah sama pada waktu pagi, di mana kebanyakan pengguna bangunan memilih “sederhana”. Ini menunjukkan terdapat pergerakan udara diruang lobi ini.



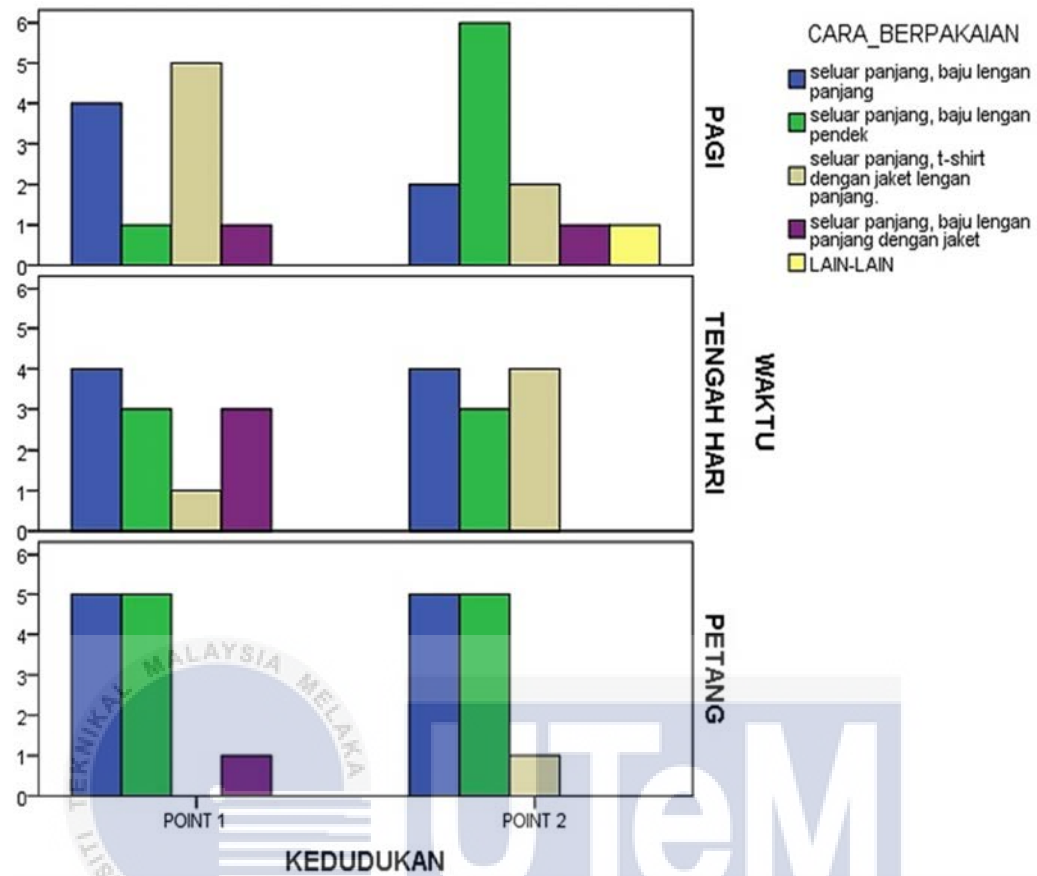
Rajah 4.62: Pergerakan udara yang dirasai oleh responden

Bagi tindakan penyesuaian, Rajah 4.63 dapat diperhatikan graf tindakan penyesuaian yang diambil oleh pengguna bangunan berdasarkan soal selidik yang diberikan. Kebanyakan tindakan penyesuai yang diambil oleh pengguna bangunan adalah “minum air”. Untuk tindakan yang kurang diambil oleh pengguna bangunan adalah “membasuh muka”. Terdapat juga tindakan lain yang diambil oleh pengguna bangunan iaitu memasang kipas USB.



Rajah 4.63 : Cara pengguna bangunan menyesuaikan diri

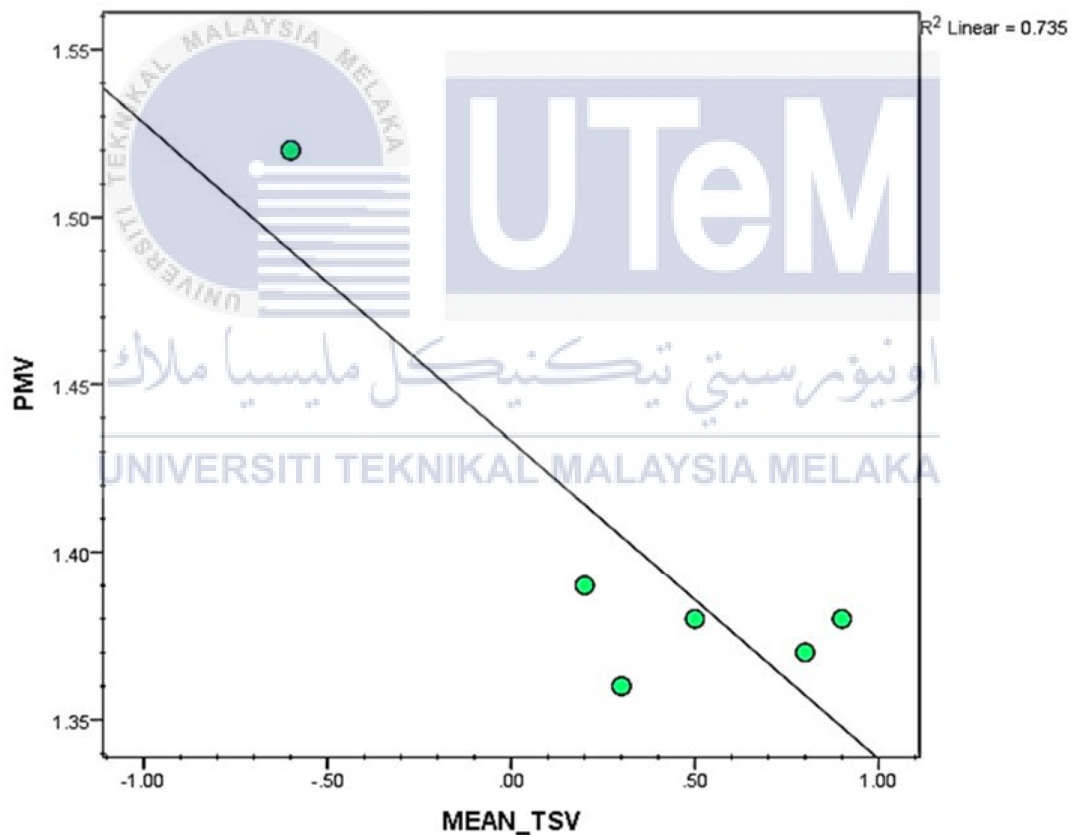
Rajah 4.64, menunjukkan cara berpakaian yang diambil menggunakan agihan soal selidik pada ketiga-tiga waktu iaitu pagi, tengah hari, dan petang. Pada waktu pagi, kebanyakan pengguna bangunan mengenakan pakaian “seluar panjang, baju lengan pendek”. Untuk waktu tengah hari, kebanyakan pengguna bangunan mengenakan “seluar panjang, baju lengan panjang” dan “seluar panjang, T-shirt dengan jaket lengan panjang”. Pada waktu petang pula, pengguna bangunan mengenakan pakaian “seluar panjang, baju lengan pendek” dan “seluar panjang, baju lengan panjang”.



Rajah 4.64 : Cara berpakaian pengguna bangunan pada waktu pengukuran

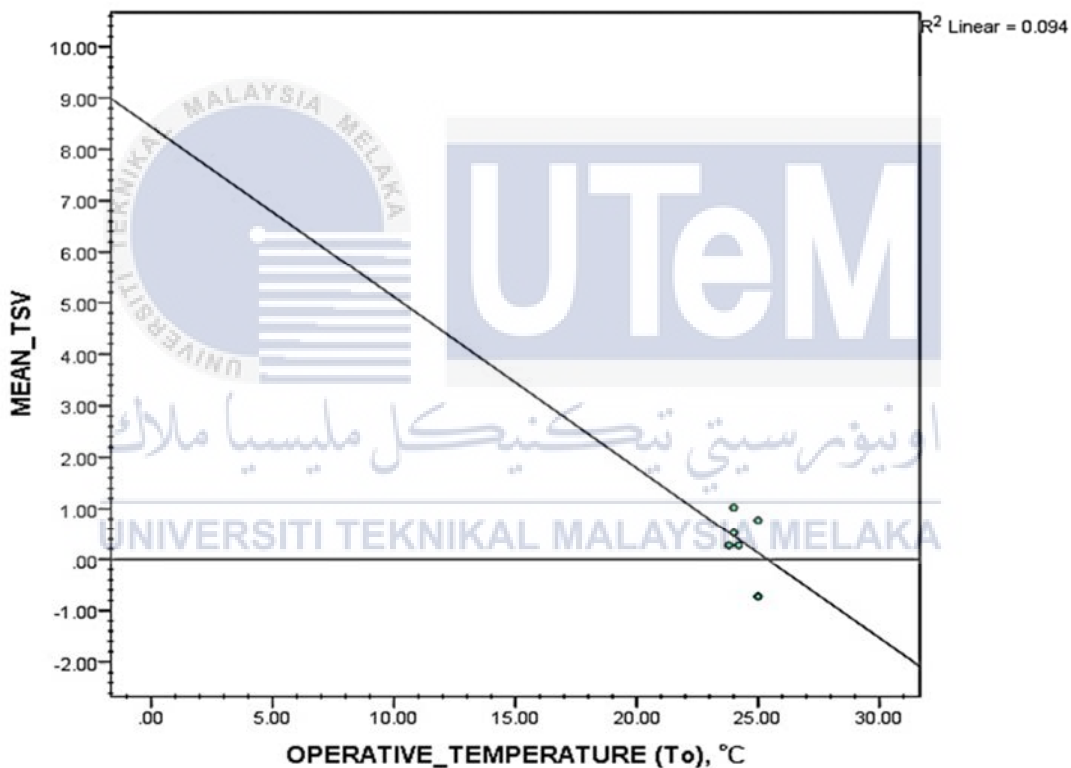
4.3.3 Korelasi (Correlation) Diantara Pengukuran Objektif Dan Pengukuran Subjektif Untuk Lobi FTK

Regresi linear telah dijalankan di antara data PMV dan data TSV. Rajah 4.64 menunjukkan regresi linear di antara data pengukuran (PMV) dan data subjektif (TSV). Hasil daripada data tersebut dapat diperolehi nilai $R^2 = 0.735$, yang membawa maksud nilai PMV mempunyai hubungan yang kuat dengan nilai TSV, iaitu 73.5%. Lampiran L menunjukkan bagaimana data linear regresi ini diperolehi daripada perisian SPSS



Rajah 4.65: Regresi linear diantara data pengukuran (PMV) dan data subjektif (TSV) di lobi FTK

Rajah 4.65 menunjukkan hubungan regresi linear diantara TSV dan $T_o, ^\circ\text{C}$. Hasil daripada regresi linear mendapati nilai $R^2 = 0.094$, iaitu membawa maksud nilai TSV mempunyai hubungan yang lemah sebanyak 9.4% dengan nilai $T_o, ^\circ\text{C}$. “Operative temperature” adalah suhu yang seragam, di mana penghuni yang akan bertukar-tukar jumlah yang sama haba oleh radiasi ditambah perolakan seperti persekitaran tak seragam sebenar(Anon n.d.). Lampiran M adalah data regresi linear hasil perkiraan daripada perisian SPSS.



Rajah 4.66 : Regresi linear diantara data (TSV) dan data $T_o, ^\circ\text{C}$

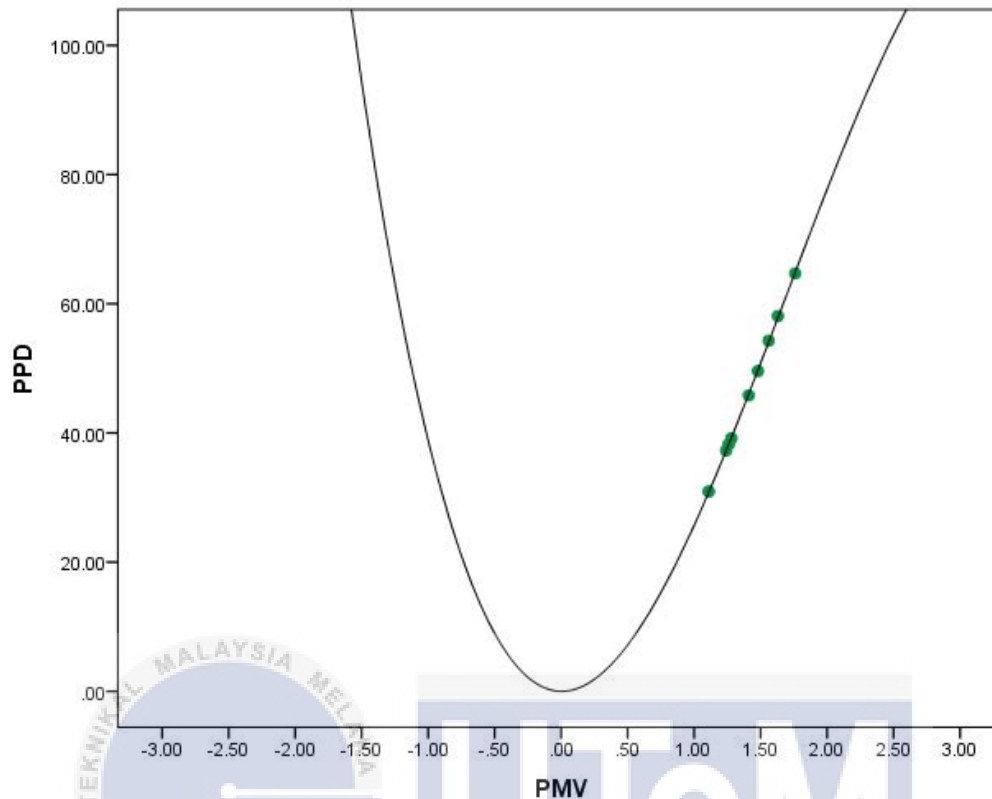
4.3.4 Pengukuran Objektif Bagi Lobi FKM

Untuk jadual 4.10 adalah data yang diperolehi hasil dari alat pengukuran pada lobi FKM dengan 3 waktu yang berbeza dan 3 kedudukan yang berbeza untuk setiap waktu. Untuk keadaan haba pula, alat pengukuran meramalkan “hangat” untuk setiap waktu pengukuran.

Jadual 4.10: Data suhu operative (°C), PMV, PPD (%), dan keadaan haba di lobi FKM

WAKTU	KEDUDUKAN	SUHU OPERATIVE (OPERATIVE TEMPERATURE), °C	PMV	PPD	PURATA UNDIAN SENSASI TERMA (TSV)	KEADAAN HABA
PAGI	POINT 1	27.60	1.41	45.81	1.0	HANGAT
	POINT 2	27.50	1.24	27.27	2.3	HANGAT
	POINT 3	28.30	1.48	49.58	2.7	HANGAT
TENGAH HARI	POINT 1	28.40	1.56	34.28	0.8	HANGAT
	POINT 2	29.60	1.76	64.71	-0.6	HANGAT
	POINT 3	29.20	1.63	58.10	0.4	HANGAT
PETANG	POINT 1	26.80	1.28	39.16	0.9	HANGAT
	POINT 2	27.20	1.26	38.24	1.3	HANGAT
	POINT 3	26.60	1.11	30.93	-0.3	HANGAT

Pada graf di Rajah 4.67 adalah data dari Jadual 4.10 untuk nilai PMV dan PPD. Graf tersebut menunjukkan nilai PMV vs PPD, untuk 3 kedudukan yang berbeza pada setiap waktu. Melalui pemerhatian yang dilakukan pada graf tersebut didapati julat nilai PMV berada pada 1.00 - 2.00. Berdasarkan penilaian dari PMV, menunjukkan kebanyakan pengguna bangunan berada dalam keadaan hangat sewaktu berada dalam kawasan ini. Manakala, nilai PPD yang diperolehi menjangkakan antara 30% - 70% ketidakselesaan apabila penghuni bangunan berada dalam kawasan ini. Jika mengikut piawaian yang disyorkan oleh ASHRAE(ASHRAE, American Society of Heating 2003) untuk nilai PMV ($-0.5 < PMV < 0.5$) dan PPD ($< 10\%$) menunjukkan ketidakselesaan berlaku pada lobi FKM.



Rajah 4.67: PMV vs PPD untuk 9 kedudukan pengukuran

4.3.5 Pengukuran Subjektif (Soal Selidik) bagi Lobi FKM

Jadual 4.11 adalah taburan responden yang terlibat di lobi FKM sewaktu pengukuran sedang berjalan. Seramai 48 orang telah terlibat dalam soal selidik ini. Kesemua responden disoal mengenai sensasi termal dan persekitaran haba yang diinginkan serta lain-lain soalan yang berkaitan.

Jadual 4.11: Taburan responden yang terlibat di lobi FKM

Bilangan Jantina Berdasarkan Waktu Dan Kedudukan

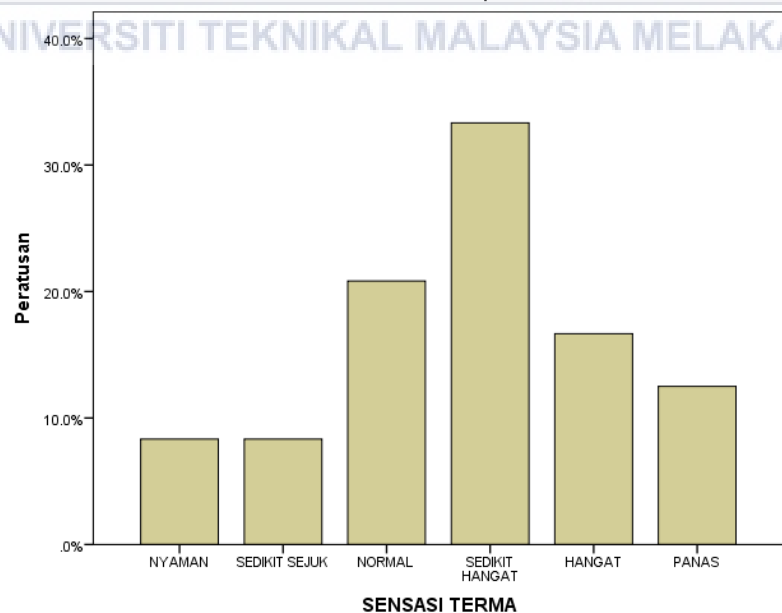
Count			JANTINA		
WAKTU			LELAKI	PEREMPUAN	Total
PAGI	KEDUDUKAN	POINT 1	4	0	4
		POINT 2	3	1	4
		POINT 3	3	0	3
	Jumlah		10	1	11
TENGAH HARI	KEDUDUKAN	POINT 1	4	2	6
		POINT 2	3	2	5
		POINT 3	3	2	5
	Jumlah		10	6	16
PETANG	KEDUDUKAN	POINT 1	5	2	7
		POINT 2	3	4	7
		POINT 3	5	2	7
	Jumlah		13	8	21
Jumlah	KEDUDUKAN	POINT 1	13	4	17
		POINT 2	9	7	16
		POINT 3	11	4	15
	Jumlah		33	15	48

Jadual 4.12 adalah taburan data yang diperolehi oleh responden untuk ketiga-tiga waktu dan Rajah 4.68 adalah graf menunjukkan undian sensasi termal yang direkodkan sewaktu soal selidik sedang dijalankan. Rajah 4.68 menunjukkan kebanyakan responden menyatakan “sedikit hangat” untuk persekitaran yang mereka sedang berada sewaktu kajian soal selidik sedang dijalankan iaitu melebihi 30% undian dan bawah 10% undian menyatakan mereka berasa “sedikit sejuk” dan “nyaman” apabila berada di kawasan lobi. Menurut ASHRAE(ASHRAE, American Society of Heating 2003) untuk mencapai keselesaan termal undian haruslah mencapai 80% antara 3 kategori sensasi termal (-1,0 dan 1). Apabila dilihat pada kembali pada graf di Rajah 4.68, didapati keadaan persekitaran lobi tidak mengikuti piawaian yang disyorkan.

Jadual 4.12: Jadual taburan undian sensasi termal mengikut jantina

Sensasi Terma Mengikut Jantina										
Count		SENSASI TERMA								
				NYAMAN	SEDIKIT SEJUK	NORMAL	SEDIKIT HANGAT	HANGAT	PANAS	Total
WAKTU	POINT 1	JANTINA	LELAKI	0	0	1	2	1	0	4
PAGI			Jumlah	0	0	1	2	1	0	4
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	0	0	0	0	1	2	3
			PEREMPUAN	0	0	0	1	0	0	1
			Jumlah	0	0	0	1	1	2	4
	POINT 3	JANTINA	LELAKI	0	0	0	0	1	2	3
			Jumlah	0	0	0	0	1	2	3
	Total	JANTINA	LELAKI	0	0	1	2	3	4	10
			PEREMPUAN	0	0	0	1	0	0	1
			Jumlah	0	0	1	3	3	4	11
	TENGAH HARI	POINT 1	JANTINA	LELAKI	0	0	2	1	0	1
		PEREMPUAN	0	0	1	1	0	0	2	
		Jumlah	0	0	3	2	0	1	6	
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	1	1	0	1	0	0	3
		PEREMPUAN	0	1	1	0	0	0	2	
		Jumlah	1	2	1	1	0	0	5	
	POINT 3	JANTINA	LELAKI	0	1	0	1	1	0	3
		PEREMPUAN	0	1	0	1	0	0	2	
		Jumlah	0	2	0	2	1	0	5	
	Total	JANTINA	LELAKI	1	2	2	3	1	1	10
			PEREMPUAN	0	2	2	2	0	0	6
			Jumlah	1	4	4	5	1	1	16
PETANG	POINT 1	JANTINA	LELAKI	0	0	3	1	0	1	5
			PEREMPUAN	0	0	0	2	0	0	2
			Jumlah	0	0	3	3	0	1	7
	POINT 2	JANTINA	LELAKI	0	0	0	2	1	0	3
			PEREMPUAN	0	0	1	1	2	0	4
			Jumlah	0	0	1	3	3	0	7
	POINT 3	JANTINA	LELAKI	1	0	1	2	1	0	5
			PEREMPUAN	2	0	0	0	0	0	2
			Jumlah	3	0	1	2	1	0	7
	Total	JANTINA	LELAKI	1	0	4	5	2	1	13
			PEREMPUAN	2	0	1	3	2	0	8
			Jumlah	3	0	5	8	4	1	21

Peratusan Sensasi Terma Hasil Daripada Soal Selidik



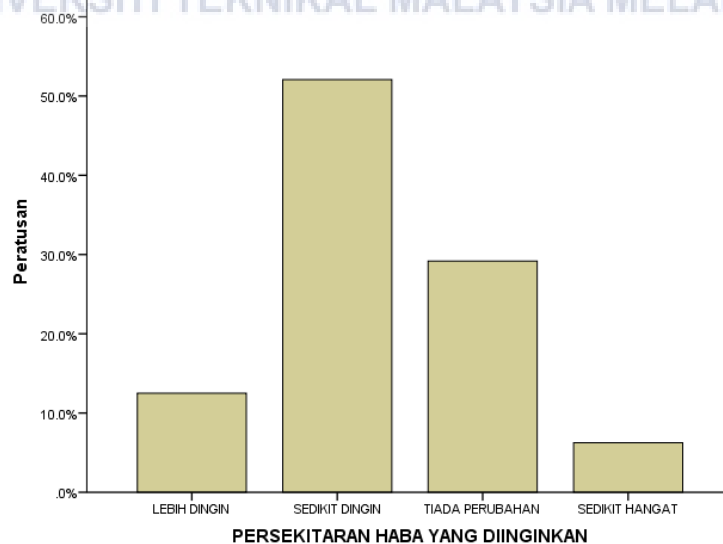
Rajah 4.68: Graf peratusan undian sensasi termal

Pada Jadual 4.13 adalah taburan undian responden yang diperolehi sewaktu kajian dilakukan. Manakala, Rajah 4.69 menunjukkan graf peratusan undian persekitaran haba yang diinginkan hasil daripada data di Jadual 4.13. Berdasarkan data yang diperolehi, dapat dilihat kebanyakan responden memilih untuk “sedikit dingin” adalah melebihi 50%. Menunjukkan ruang kawasan lobi adalah sedikit panas sewaktu soal selidik.

Jadual 4.13: Jadual taburan undian persekitaran haba yang diinginkan oleh responden

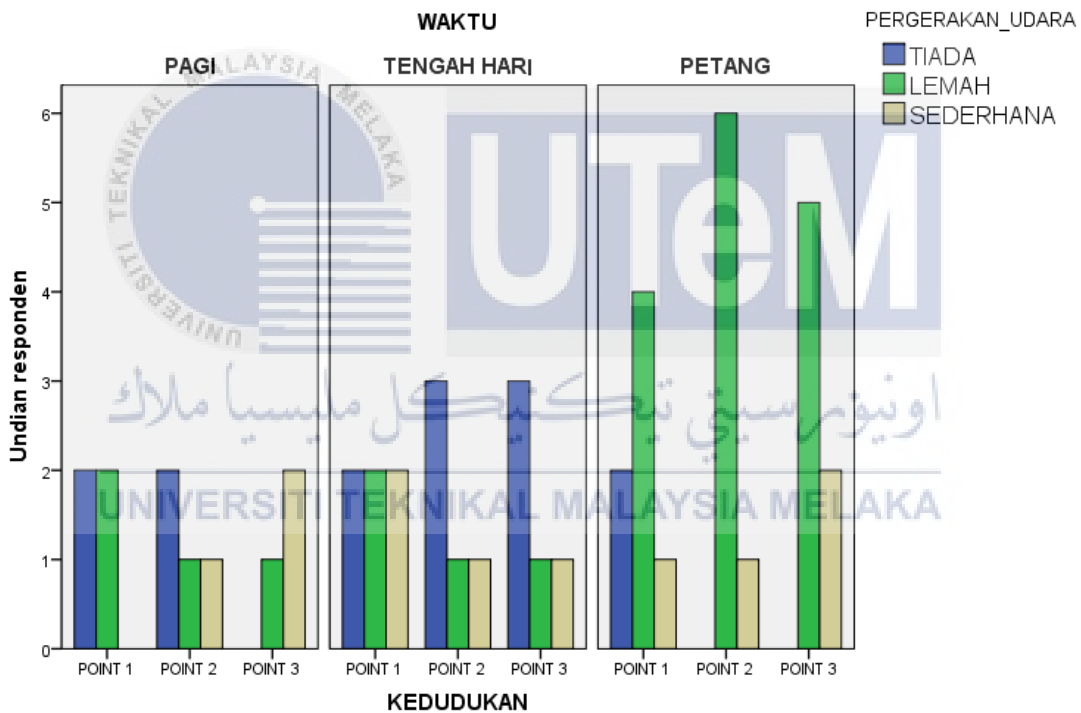
Persekitaran Haba Yang Diinginkan Oleh Respondens							
Count		PERSEKITARAN HABA YANG DIINGINKAN					
			LEBIH DINGIN	SEDIKIT DINGIN	TIADA PERUBAHAN	SEDIKIT HANGAT	Total
WAKTU							
PAGI	KEDUDUKAN	POINT 1	0	3	1	0	4
		POINT 2	1	3	0	0	4
		POINT 3	0	3	0	0	3
TENGAH HARI	KEDUDUKAN	POINT 1	2	3	1	0	6
		POINT 2	0	2	3	0	5
		POINT 3	0	4	1	0	5
PETANG	KEDUDUKAN	POINT 1	1	2	2	2	7
		POINT 2	2	2	2	1	7
		POINT 3	0	3	4	0	7
Jumlah responden berdasarkan kedudukan	KEDUDUKAN	POINT 1	3	8	4	2	17
		POINT 2	3	7	5	1	16
		POINT 3	0	10	5	0	15
Jumlah			6	25	14	3	48

اونيورسيتي تیکنیکل ملیسيا ملاک
Peratusan Undian Persekitaran Haba yang Diinginkan Hasil Daripada Soal Selidik
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA



Rajah 4.69: Graf peratusan undian persekitaran haba yang diinginkan

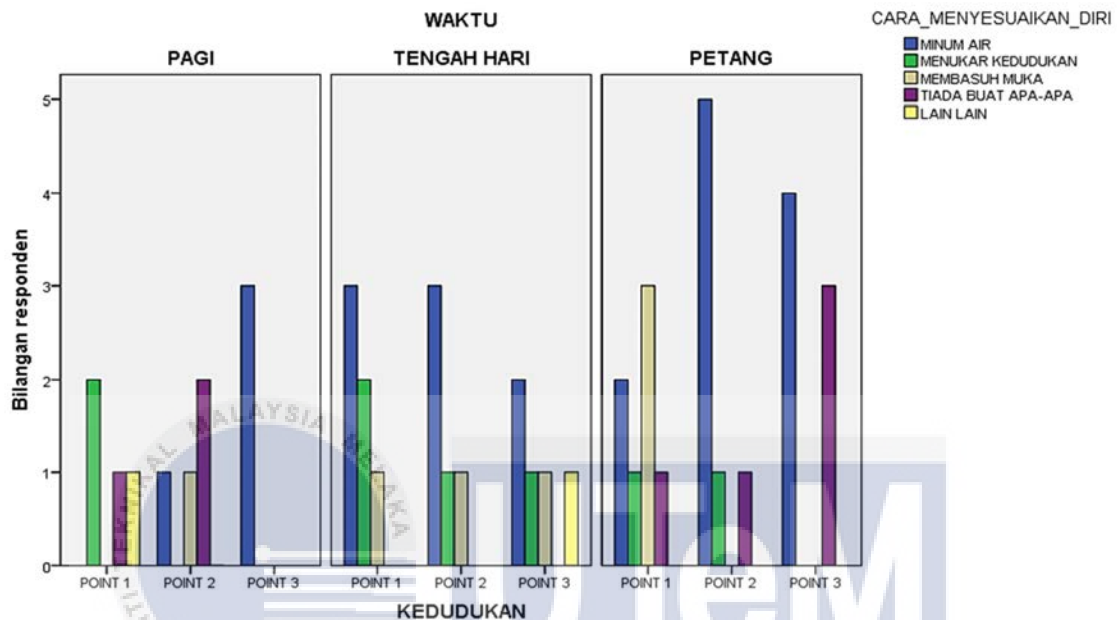
Bagi undian pergerakan udara yang dirasakan oleh pengguna bangunan telah diterjemahkan kepada Rajah 4.70. Untuk pergerakan udara pada waktu pagi, dapat diperhatikan, kebanyakan responden memilih ketiga-tiga pergerakan udara iaitu “tiada”, “lemah”, dan “sederhana”. Pada waktu tengah hari, undian yang tertinggi dapat diambil untuk pergerakan udara yang dirasakan oleh pengguna bangunan adalah tiada dan disertai dengan undian yang lain. Akhir, soal selidik pada waktu petang pula menunjukkan majoriti responden memilih “lemah”. Berdasarkan undian yang telah diambil, dapat dilihat bahawa pergerakan udara di kawasan lobi FKM ini adalah tidak seragam.



Rajah 4.70: Graf undian pergerakan udara dil lobi FKM

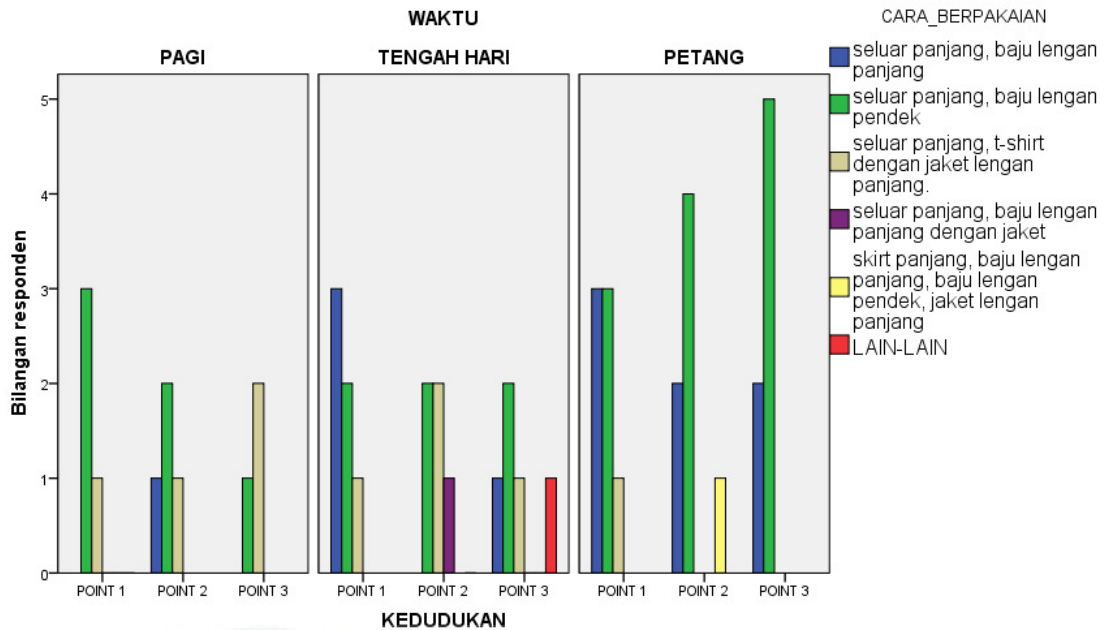
Rajah 4.71 adalah cara pengguna bangunan menyesuaikan diri. Berdasarkan keseluruhan waktu dan kedudukan, majoriti pengguna bangunan menyesuaikan diri mereka dengan meminum air. Bagi tindakan penyesuaian yang kurang diambil oleh pengguna bangunan adalah “tidak berbuat apa-apa” dan “menukar pakaian”. Kesemua tindakan

penyesuaian ini adalah berbeza untuk setiap individu. Ini kerana dalam kajian yang dilakukan oleh (Damiati et al. 2016) menunjukkan setiap pengguna bangunan melakukan perkara yang berbeza untuk menyesuaikan diri.



Rajah 4.71: Cara pengguna bangunan menyesuaikan diri

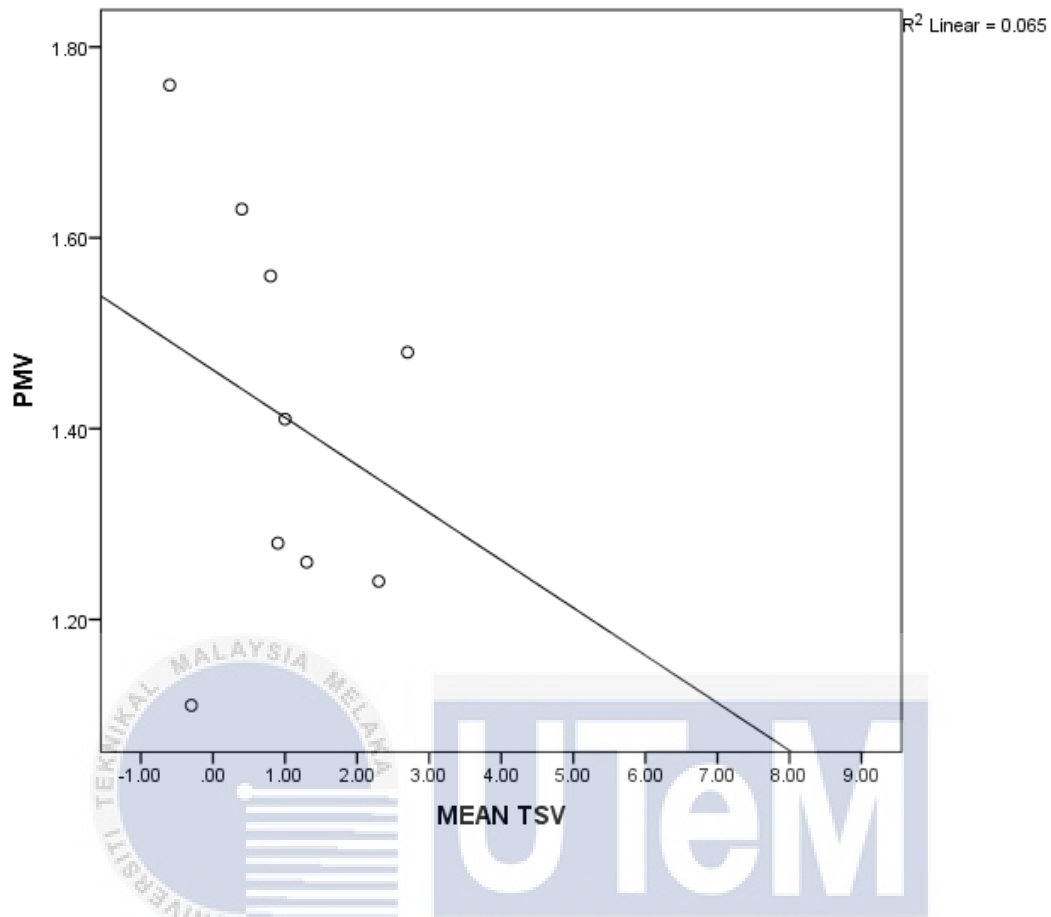
Bagi cara berpakaian oleh responden sewaktu kajian di Rajah 4.72, kebanyakan responden mengenakan pakaian seluar panjang baju lengan pendek. Ini kerana kebanyakan responden yang terlibat adalah terdiri daripada lelaki. Jika dilihat pada cara berpakaian pada waktu pagi, majoriti responden memilih pakaian “seluar panjang, baju lengan pendek”. Pada waktu tengah hari, undian tertinggi untuk cara berpakaian yang dapat direkodkan adalah “seluar panjang, baju lengan panjang”. Akhir sekali untuk waktu petang, undian adalah sama seperti undian pada waktu pagi.



Rajah 4.72: Cara berpakaian oleh pengguna bangunan di lobi FKM

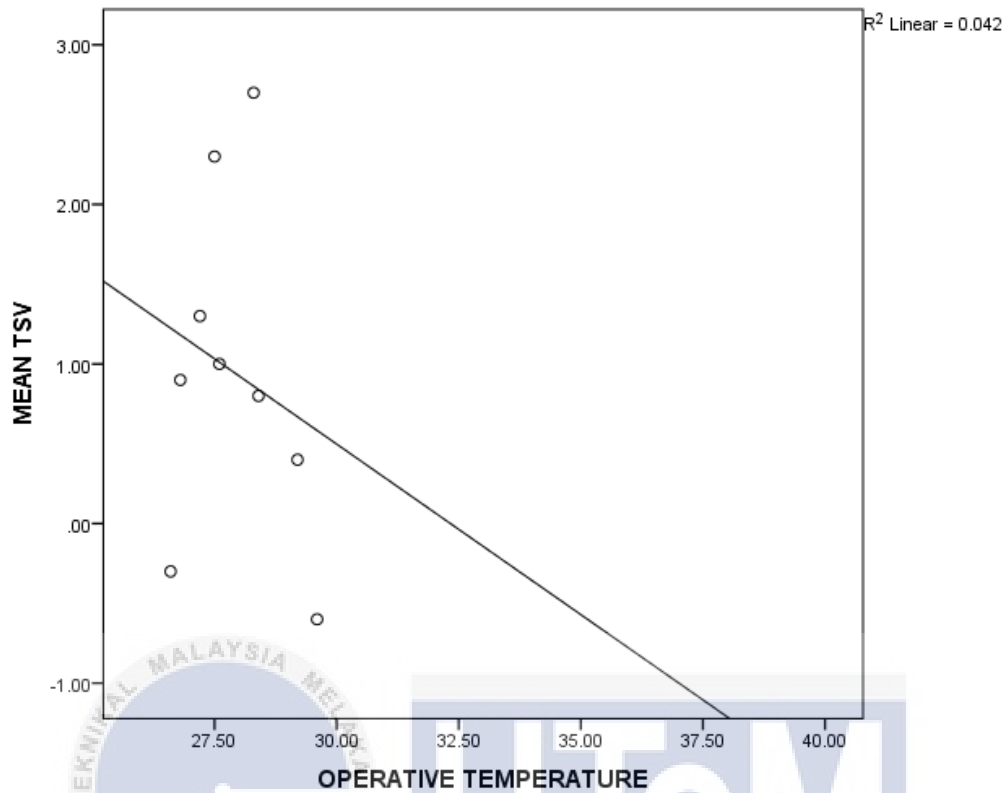
4.3.6 Korelasi (Correlation) Diantara Pengukuran Objektif Dan Pengukuran Subjektif Untuk Lobi FKM

Rajah 4.73 menunjukkan regresi linear telah dijalankan di antara data PMV dan data TSV. Hasil daripada regresi data tersebut dapat diperolehi nilai $R^2 = 0.065$, yang membawa maksud kedua-dua data tersebut mempunyai hubungan yang lemah, iaitu 6.5%. hubungan yang lemah ini juga mungkin disebabkan oleh rangsangan haba yang berbeza dirasai oleh alat pengukuran dan pengguna bangunan (Damiani et al. 2016). Lampiran N adalah regresi linear hasil daripada perkiraan perisian SPSS.



Rajah 4.73: Regresi linear diantara data pengukuran (PMV) dan data subjektif (TSV) di lobi FKM

Pada Rajah 4.74, menunjukkan regresi linear antara data TSV dan data “operative temperature”. Hasil daripada regresi yang telah dilakukan menunjukkan $R^2 = 0.042$, bermaksud kedua-dua data tersebut mempunyai hubungan yang lemah, iaitu 4.2%. Jika dilihat daripada taburan data untuk “operative temperature” kebanyakan suhu berada pada kawasan 27.00°C hingga 30.00°C . Lampiran O menunjukkan hasil data regresi linear daripada perisian SPSS.



Rajah 4.74: Regresi linear diantara data (TSV) dan data T_o , °C di lobi FKM

4.4 Perbandingan projek dengan kajian yang pernah dilakukan

Apabila dibuat perbandingan dengan kajian yang hampir sama dilakukan oleh (Kwong et al. 2009b) di lobi Fakulti Kejuruteraan Universiti Putra Malaysia (UPM) dapat dilihat bahawa, faktor utama yang menyumbang kepada perbezaan pengukuran dengan individu ini adalah anggaran alat pengukuran yang terlalu tinggi dengan indeks PPD yang meramalkan suhu lebih panas daripada sensasi haba sebenar, yang dirasakan oleh pengguna bangunan. Tambahan lagi, beliau juga menjelaskan dalam penyesuaian haba, di mana pengguna bangunan di negara iklim tropika lebih dapat menyesuaikan diri terhadap persekitaran haba didalam bangunan yang mereka tinggal.

Selain itu, data suhu pergerakan udara yang direkodkan dalam kajian beliau(Kwong et al. 2009b) juga adalah tidak seragam. Iaitu di mana terdapat nilai suhu yang berada luar dari julat untuk sesuatu tempoh masa.



BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan

Tujuan kajian ini dilaksanakan adalah untuk menilai tahap keselesaan termal di kawasan lobi FKM dan lobi FTK. Keputusan atau data yang diperolehi daripada kaji ini akan dibuat perbandingan dengan ASHRAE untuk PMV dan PPD manakala, perbandingan dengan Piawaian Malaysia untuk parameter persekitaran iaitu suhu, kelajuan udara, dan kelembapan. Hasil daripada kajian ini juga mendapati keadaan persekitaran di lobi FKM dan lobi FTK kebanyakannya berada luar daripada julat nilai yang di syorkan oleh piawaian.

Bagi data suhu udara yang diperolehi daripada kedua-dua lobi, dapat dilihat bahawa data suhu udara di lobi FTK lebih menepati piawaian berbanding data suhu udara di lobi FKM. Untuk nilai TSV pula mendapati, pengguna bangunan yang berada di lobi FKM berasa sedikit hangat dan di lobi FTK pula, majoriti responden berasa normal dengan keadaan persekitaran mereka. Untuk hubungan regresi kedua-dua lobi adalah lemah dan tidak kuat, kerana disebabkan beberapa batasan kajian yang berlaku seperti keluar masuk pengguna bangunan dan juga keadaan pergerakan di lobi yang tidak terkawal.

5.2 Cadangan

5.2.1 Cadangan Untuk Penambahbaikan Keadaan Bangunan

Bagi langkah penambahbaikan pada lobi, antara perkara yang boleh diambil tindakan. Pertama, adalah menetapkan semula suhu di ruang kawasan lobi mengikut kepadatan pengguna bangunan. Kedua, penyelenggaraan pada pintu masuk lobi. Ini kerana pintu masuk lobi sering kali dibuka dengan luas oleh pengguna bangunan sehingga pintu lobi tidak dapat tutup secara automatik, menyebabkan berlakunya pergerakan keluar masuk udara dari dalam dan luar lobi. Akhir sekali, menggunakan tirai udara atau “air curtain” pada pintu masuk menggunakan “sensor” yang selalu digunakan pada kawasan yang terbuka kepada persekitaran luar. Prinsip yang digunakan dalam tirai udara ini adalah sama seperti pintu biasa tetapi menggunakan angin yang kuat untuk memisah udara dalam bangunan dan udara luar bangunan.

5.2.2 Cadangan Untuk Kajian Akan Datang

Untuk kajian yang selanjutnya mengenai keselesaan termal, antara perkara yang boleh ditambah adalah menggunakan kaedah simulasi. Dengan menggunakan kaedah simulasi ini, kajian dapat dilakukan dengan lebih jelas kerana dapat melihat dengan lebih jelas pergerakan udara, suhu dan kelembapan yang berlaku di dalam kawasan lobi. Tambahan lagi, menggunakan kaedah simulasi ini juga dapat meramal keselesaan termal dengan lebih baik di dalam persekitaran lobi. Terdapat beberapa-beberapa perisian simulasi yang boleh digunakan iaitu, EnergyPlus dan ANSYS bagi membantu kajian ini.

Rujukan

- Anon, Operative temperature - Designing Buildings Wiki. Available at: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Operative_temperature [Accessed May 16, 2017].
- ASHRAE, American Society of Heating, R. and A.E., 2003. ASHARE Standard 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. , pp.1–52.
- Azizpour, F. et al., 2013. Thermal comfort assessment of large-scale hospitals in tropical climates: A case study of University Kebangsaan Malaysia Medical Centre (UKMMC). *Energy and Buildings*, 64, pp.317–322. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.033>.
- Chun, C., Kwok, A. & Tamura, A., 2004. Thermal comfort in transitional spaces — basic concepts : literature review and trial measurement. , 39, pp.1187–1192.
- Damiati, S.A. et al., 2016. Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, 109, pp.208–223. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.024>.
- de Dear, R.J., Leow, K.G. & Foo, S.C., 1991. Thermal comfort in the humid tropics: Field experiments in air conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore.

International Journal of Biometeorology, 34(4), pp.259–265.

Department of Standards Malaysia, 2007. Malaysian standard: code of practice on energy efficiency and use of renewable energy for non- residential buildings. , 1.

Gagge, Á. & Fanger, Á., 2015. Chapter 2 A Brief History of Thermal Comfort : From Effective Temperature to Adaptive Thermal Comfort. , pp.7–24.

Hwang, R.L., Lin, T.P. & Kuo, N.J., 2006. Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. *Energy and Buildings*, 38(1), pp.53–62.

Jamaludin, N. et al., 2015. Thermal Comfort of Residential Building in Malaysia at Different Micro-climates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, pp.613–623. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815000786>.

Kwong, Q.J., Tang, S.H. & Adam, N.M., 2009a. Thermal comfort evaluation of the enclosed transitional space in tropical buildings: Subjective response and Computational Fluid Dynamics simulation. *Journal of Applied Sciences*, 9(19), pp.3480–3490.

Kwong, Q.J., Tang, S.H. & Adam, N.M., 2009b. Thermal comfort evaluation of the enclosed transitional space in tropical buildings: Subjective response and Computational Fluid Dynamics simulation. *Journal of Applied Sciences*, 9(19), pp.3480–3490.

Malaysia & Standard, 2012. Malaysian Standard. *Chrysanthemum Standard*.

Mcdonald, L., Metabolic rate. Available at: http://www.engineeringtoolbox.com/met-metabolic-rate-d_733.html.

microclimate, 2009. THERMAL MICROCLIMATE HD32.1. , pp.2–11. Available at: www.deltaohm.com.

Mustapa, M.S. et al., 2016. Thermal comfort and occupant adaptive behaviour in Japanese

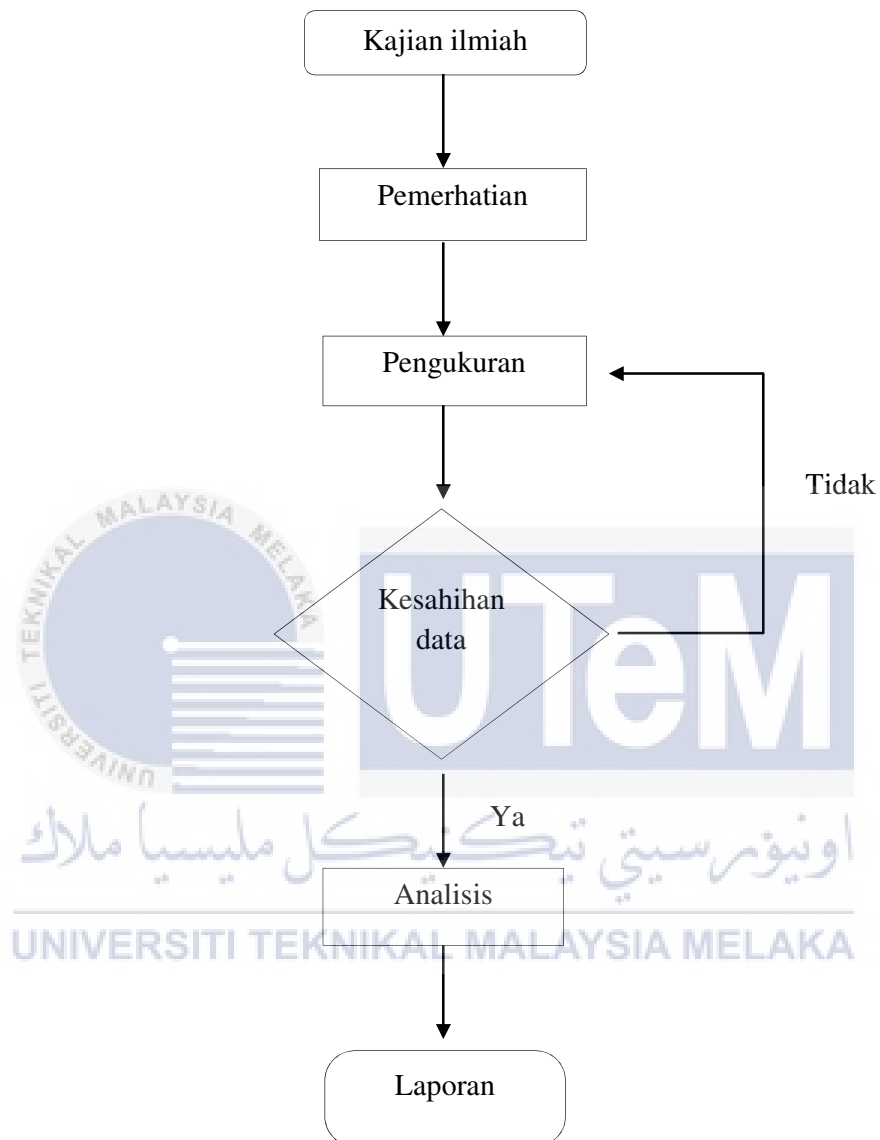
university buildings with free running and cooling mode offices during summer. *Building and Environment*, 105, pp.332–342. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.06.014>.

Wu, Y.C. & Mahdavi, A., 2014. Assessment of thermal comfort under transitional conditions. *Building and Environment*, 76, pp.30–36. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.001>.



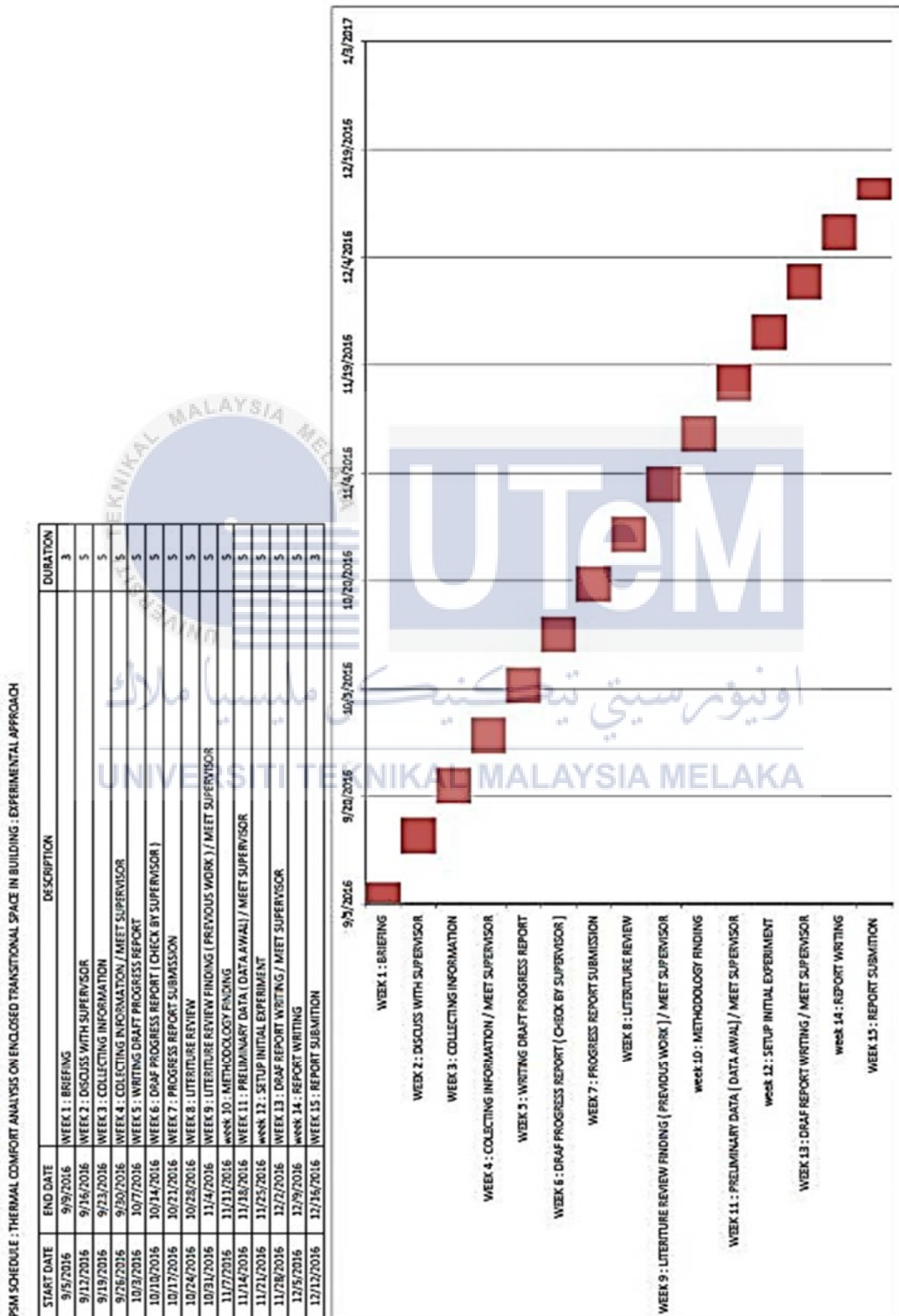
Lampiran A

Carta aliran pelaksanaan projek sarjana muda

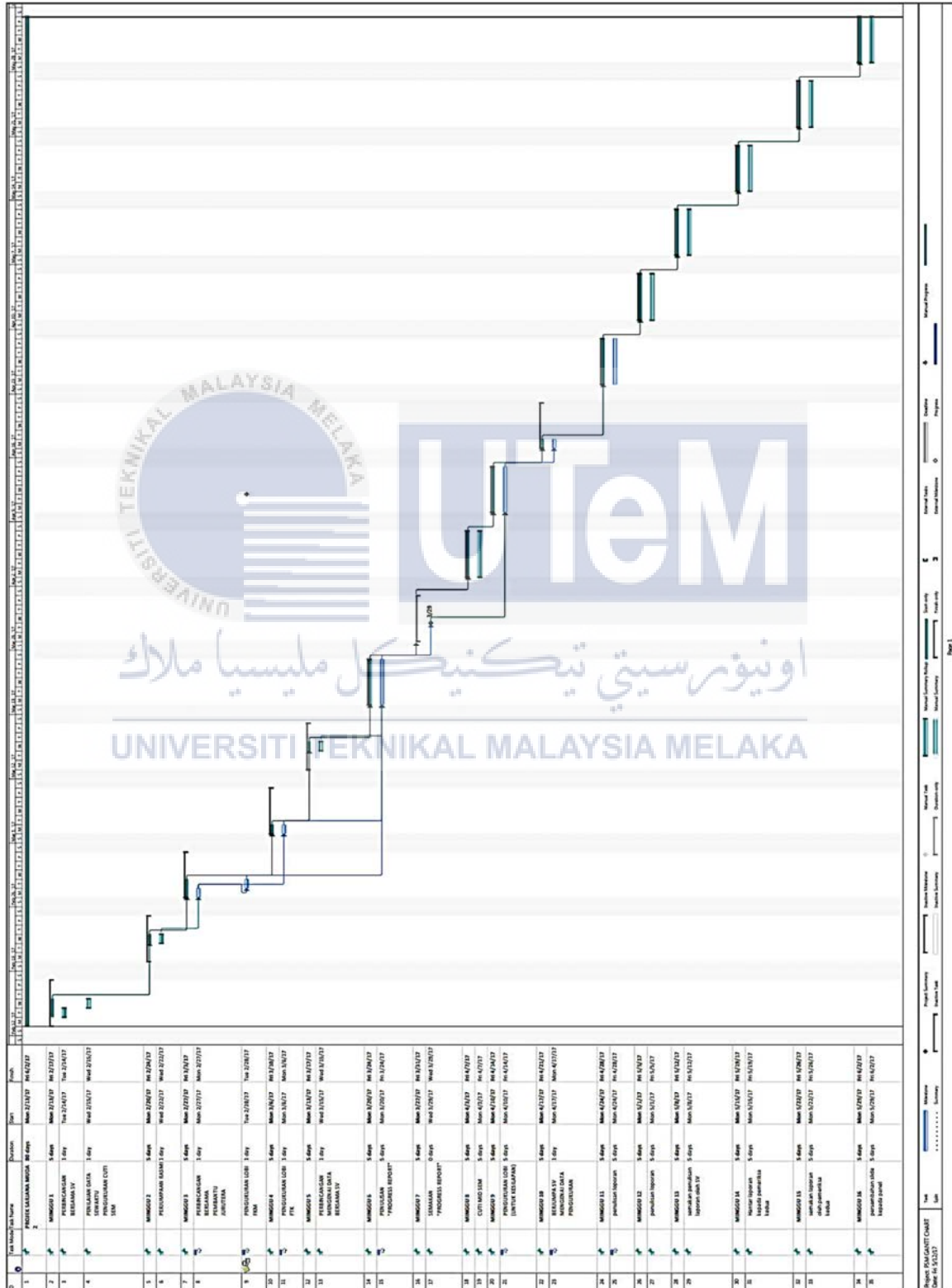


Lampiran B

“Gantt Chart” untuk projek sarjana muda 1 (PSM 1)



“Gantt Chart” untuk projek sarjana muda 2 (PSM 2)



Lampiran D

Contoh borang soal selidik lobi FKM

SOAL SELIDIK KESELESAAN TERMA

JAWAB KEDUA-DUA BELAH
HELAIAN SOALAN

TANDAKAN  PADA AYAT (CONTOH )

1. Maklumat Demographic

Jantina : 1. Lelaki 2. perempuan

Umur : _____ tahun

Berat : _____ Kg (anggaran)

Tinggi : _____ cm (anggaran)

Kaum : 1. Melayu 2. Cina 3. India 4. lain:(nyatakan)

2. SENSASI TERMA, PENERIMAAN TERMA, KEUTAMAAN TERMA, DAN KESELESAAN TERMA

Bagaimana anda rasa mengenai keadaan haba di tempat anda sekarang

3 panas

2 hangat

1 sedikit hangat

0 normal

-1 sedikit sejuk

-2 nyaman

-3 sejuk

Jenis persekitaran haba yang anda inginkan sekarang

2 lebih hangat

1 sedikit hangat

0 tiada perubahan

-1 sedikit dingin

-2 lebih dingin

Bagaimana anda rasa mengenai keadaan kelembapan di tempat anda sekarang

3 kelembapan tinggi

2 lembap

1 kurang kelembapan

0 tiada perubahan

-1 sedikit kering

-2 kering

-3 sangat kering

Jenis persekitaran kelembapan yang anda inginkan sekarang
(jika tidak pasti sila sentuh kulit anda, jika ada garisan kurang kelembapan)

- 2 kelembapan tinggi
- 1 sedikit kelembapan
- 0 tiada kelembapan
- 1 sedikit kering
- 2 lebih kering

Bagaimana anda rasa pergerakan udara di tempat anda sekarang,

- 1 tiada
- 2 lemah
- 3 sederhana

3. TINDAKAN PENYESUAIAN

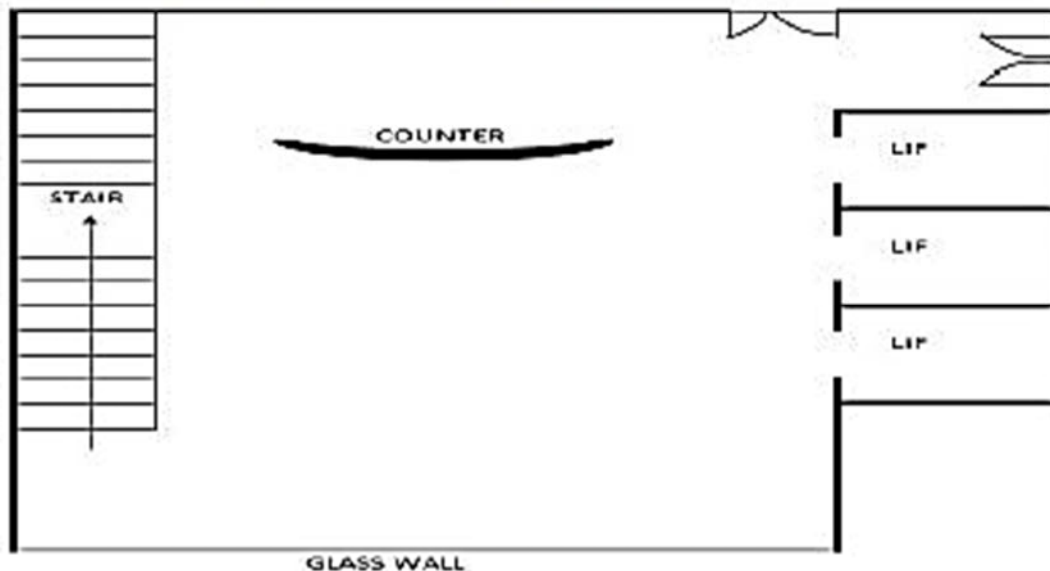
Cara anda menyesuaikan diri apabila ada dikawasan ini.

- 1. menukar pakaian
- 2. minum air
- 3. menukar kedudukan / bergerak tempat lain
- 4. membasuh muka / tangan
- 5. tidak membuat apa-apa
- 6. lain: (nyatakan)

Pilih cara berpakaian anda pada hari ini, ANGGAHAN.

- 1. seluar panjang, baju lengan panjang
- 2. seluar panjang, baju lengan pendek
- 3. seluar panjang, t-shirt dengan jaket lengan panjang.
- 4. seluar panjang, baju lengan panjang dengan jaket lengan panjang
- 5. skirt panjang, baju lengan panjang
- 6. skirt panjang, baju lengan panjang, baju lengan pendek, jaket lengan panjang
- 7. lain-lain:

Tandakan kedudukan anda menjawab soalan (lakaran lobi FKM)



Lampiran E

Contoh borang soal selidik lobi FTK

SOAL SELIDIK KESELESAAN TERMA

JAWAB KEDUA-DUA BELAH
HELAIAN SOALAN

TANDAKAN  PADA AYAT (CONTOH )

1. Maklumat Demographic

Jantina : 1. Lelaki 2. perempuan

Umur : _____ tahun

Berat : _____ Kg (anggaran)

Tinggi : _____ cm (anggaran)

Kaum : 1. Melayu 2. Cina 3. India 4. lain:(nyatakan)

2. SENSASI TERMA, PENERIMAAN TERMA, KEUTAMAAN TERMA, DAN KESELESAAN TERMA

Bagaimana anda rasa mengenai keadaan haba di tempat anda sekarang

3 panas

2 hangat

1 sedikit hangat

0 normal

-1 sedikit sejuk

-2 nyaman

-3 sejuk

Jenis persekitaran haba yang anda inginkan sekarang

2 lebih hangat

1 sedikit hangat

0 tiada perubahan

-1 sedikit dingin

-2 lebih dingin

Bagaimana anda rasa mengenai keadaan kelembapan di tempat anda sekarang

3 kelembapan tinggi

2 lembap

1 kurang kelembapan

0 tiada perubahan

-1 sedikit kering

-2 kering

-3 sangat kering

Jenis persekitaran kelembapan yang anda inginkan sekarang
(jika tidak pasti sila sentuh kulit anda, jika ada garisan kurang kelembapan)

- 2 kelembapan tinggi
- 1 sedikit kelembapan
- 0 tiada kelembapan
- 1 sedikit kering
- 2 lebih kering

Bagaimana anda rasa pergerakan udara di tempat anda sekarang.

- 1 tiada
- 2 kemah
- 3 sederhana

3. TINDAKAN PENYESUAIAN

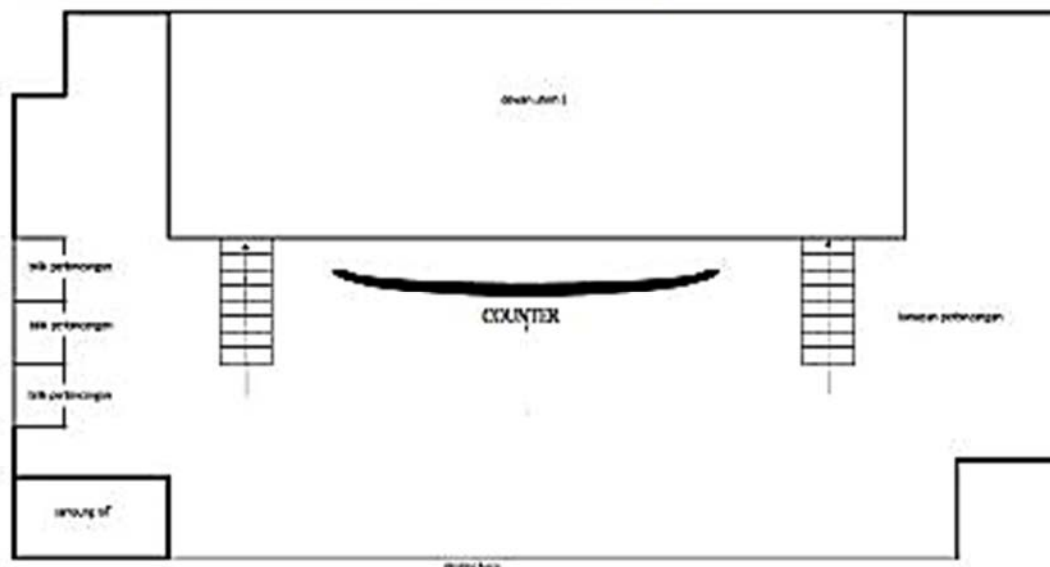
Cara anda menyesuaikan diri apabila ada dikawasan ini.

- 1. menukar pakaian
- 2. minum air
- 3. menukar kedudukan / bergerak tempat lain
- 4. membasuh muka / tangan
- 5. tidak membuat apa-apa
- 6. lain:(nyatakan)

Pilih cara berpakaian anda pada hari ini, ANGGAHAN.

- 1. setuar panjang, baju lengan panjang
- 2. setuar panjang, baju lengan pendek
- 3. setuar panjang, t-shirt dengan jaket lengan panjang.
- 4. setuar panjang, baju lengan panjang dengan jaket lengan panjang
- 5. skirt panjang, baju lengan panjang
- 6. skirt panjang, baju lengan panjang, baju lengan pendek, jaket lengan panjang
- 7. lain-lain:

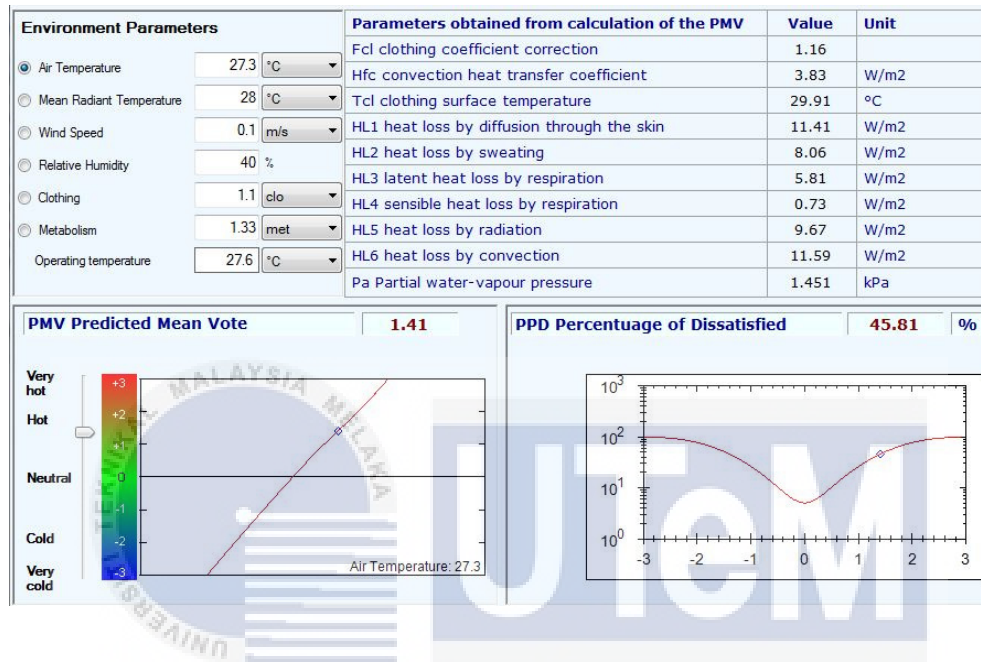
Tandakan kedudukan anda menjawab soalan (lakaran lobi FTK)



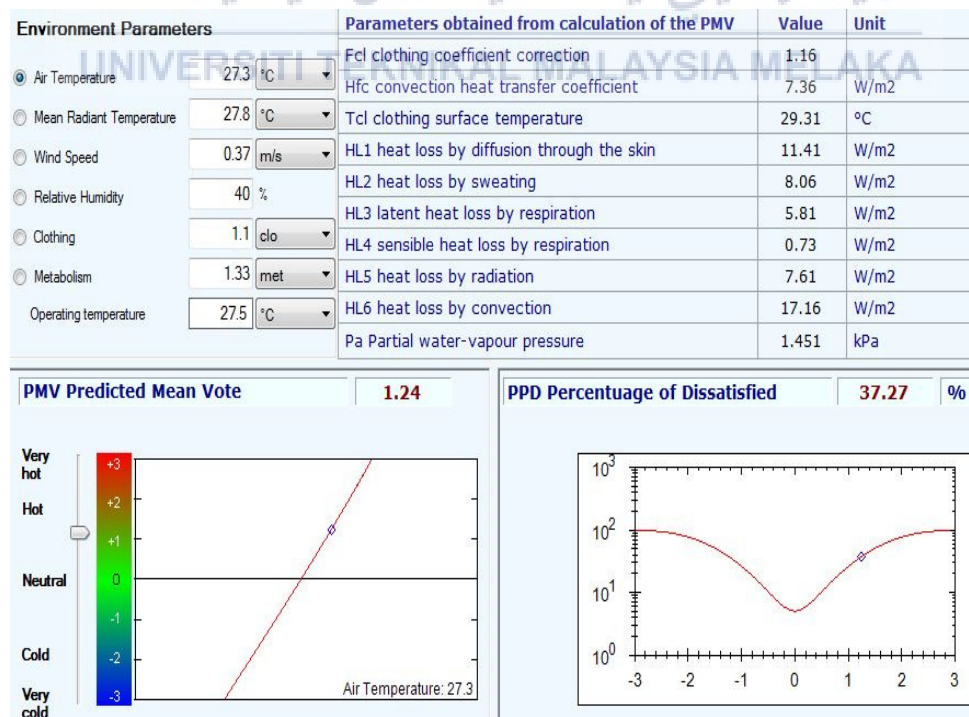
Lampiran F

Keputusan pengukuran di lobi FKM pada waktu pagi dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1

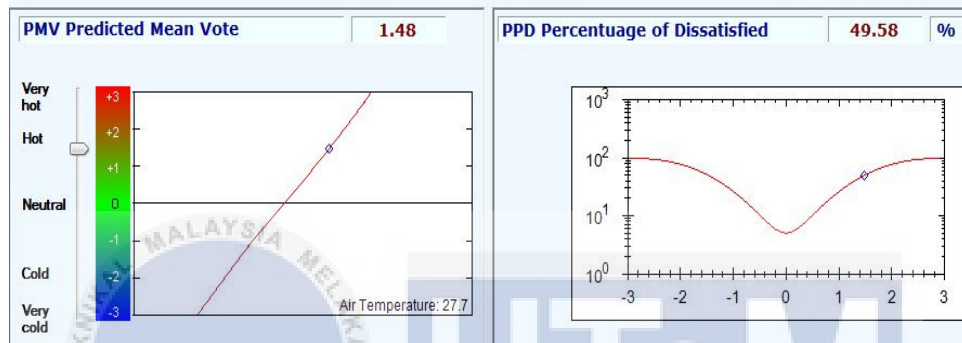


Point 2



Point 3

Environment Parameters			Parameters obtained from calculation of the PMV		Value	Unit
☒ Air Temperature	27.7	°C	Fcl clothing coefficient correction		1.16	
☐ Mean Radiant Temperature	28.9	°C	Hfc convection heat transfer coefficient		4.84	W/m ²
☐ Wind Speed	0.16	m/s	Tcl clothing surface temperature		30.13	°C
☐ Relative Humidity	40	%	HL1 heat loss by diffusion through the skin		11.31	W/m ²
☐ Clothing	1.1	clo	HL2 heat loss by sweating		8.06	W/m ²
☐ Metabolism	1.33	met	HL3 latent heat loss by respiration		5.76	W/m ²
Operating temperature	28.3	°C	HL4 sensible heat loss by respiration		0.68	W/m ²
			HL5 heat loss by radiation		6.28	W/m ²
			HL6 heat loss by convection		13.67	W/m ²
			Pa Partial water-vapour pressure		1.486	kPa

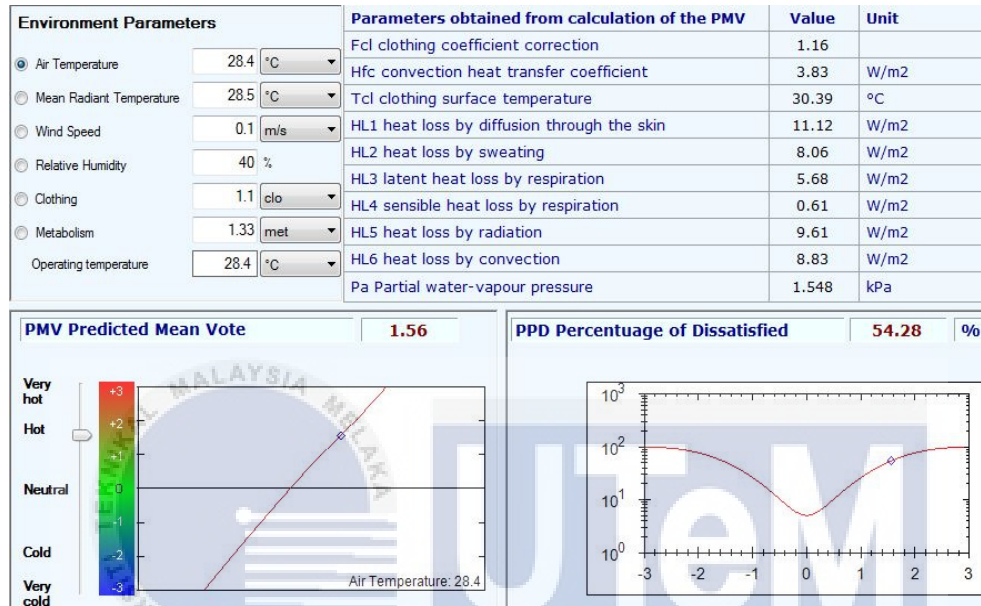


اونيورسيتي تېكنيكل مليسيا ملاك
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

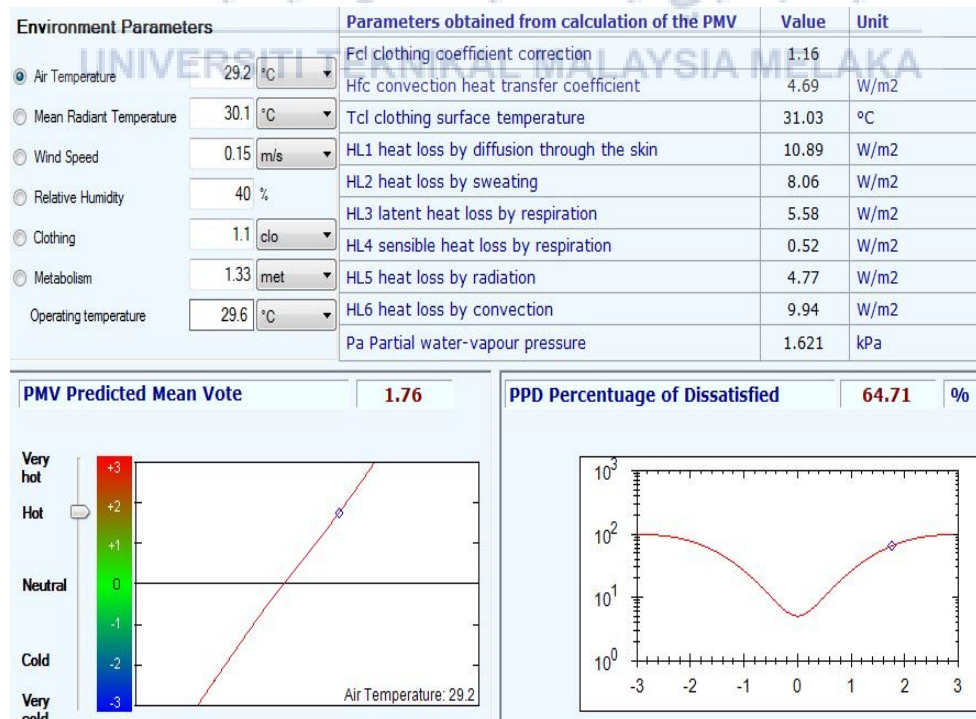
Lampiran G

Keputusan pengukuran di lobi FKM pada waktu tengah hari dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1

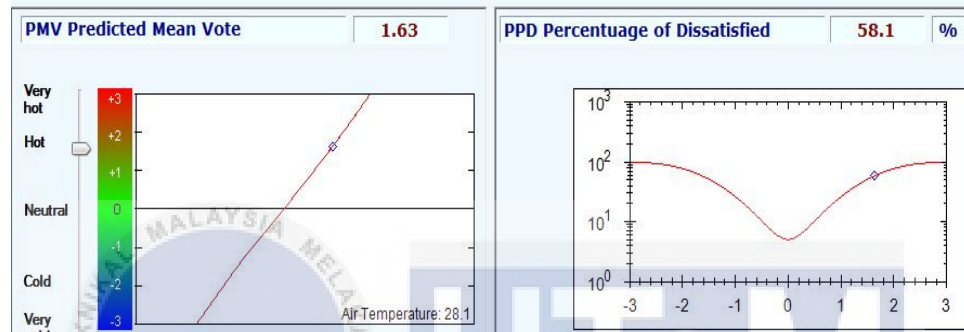


Point 2



Point 3

Environment Parameters		Parameters obtained from calculation of the PMV		Value	Unit
☒ Air Temperature	28.1 °C	Fcl clothing coefficient correction		1.16	
☐ Mean Radiant Temperature	30.3 °C	Hfc convection heat transfer coefficient		4.99	W/m2
☐ Wind Speed	0.17 m/s	Tcl clothing surface temperature		30.67	°C
☐ Relative Humidity	40 %	HL1 heat loss by diffusion through the skin		11.2	W/m2
☐ Clothing	1.1 clo	HL2 heat loss by sweating		8.06	W/m2
☐ Metabolism	1.33 met	HL3 latent heat loss by respiration		5.71	W/m2
Operating temperature	29.2 °C	HL4 sensible heat loss by respiration		0.64	W/m2
		HL5 heat loss by radiation		1.91	W/m2
		HL6 heat loss by convection		14.88	W/m2
		Pa Partial water-vapour pressure		1.521	kPa



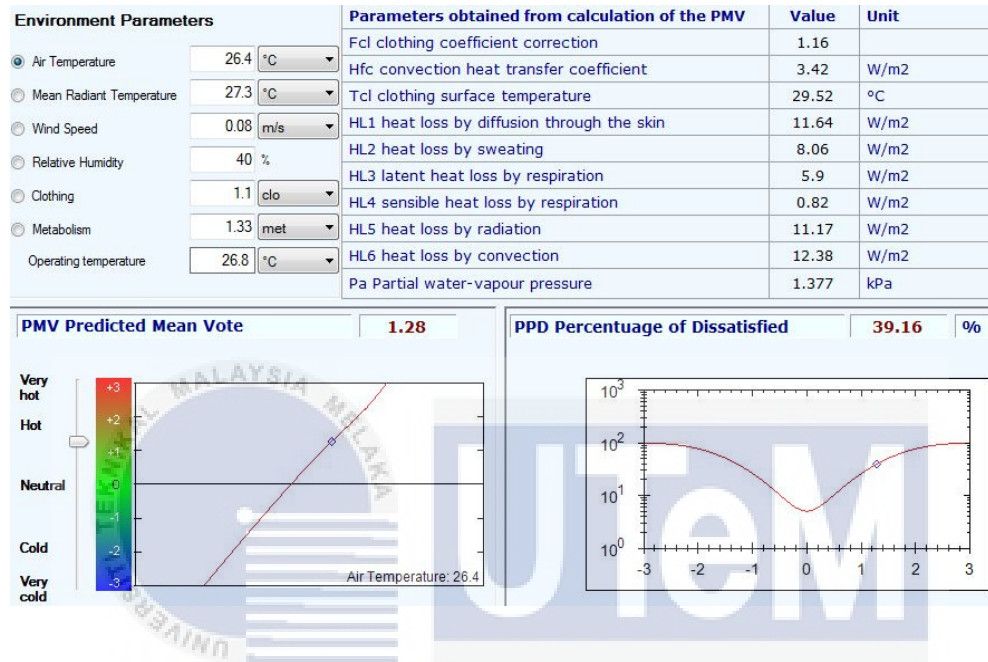
اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

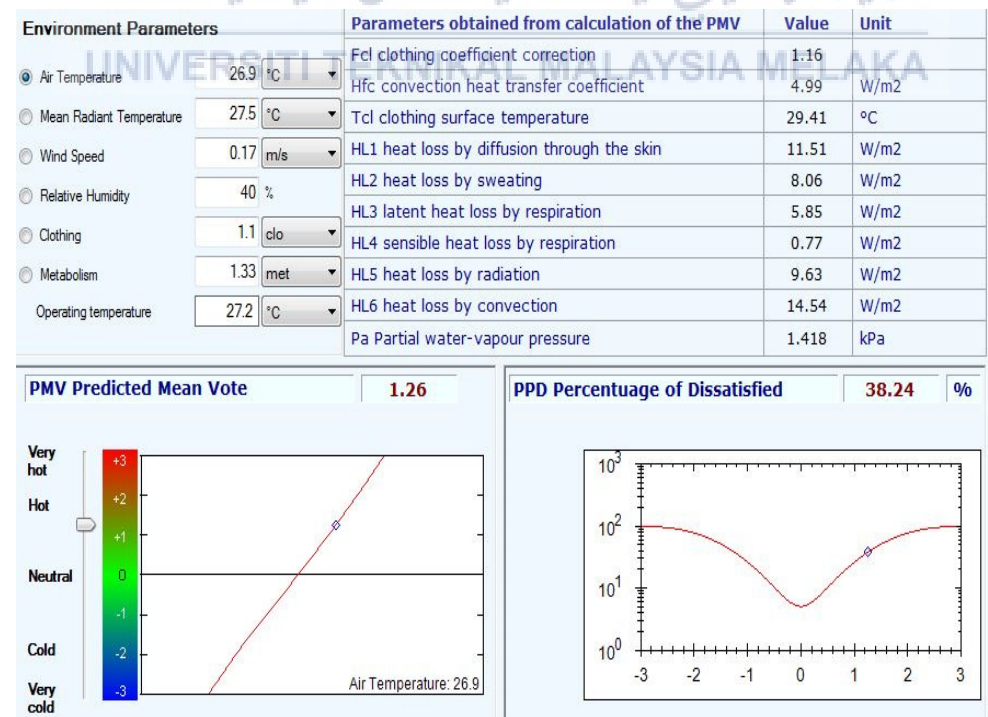
Lampiran H

Keputusan pengukuran di lobi FKM pada waktu petang dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1

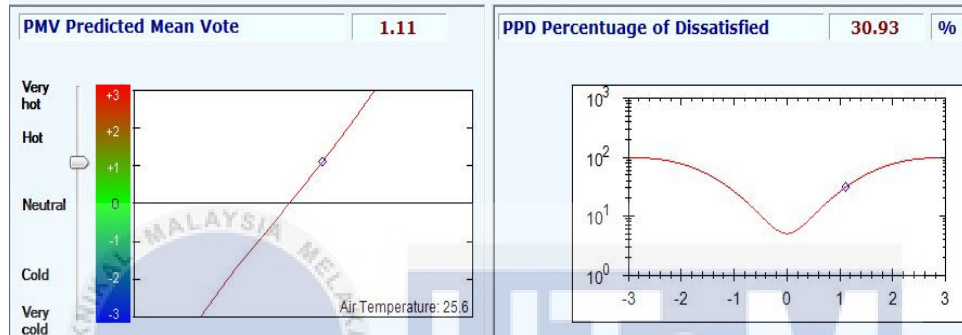


Point 2



Point 3

Environment Parameters			Parameters obtained from calculation of the PMV		Value	Unit
☒ Air Temperature	25.6	°C	Fcl clothing coefficient correction		1.16	
☐ Mean Radiant Temperature	27.5	°C	Hfc convection heat transfer coefficient		4.99	W/m2
☐ Wind Speed	0.17	m/s	Tcl clothing surface temperature		28.96	°C
☐ Relative Humidity	40	%	HL1 heat loss by diffusion through the skin		11.83	W/m2
☐ Clothing	1.1	clo	HL2 heat loss by sweating		8.06	W/m2
☐ Metabolism	1.33	met	HL3 latent heat loss by respiration		5.99	W/m2
Operating temperature	26.6	°C	HL4 sensible heat loss by respiration		0.91	W/m2
			HL5 heat loss by radiation		7.35	W/m2
			HL6 heat loss by convection		19.46	W/m2
			Pa Partial water-vapour pressure		1.313	kPa

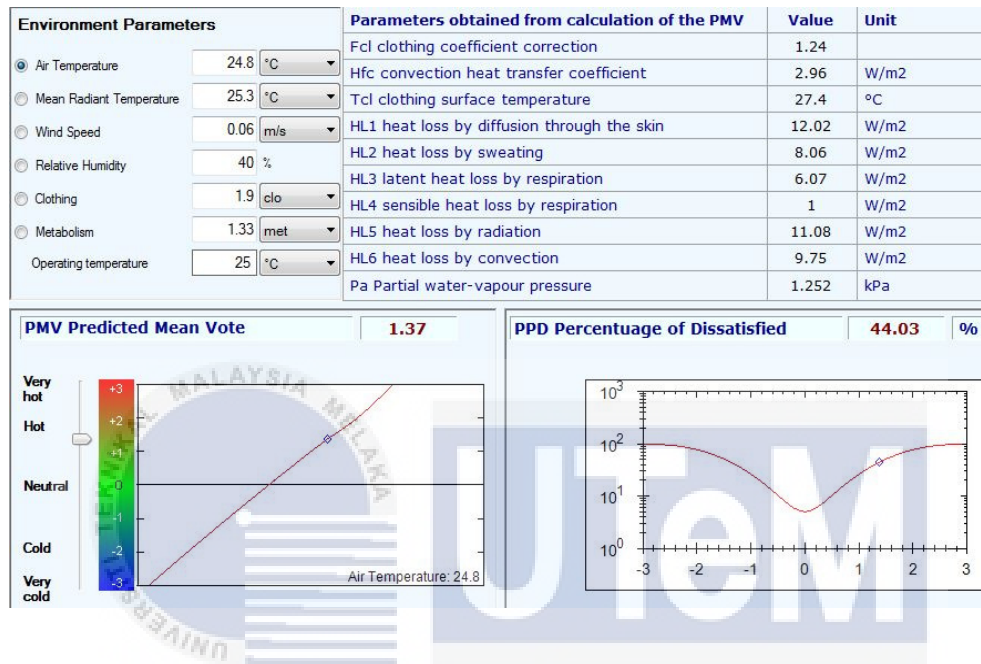


اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

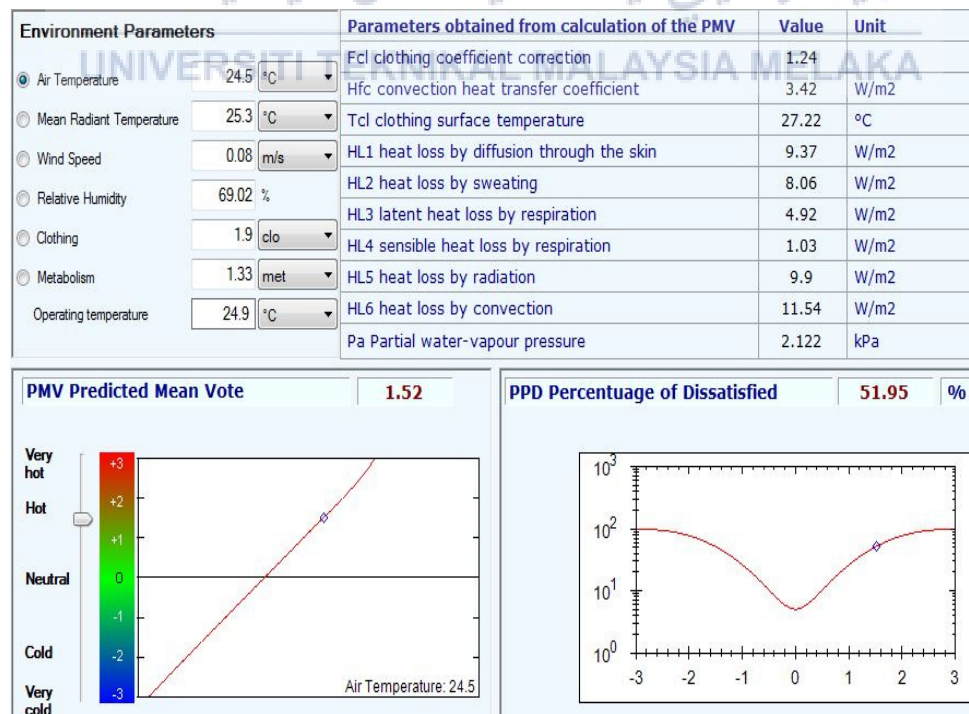
Lampiran I

Keputusan pengukuran di lobi FTK pada waktu pagi dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1



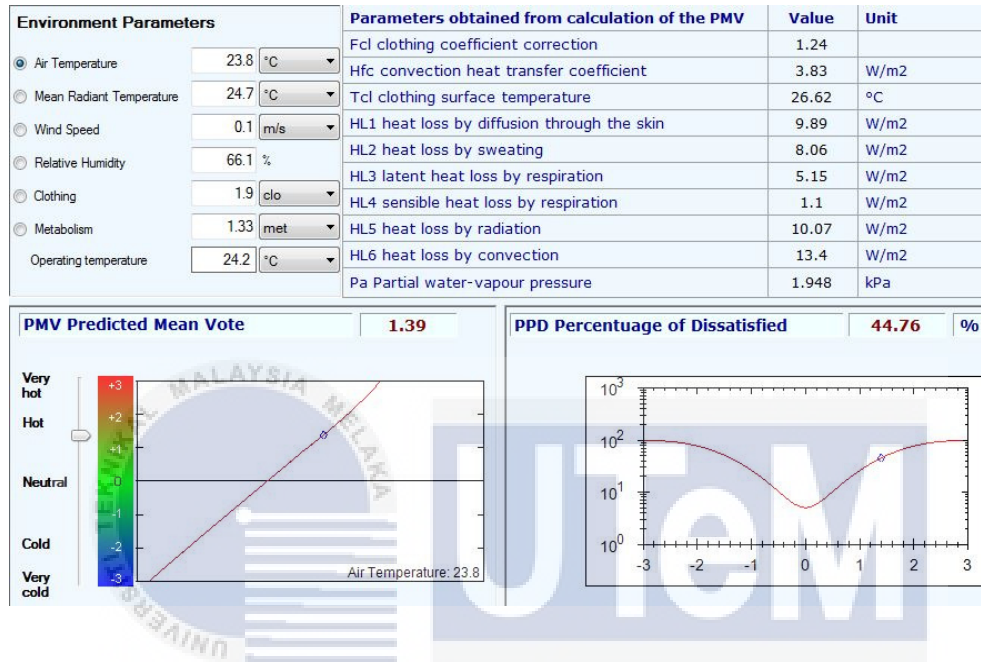
Point 2



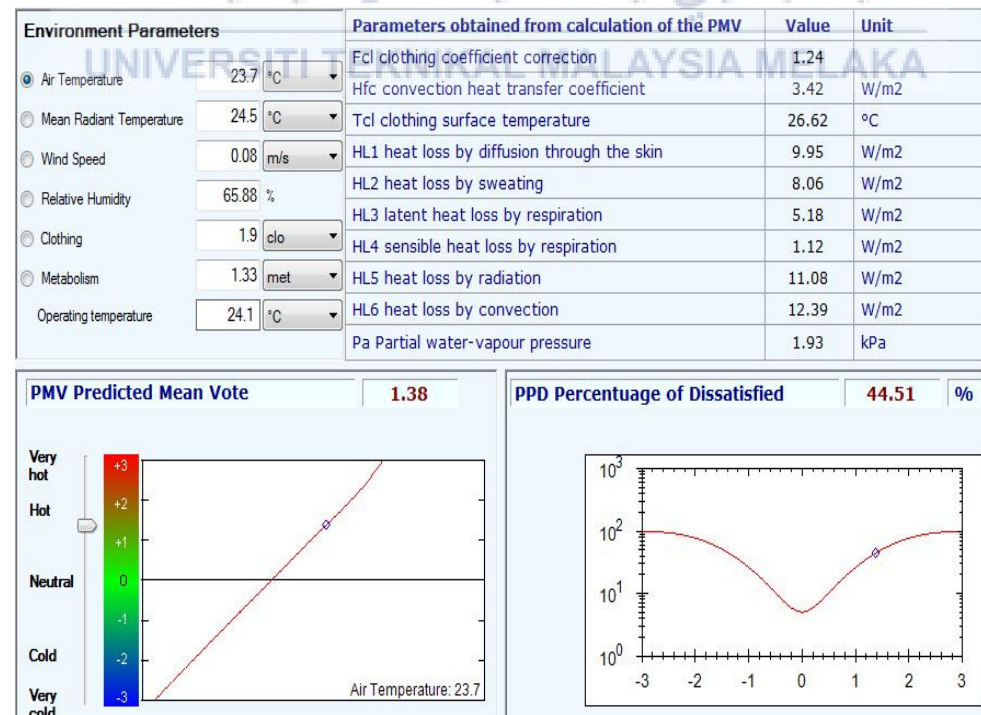
Lampiran J

Keputusan pengukuran di lobi FTK pada waktu tengah hari dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1



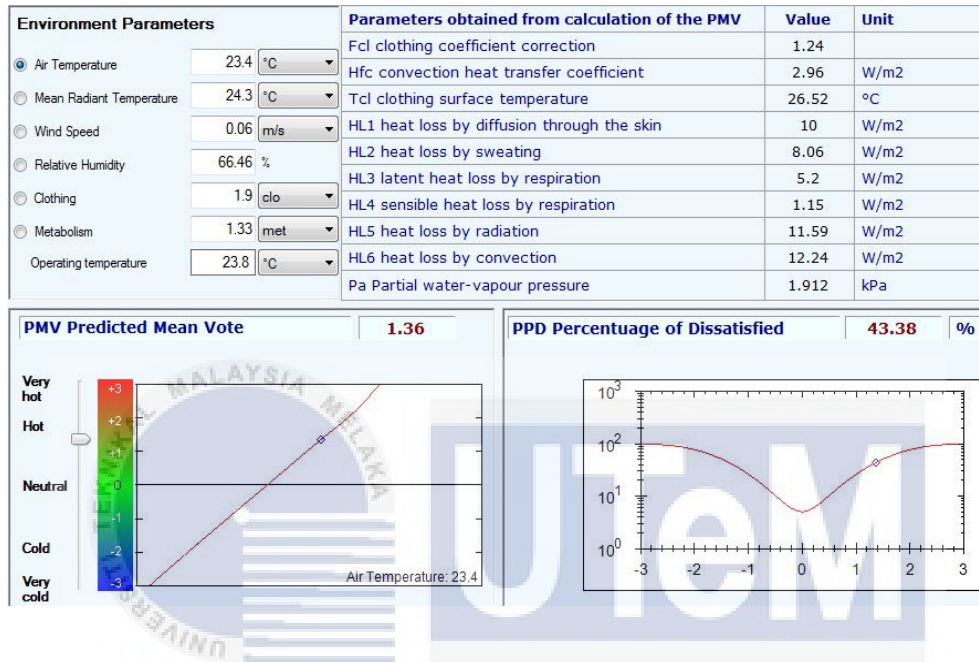
Point 2



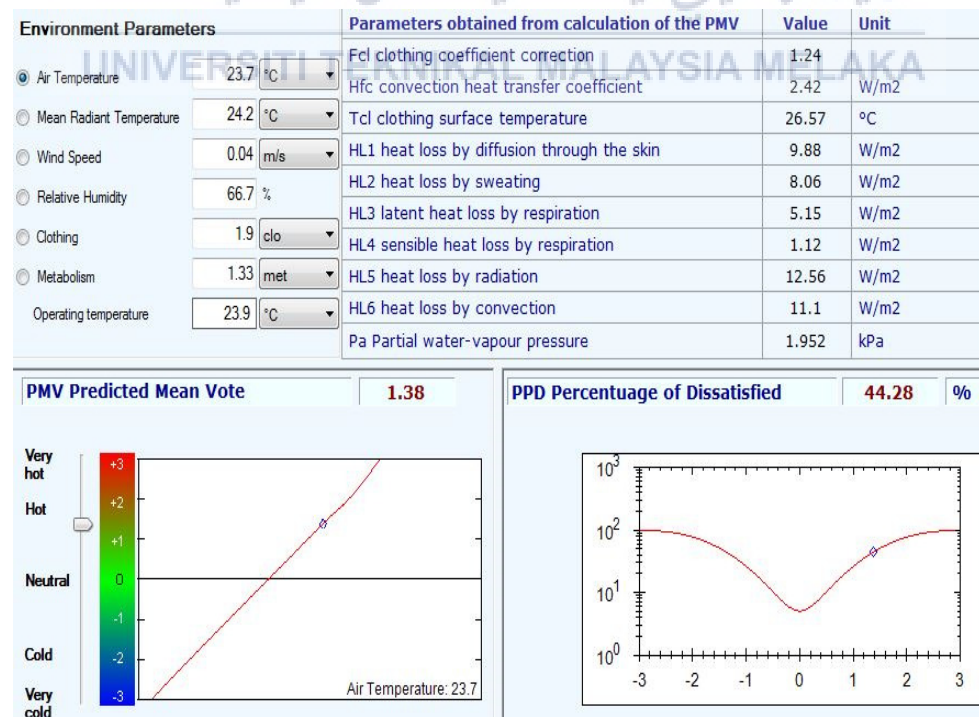
Lampiran K

Keputusan pengukuran di lobi FTK pada waktu petang dengan kehadiran pengguna bangunan

Point 1



Point 2



Lampiran L

Laporan data regresi linear untuk lobi FTK bagi nilai PMV dan TSV

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PMV ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.858 ^a	.735	.669	.31029

a. Predictors: (Constant), PMV

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.070	1	1.070	11.112	.029 ^b
	Residual	.385	4	.096		
	Total	1.455	5			

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. Predictors: (Constant), PMV

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	11.204	3.258		3.438	.026
	PMV	-7.753	2.326	-.858	-3.334	.029

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

Lampiran M

Laporan data regresi linear untuk lobi FTK bagi nilai “operative temperature” dan TSV

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	OPERATIVE_TEMPERATURE ^b		Enter

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.306 ^a	.094	-.133	.57417

a. Predictors: (Constant), OPERATIVE_TEMPERATURE

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.136	1	.136	.413	.555 ^b
	Residual	1.319	4	.330		
	Total	1.455	5			

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. Predictors: (Constant), OPERATIVE_TEMPERATURE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.439	12.583		.671	.539
	OPERATIVE_TEMPERATURE	-.332	.517	-.306	-.643	.555

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

Lampiran N

Laporan data regresi linear untuk lobi FKM bagi nilai PMV dan TSV

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PMV ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.255 ^a	.065	-.069	1.11476

a. Predictors: (Constant), PMV

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.603	1	.603	.486	.508 ^b
	Residual	8.699	7	1.243		
	Total	9.302	8			

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. Predictors: (Constant), PMV

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.785	2.667		1.044	.331
	PMV	-1.301	1.867	-.255	-.697	.508

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

Lampiran O

Laporan data regresi linear untuk lobi FKM bagi nilai “operative temperature” dan TSV

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	OPERATIVE_TEMPERAT URE ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.206 ^a	.042	-.094	1.12808

a. Predictors: (Constant), OPERATIVE_TEMPERATURE

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.394	1	.394	.310	.595 ^b
	Residual	8.908	7	1.273		
	Total	9.302	8			

a. Dependent Variable: MEAN_TSV

b. Predictors: (Constant), OPERATIVE_TEMPERATURE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.911	10.725		.644	.540
	OPERATIVE_TEMPERAT URE	-.214	.384	-.206	-.557	.595

a. Dependent Variable: MEAN_TSV