

**PENAMBAHBAIKAN ATAP SINGGORA DARI ASPEK
BAHAN GUNAAN DAN REKA BENTUK**

SHAMSU MOHAMAD

NOV 2013

**PENAMBAHBAIKAN ATAP SINGGORA DARI ASPEK
BAHAN GUNAAN DAN REKA BENTUK**

oleh

SHAMSU MOHAMAD

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi
Ijazah Doktor Falsafah**

NOV 2013

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Allah s.w.t, dengan izin dan limpah kurnia-Nya, penyelidikan ini dapat disempurnakan dengan sebaiknya. Semoga usaha penyelidikan ini di terima sebagai ibadah yang mampu memperkayakan ilmu dan mendapat keredhaan-Nya

Terlebih dahulu, saya ingin merakamkan jutaan rasa terima kasih kepada pelbagai pihak yang telah sudi berkongsi dan memberi pelbagai informasi berkaitan korpus kajian iaitu atap singgora. Helaian kertas yang terhad ini tidak memadai untuk menurunkan setiap satu nama individu yang telah membantu dalam penyempurnaan penyelidikan ini. Sekalung penghargaan buat penyelia saya iaitu Prof. Zulkifli Hanafi, yang sentiasa mengambil berat terhadap perkembangan penyelidikan ini. Sokongan dan pandangan konstruktif yang dihulurkan di sepanjang pengajian ini amat saya hargai.

Rakaman terima kasih kepada pengusaha atap singgora iaitu Mek Jah dan ahli keluarga yang banyak membantu di sepanjang penyelidikan ini. Setinggi penghargaan kepada Prof. Zainal Arifin Ahmad, USM, di atas tunjuk ajar terutama dalam bab uji kaji. Ucapan terima kasih juga kepada Prof. Madya Ahmad Badri b. Ismail, USM, Dr. Mahamasuhaimi Masae, Rajamagala University of Technology Srivijaya, Songkla, Thailand, Roslan Ahmad, SIRIM Bhd dan Puan Nor Nazida Awang, calon Phd, Sekolah Bahan, USM, Jamee Kamill (USM) Faizul dan Adib (UNIMAS) yang membantu dalam uji kaji dan proses reka bentuk prototaip. Ucapan terima kasih juga buat rakan seperjuangan iaitu Fifa, Anja Alias, dan Kipli, yang banyak memberi sokongan moral kepada saya. Paling istimewa ucapan terima kasih buat Dr Jasni Dolah yang banyak menyumbang kepakaran dan tenaga.

Sekalung penghargaan yang tidak ternilai buat ahli keluarga, khususnya kepada ibu, ayah serta isteri tercinta, Siti Shara dan putera-puteri tersayang kerana memahami 'tugasan' papa. Jadikan kejayaan papa sebagai obor yang mampu membakar semangat perjuangan kalian. Terima kasih juga buat abang-abang, kakak, dan seluruh ahli keluarga yang sentiasa memberi sokongan.

JADUAL KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	i
JADUAL KANDUNGAN	ii
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	x
SENARAI GAMBAR	xii
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB SATU - PENGENALAN	
1.0 Pengenalan	1
1.1 Skop Kajian	5
1.2 Permasalahan Kajian	5
1.3 Objektif Kajian	8
1.4 Persoalan Kajian	8
1.5 Signifikasi Kajian	8
1.6 Kajian Literatur	9
1.6.1 Kategori Penutup Atap Singgora	10
1.6.2 Kategori Penambahbaikan Tanah Liat	16
1.7 Organisasi Penyelidikan	23
BAB DUA - PERUSAHAAN ATAP SINGGORA KELANTAN	
2.0 Pengenalan	26
2.1 Sejarah Awal Perusahaan Atap singgora	27
2.2 Sejarah Awal Perusahaan Atap Singgora Di Kelantan	35
2.3 Perusahaan Atap Singgora Daerah Bacok	40
2.4 Perusahaan Atap Singgora Kampung Pengkalan Baru,Bachok	44
2.5 Keperluan Asas Perusahaan Atap Singgora	48
2.5.1 Bengkel	49

2.5.2	Tanur	51
2.5.3	Bahan Mentah	54
2.5.3.1	Jasad Tanah Liat	54
2.5.3.2	Kayu Getah	55
2.5.3.3	Abu Sekam Padi	56
2.6	Peralatan Membuat Atap Singgora	56
2.6.1	Acuan Atap Singgora	56
2.6.2	Pengerat	58
2.6.3	Pemaut	59
2.6.4	Pengetuk	60
2.6.5	Kekuda	61
2.7	Proses Pembuatan Atap Singgora	62
2.7.1	Menguli Jasad Tanah Liat	62
2.7.2	Teknik Acuan Tekan	63
2.7.3	Menjemur dan Membuat Cangkuk Atap Singgora	64
2.7.4	Memampat	65
2.7.5	Pembakaran Tanur	65
2.8	Rumusan	70
BAB TIGA – METODOLOGI PENYELIDIKAN		
3.0	Pengenalan	72
3.1	Penyelidikan Kualitatif dan Kuantitatif	73
3.1.1	Temubual	74
3.1.2	Pemerhatian	75
3.1.3	Bahan Penulisan	75
3.2	Metodologi Ujikaji Saintifik	76
3.2.1	Ujikaji Kimia	77
3.2.1.1	Pendaflor Sinar-X (XRF)	77
3.2.1.2	Pembelauan Sinar-X (XRD)	78
3.2.1.3	Mikroskop Imbasan Elektron (SEM)	80
3.3	Uji Kaji Fizikal Tanah Liat Singgora	81
3.3.1	Ujikaji Plastisiti Air	82
3.3.2	Ujikaji Kecutan Pengeringan	84
3.3.3	Ujikaji Kecutan Pembakaran	85

3.3.4	Ujikaji Serapan Air	87
3.3.5	Ujikaji Lentur (MOR)	88
	3.3.5.1 Penyediaan Formula Tanah Liat Untuk Ujikaji MOR	89
	3.3.5.2 Penyediaan Spesimen Untuk Ujikaji MOR	93
3.4	Bahan Gunaan Untuk Ujikaji	100
3.4.1	Tanah Liat Atap Singgora	101
3.4.2	Besi Oksida Merah: Fe_2O_3	103
3.4.3	Besi Oksida Kuning: FeO (OH)	103
3.4.4	Potash Feldspar: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	104
3.4.5	Nefelina Sienit: $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$	105
3.4.6	Talks: $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	105
3.4.7	Natrium Klorida: NaCl	105
3.4.8	Grog	106
3.4.9	Boraks: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	106
3.4.10	Litium Karbonat: Li_2CO_3	107
3.4.11	Pasir Silika: SiO_2	107
3.5	Reka Bentuk Dan Prototaip	108

BAB EMPAT - SENI BINA BERBUMBUNGAN ATAP SINGGORA

4.0	Pengenalan	109
4.1	Jenis-Jenis Seni Bina Berbumbungan Atap Singgora	109
	4.1.1 Rumah Nik Rashiddin Nik Hussien	110
	4.1.2 Rumah Wanpo	112
	4.1.3 Masjid Kampung Laut	115
	4.1.4 Istana Tradisi Kelantan Dan Terengganu	116
	4.1.4.1 Istana Tengku Nik	118
	4.1.4.2 Istana Jahar	121
	4.1.5 Restoran Ukir Seri Anjung	123
	4.1.6 Seni Bina Mea Taek, Wat Chonprachumthatchanaram	126
	4.1.7 Wakaf	129
	4.1.7.1 Wakaf Tok Selehor	131
	4.1.7.2 Wakaf Siam, Wat Chomprachumthactchanaram	133

4.1.8	Terrapuri Resort, Kampung Mangkuk	136
4.2	Rumusan	138

BAB LIMA - PERBINCANGAN KEPUTUSAN UJIKAJI PENAMBAHBAIKAN

BAHAN TANAH LIAT SINGGORA

5.0	Pengenalan	140
5.1	Jenis-jenis Ujikaji Kimia	141
5.1.1	Analisa Keputusan XRF	141
5.1.2	Analisa Keputusan XRD Tanah liat singgora	142
5.1.3	Analisa Keputusan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM)	144
5.2	Ujikaji Fizikal Tanah Liat Atap Singgora	147
5.2.1	Analisa Keputusan Plastisiti Air	147
5.2.2	Analisa Keputusan Kecutan Linear	148
5.2.3	Analisa Keputusan Kecutan Linear Pembakaran	148
5.2.4	Analisa Kecutan Linear Total	149
5.2.5	Analisa Keputusan Serapan Air	149
5.3	Ujikaji Fizikal MOR Tanah Liat Singgora	149
5.3.1	Analisa Ujikaji Tanah Liat Atap Singgora	150
5.3.2	Besi Oksida Merah (Fe_2O_3)	159
5.3.3	Besi Oksida Kuning (Fe_2O_3)	167
5.3.4	Potash Feldspar ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)	175
5.3.5	Nefelina Sienit ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$)	183
5.3.6	Talks ($\text{Mg Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)	191
5.3.7	Natrium Klorida (NaCl)	199
5.3.8	Grog	207
5.3.9	Boraks ($\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)	215
5.3.10	Litium Karbonat (Li_2CO_3)	223
5.3.11	Pasir Silika (SiO_2)	231
5.4	Analisa Keseluruhan Ujikaji Spesimen Tanah Liat Singgora	243
5.5	Rumusan	247

BAB ENAM - PENAMBAHBAIKAN REKA BENTUK ATAP SINGGORA

6.0	Pengenalan	249
6.1	Proses Reka Bentuk Atap Singgora Baru	250
6.1.1	Penyelidikan	251
6.1.2	Kelemahan Atap Singgora & Cadangan Penambahbaikan	252
6.1.3	Penjanaan Idea	254
6.1.4	Konsep Visual Kaedah manual	255
6.2	Eksplorasi Jenis Jalinan	257
6.3	Gerlis Berwarna	265
6.4	Konsep Visual Kaedah Komputer	270
6.4.1	Reka Bentuk I	271
6.4.2	Reka Bentuk II	272
6.4.3	Reka Bentuk III	273
6.5	Prototaip Atap Singgora Baru	274
6.5.1	Proses Pembuatan Prototaip I	276
6.5.1.1	Model	276
6.5.1.2	Acuan	277
6.5.1.3	Penyediaan Slip Acuan	278
6.5.1.4	Analisa Prototaip I	281
6.5.2	Proses Pembuatan Prototaip II	282
6.5.2.1	Analisa Pembuatan Prototaip II	286
6.5.3	Proses Reka Bentuk Prototaip III	288
6.5.3.1	Analisa Prototaip III	290
6.6	Spesifikasi Atap Singgora dan Prototaip Baru	292
6.7	Penilaian Prototaip Atap Singgora	293
6.7.1	Mek Jah Abdul Rahman	294
6.7.2	Hamzah Harun	296
6.7.3	Haji Wan Mustafa Wan Su	297
6.7.4	Alex Lee Yun Ping	298
6.8	Rumusan	300

BAB TUJUH - KESIMPULAN

7.0	Rumusan	302
7.1	Dapatan Kajian	305
7.2	Cadangan Kajian Akan Datang	308

SENARAI RUJUKAN	310
------------------------	------------

SENARAI JADUAL

2.1	Seni Bina Yang Menggunakan Atap Genting Keluaran Perusahaan Mek Jah	48
3.1	Peratusan Sampel Berat Kering Dan Berat Basah	88
3.2	Peratusan Bahan-bahan Campuran Untuk Formula Atap Singgora	92
5.1	Keputusan XRF Atap Tanah Liat Singgora	141
5.2	Keputusan MOR : Tanah Liat Singgora	151
5.3	Keputusan MOR : Ketebalan 3mm	153
5.4	Keputusan MOR : Ketebalan 5mm	155
5.5	Keputusan MOR : Ketebalan 7mm	157
5.6	Keputusan MOR: Besi Oksida Merah (3 gm)	159
5.7	Keputusan MOR: Besi Oksida Merah (5 gm)	161
5.8	Keputusan MOR: Besi Oksida Merah (8 gm)	163
5.9	Keputusan MOR: Besi Oksida Merah (10 gm)	165
5.10	Keputusan MOR: Besi Oksida Kuning (3 gm)	167
5.11	Keputusan MOR: Besi Oksida Kuning (5 gm)	169
5.12	Keputusan MOR: Besi Oksida Kuning (8 gm)	171
5.13	Keputusan MOR: Besi Oksida Kuning (10 gm)	173
5.14	Keputusan MOR: Feldspar (5 gm)	175
5.15	Keputusan MOR: Feldspar (10 gm)	177
5.16	Keputusan MOR: Feldspar (15 gm)	179
5.17	Keputusan MOR: Feldspar (20 gm)	181
5.18	Keputusan MOR: Nefelina Sienit (5 gm)	183
5.19	Keputusan MOR: Nefdelina Sienit (10 gm)	185
5.20	Keputusan MOR: Nefelina Sienit (15 gm)	187
5.21	Keputusan MOR: Nefelina Sienit (20 gm)	189
5.22	Keputusan MOR: Talks (5 gm)	191
5.23	Keputusan MOR: Talks (10 gm)	193
5.24	Keputusan MOR: Talks (15 gm)	195
5.25	Keputusan MOR: Talks (20 gm)	197
5.26	Keputusan MOR: Natrium Klorida (5 gm)	199
5.27	Keputusan MOR: Natrium Klorida (10 gm)	201

5.28	Keputusan MOR: Natrium Klorida (15 gm)	203
5.29	Keputusan MOR: Natrium Klorida (20 gm)	205
5.30	Keputusan MOR: Grog (5 gm)	207
5.31	Keputusan MOR: Grog (10 gm)	209
5.32	Keputusan MOR: Grog (15 gm)	211
5.33	Keputusan MOR: Grog (20 gm)	213
5.34	Keputusan MOR: Boraks (5 gm)	215
5.35	Keputusan MOR: Boraks (10 gm)	217
5.36	Keputusan MOR: Boraks (15 gm)	219
5.37	Keputusan MOR: Boraks (20 gm)	221
5.38	Keputusan MOR: Litium (5 gm)	223
5.39	Keputusan MOR: Litium (10 gm)	225
5.40	Keputusan MOR: Litium (15 gm)	227
5.41	Keputusan MOR: Litium (20 gm)	229
5.42	Keputusan MOR: Pasir (3 gm)	231
5.43	Keputusan MOR: Uji kaji 42	233
5.44	Keputusan MOR: Pasir (8 gm)	235
5.45	Keputusan MOR: Pasir (10 gm)	237
5.46	Keputusan MOR: Pasir (15 gm)	239
5.47	Keputusan MOR: Pasir (20 gm)	241
6.1	Resepi A	267
6.2	Resepi B	267
6.3	Resepi 1A	268
6.4	Resepi 1B	268
6.5	Resepi 2A	269
6.6	Resepi 2B	269
6.7	Formula Bancuhan Plaster of Paris	276
6.8	Formula Bancuhan Plaster of Paris	278
6.9	Spesifikasi Atap Singgora Dan Prototaip Baru	293

SENARAI RAJAH

1.1	Kerangka Penyelidikan Atap Singgora	4
2.1	Sejarah Awal Senibina Thailand Dan Malaysia Menggunakan Atap Singgora	34
2.2	Carta organisasi perusahaan atap singgora KPBB, 2010	47
2.3	Rajah Suhu Pembakaran Atap Singgora	68
3.1	Metodologi Penyelidikan Berbentuk Campuran	73
3.2	Jenis-jenis ujikaji Tanah Liat Atap Singgora	77
5.1	Keputusan XRF	143
5.2	EDX SEM	147
5.3	Keputusan MOR AS1 :Tanah Liat Singgora	151
5.4	Keputusan MOR AS2 :Tanah Liat Singgora	152
5.5	Keputusan MOR AS3 :Tanah Liat Singgora	152
5.6	Keputusan MOR :ketebalan 3mm	154
5.7	Keputusan MOR: Uji kaji 3	156
5.8	Keputusan MOR: Uji kaji 4	158
5.9	Keputusan MOR: Uji kaji 5	160
5.10	Keputusan MOR: Uji kaji 6	162
5.11	Keputusan MOR: Uji kaji 7	164
5.12	Keputusan MOR: Uji kaji 8	166
5.13	Keputusan MOR: Uji kaji 9	168
5.14	Keputusan MOR: Uji kaji 10	170
5.15	Keputusan MOR: Uji kaji 11	172
5.16	Keputusan MOR: Uji kaji 12	174
5.17	Keputusan MOR: Uji kaji 13	176
5.18	Keputusan MOR: Uji kaji 14	178
5.19	Keputusan MOR: Uji Kaji 15	180
5.20	Keputusan MOR: Uji Kaji 16	182
5.21	Keputusan MOR: Uji kaji 17	184
5.22	Keputusan MOR: Uji kaji 18	186
5.23	Keputusan MOR: Uji kaji 19	188
5.24	Keputusan MOR: Uji kaji 20	190
5.25	Keputusan MOR: Uji kaji 21	192
5.26	Keputusan MOR: Uji kaji 22	194

5.27	Keputusan MOR: Uji kaji 23	196
5.28	Keputusan MOR: Uji kaji 24	198
5.29	Keputusan MOR: Uji kaji 25	200
5.30	Keputusan MOR: Uji kaji 26	202
5.31	Keputusan MOR: Uji kaji 27	204
5.32	Keputusan MOR: Uji kaji 28	206
5.33	Keputusan MOR: Uji kaji 29	208
5.34	Keputusan MOR: Uji kaji 30	210
5.35	Keputusan MOR: Uji kaji 31	212
5.36	Keputusan MOR: Uji kaji 32	214
5.37	Keputusan MOR: Uji kaji 33	216
5.38	Keputusan MOR: Uji kaji 34	218
5.39	Keputusan MOR: Uji kaji 35	220
5.40	Keputusan MOR: Uji kaji 36	222
5.41	Keputusan MOR: Uji kaji 37	224
5.42	Keputusan MOR: Uji kaji 38	226
5.43	Keputusan MOR: Uji kaji 39	228
5.44	Keputusan MOR: Uji kaji 40	230
5.45	Keputusan MOR: Uji kaji 41	232
5.46	Keputusan MOR: Uji kaji 42	234
5.47	Keputusan MOR: Uji kaji 43	236
5.48	Keputusan MOR: Uji kaji 44	238
5.49	Keputusan MOR: Uji kaji 45	240
5.50	Keputusan MOR: Uji kaji 46	242
5.51	Spesimen tanah liat Singgora: suhu pembakaran berbeza	243
5.52	Spesimen tanah liat Singgora: Ketebalan dan pembakaran yang berbeza	244
5.53	Keputusan MOR: Mpa terendah untuk setiap bahan galian.	245
5.54	Graf keputusan MOR: Mpa tertinggi untuk setiap elemen.	246
5.55	Perbandingan graf keputusan MOR: Mpa terendah dan tertinggi untuk setiap elemen	247
6.1	Proses Reka bentuk prototaip atap singgora Baru	251

SENARAI GAMBAR

2.1	Menjemur jubin lantai di perusahaan atap singgora, Songkla	28
2.2	Masjid Wadi Al Husain, Telok Manok	29
2.3	Wat Taiyo, Kok Yo Songkhla	29
2.4	Om Tipossot, Pemilik Perusahaan Atap Singgora, Tanamhom Songkhla	30
2.5	Peta Songkhla Menunjukkan Kok Yo Dan Tanamhom	31
2.6	Pekerja Sedang Mengguli Tanah Liat	32
2.7	Tanur Berbentuk Bulat	32
2.8	Perbezaan Ukuran Atap Singgora di Tanamhom dan Kampung Pengkalan Baru	33
2.9	Bengkel Perusahaan Atap Singgora di Tanamhom	33
2.10	Peta Negeri Kelantan; Daerah Bachok dan Tumpat	35
2.11	Peta Daerah Tumpat; Kg Dalam & Kok It	37
2.12	Kampung Pengkalan Baru dan Sungai Kemasin	43
2.13	Allahyarham Jusoh Husin Suami Mek Jah	44
2.14	Bengkel Atap Singgora Kampung Pengkalan Baru Bachok	49
2.15	Ruangan Kerja; Mencetak Acuan	50
2.16	Menyusun Atap-atap Ke Atas Rak Setelah Dijemur	51
2.17	Tanur Atau Gok, Pandangan Dari Sudut Tepi	53
2.18	Bahagian Hadapan Tanur; 2 Pintu Pembakaran Kayu	53
2.19	Bahan Bakar, Kayu Getah	55
2.20	Pandangan Sudut Tepi, Acuan Kayu	57
2.21	Pandangan Sudut Atas; Acuan Kayu	58
2.22	Pengerat	59
2.23	Pemaut	60
2.24	Pengetuk	61
2.25	Kepingan Atap Disusun Di Atas Kekuda	62
2.26	Proses Mengguli Tanah Liat Menggunakan Kaki	63
2.27	Kepingan Atap Dikeluarkan Daripada Acuan	64
2.28	Mek Jah dan Noraini Sedang Menjemur Kepingan Atap	65
2.29	Pak Mat, Tukang Bakar Gok	67
2.30	Ruang Dalaman Tanur	69

2.31	Atap-atap Singgora Di Susun Sehingga Ke Bahagian Atas Tanur	69
3.1	Mesin XRF Model RIX 3000	78
3.2	Alat XRD EDX Gemini; Supra 35 VP	79
3.3	Alat SEM	81
3.4	Alat ujikaji MOR	89
3.5	Liat Singgora Direndam Selama Semalaman	93
3.6	Tanah Liat Bercampur Air Dikisar Sehingga Halus	94
3.7	Tanah liat yang telah dikisar halus, kemudian ditapis	94
3.8	Sampah-sampah yang Ditapis	95
3.9	Slip Tanah Liat Singgora Dikering Di Dalam Acuan Plaster	95
3.10	Bahan-bahan formula spesimen ditimbang	96
3.11	Formula Yang Siap Ditimbang Dan Dicampur Air	96
3.12	Formula Dikeringkan Di Atas Acuan Plaster Sebelum Diuli.	97
3.13	Formula Tanah Liat Diuli Sebelum Digunakan.	98
3.14	Acuan <i>plaster of paris</i> spesimen ujikaji MOR	98
3.15	Tanah liat dimasukkan ke dalam acuan	99
3.16	Tanah Liat Diratakan Dari Permukaan Acuan	99
3.17	Spesimen Dikeluarkan Dari Acuan	99
3.18	Spesimen Dibiarkan Kering Sebelum Pembakaran Biskut	100
3.19	Tapak Tanah Liat, KPBB Milik Mek Jah. Sumber	102
4.1	Rumah Nik Rashiddin Nik Hussein; Galeri	111
4.2	Pandangan Sisi Kiri Rumah Nik Rashiddin Nik Hussein;Galeri	111
4.3	Pandangan Bahagian Ruang Tengah Rumah; Dapur Dan Tempat Makan	113
4.4	Pandangan Dari Dalam Ruang Dapur; Bumbung Singgora	113
4.5	Rumah Dua Tingkat Bersambungan Dengan Ruang Dapur	114
4.6	Masjid Kampung Laut, Nilam Puri, Kota Baharu.	116
4.7	Pandangan Dari Dalam Kubah Bumbung; Loteng; Tunjuk Langit Dan Atap Singgora Pada Kayu Beluti	116
4.8	Istana Tengku Nik Atau Juga Dikenali Rumah Tele	119
4.9	Istana Jahar	121

4.10	Panca Persada	122
4.11	Pandangan Sisi Hadapan Restoren Anjung Ukir	124
4.12	Wakaf Pak Badol, Bumbung 3 Tingkat Terletak Di Anjung Restoren	124
4.13	Pandangan Bumbung Singgora Dari Dalam Restoren	125
4.14	Seni Bina Mea Taek Hasil Gabungan Melayu, Thai Dan Cina	127
4.15	Ruang Dalam Mea Taek, Kelihatan Motif Sulur Bayur 'Api' Pada Perabung 2 Tingkat	127
4.16	Jubin Lantai Terracotta Bahagian Dalam Mae Taek	128
4.17	Wakaf Tok Selehor, Kok Keli, Tumpat	131
4.18	Pemeles Dan Tebar Layar	132
4.19	Ekor Itik	132
4.20	Pandangan Dari Dalam Bumbung Wakaf Tok Selehor	133
4.21	Wakaf Siam, Wat Chomprachumthactchanaram	134
4.22	Makara Atau Kenok Bentuk Api	134
4.23	Makara Bentuk Naga	135
4.24	Terrapurri Resort, Installasi, Semangat Kisaran	136
5.1	Sem 50 X Mag	144
5.2	Sem 100 X Mag	144
5.3	Sem 10,000 X Mag	145
5.4	Sem 50 X Mag	146
5.5	Sem 10,000 X Mag	146
5.6	Spesimen Uji Kaji 1: MOR	150
5.7	Spesimen Uji Kaji 2: MOR	153
5.8	Spesimen Uji Kaji 3: MOR	155
5.9	Spesimen Uji Kaji 4: MOR	157
5.10	Spesimen Uji Kaji 5: MOR	159
5.11	Spesimen Uji Kaji 6: MOR	161
5.12	Spesimen Uji Kaji 7: MOR	163
5.13	Spesimen Uji Kaji 8: MOR	165
5.14	Spesimen Uji Kaji 9: MOR	167
5.15	Spesimen Uji Kaji 10: MOR	169
5.16	Spesimen Uji Kaji 11: MOR	171

5.17	Spesimen Uji Kaji 12: MOR	173
5.18	Spesimen Uji Kaji 13: MOR	175
5.19	Spesimen Uji Kaji 14: MOR	177
5.20	Spesimen Uji Kaji 15: MOR	179
5.21	Spesimen Uji Kaji 16: MOR	181
5.22	Spesimen Uji Kaji 17: MOR	183
5.23	Spesimen Uji Kaji 18: MOR	185
5.24	Spesimen Uji Kaji 19: MOR	187
5.25	Spesimen Uji Kaji 20: MOR	189
5.26	Spesimen Uji Kaji 21: MOR	191
5.27	Spesimen Uji Kaji 22: MOR	193
5.28	Spesimen Uji Kaji 23: MOR	195
5.29	Spesimen Uji Kaji 24: MOR	197
5.30	Spesimen Uji Kaji 25: MOR	199
5.31	Spesimen Uji Kaji 26: MOR	201
5.32	Spesimen Uji Kaji 27: MOR	203
5.33	Spesimen Uji Kaji 28: MOR	205
5.34	Spesimen Uji Kaji 29: MOR	207
5.35	Spesimen Uji Kaji 30: MOR	209
5.36	Spesimen Uji Kaji 31: MOR	211
5.37	Spesimen Uji Kaji 32: MOR	213
5.38	Spesimen Uji Kaji 33: MOR	215
5.39	Spesimen Uji Kaji 34: MOR.	217
5.40	Spesimen Uji Kaji 35: MOR	219
5.41	Spesimen Uji Kaji 36: MOR	221
5.42	Spesimen Uji Kaji 37: MOR	223
5.43	Spesimen Uji Kaji 38: MOR	225
5.44	Spesimen Uji Kaji 39: MOR	227
5.45	Spesimen Uji Kaji 40: MOR.	229
5.46	Spesimen Uji Kaji 41: MOR	231
5.47	Spesimen Uji Kaji 42: MOR	233
5.48	Spesimen Uji Kaji 43: MOR	235
5.49	Spesimen Uji Kaji 44: MOR	237
5.50	Spesimen Uji Kaji 45: MOR	239

5.51	Spesimen Uji Kaji 46: MOR.	241
6.1	Cara Susun Atur Atap Singgora	254
6.2	Lakaran Bentuk-Bentuk Atap Singgora	256
6.3	Lakaran Sistem Cangkuk Dan Slot Tepi Atap	257
6.4	Jalanan Corak Geometrik	259
6.5	Jalanan Corak Organik	260
6.6	Jalanan Corak Organik	261
6.7	Jalanan Corak Organik	262
6.8	Jalanan Corak Organik	263
6.9	Jalanan Organik	264
6.10	Sampel Resepi Gerlis Suhu 1000°C	266
6.11	Lukisan Digital Prototaip I	271
6.12	Lukisan Digital Prototaip II	272
6.13	Lukisan Digital Prototaip III	273
6.14	Rangka Model Perabung	275
6.15	Corak Susun Atap Singgora	275
6.16	Proses Pembutan Acuan Prototaip Atap Singgora	279
6.17	Reka Bentuk Prototaip I	280
6.18	Hujung Prototaip Baru Berbentuk 'U' dan 'V'	281
6.19	Slot Penghubung Prototaip Baru	282
6.20	Proses Membina Prototaip II : Teknik Acuan tekan	283
6.21	Reka Bentuk Prototaip II Tidak Bergerlis dan Tidak Bergerlis	284
6.22	Reka Bentuk Prototaip II Tidak Bergerlis dan Tidak Bergerlis	285
6.23	Bahagian Depan Prototaip II dan Atap Singgora	286
6.24	Bahagian Depan Prototaip dan Atap Singgora	286
6.25	Pandangan Dari Bawah Perabung Dan Susun Atur Prototaip II	287
6.26	Corak Susun Atur Prototaip II yang tidak Bergerlis dan Begerlis	288
6.27	Proses Pembuatan Prototaip III Teknik Acuan Tekan Kepingan	289
6.28	Cangkuk Bergigi Tiga dan kepingan Prototaip III	290
6.29	Perbandingan Skala Prototaip III dan Atap Singgora	290
6.30	Masalah Cangkuk Pendek Prototaip III	291
6.31	Prototaip III, Cangkuk Sekeping pada Beluti Perabung	292

6.32	Mek Jah Pengusaha Atap Singgora	294
6.33	Pak Su Mezah , Tukang Rumah Tradisi Kelantan	296
6.34	Wan Po , Pengukir Ternama Dari Besut Terengganu	297
6.35	Alex Yun Ping , Pengurus Besar Terrapuri Heritage Resort	299

SENARAI SINGKATAN

SEM	- Scaning Electronic Microscopic
XRD	- X-ray Diffraction
XRF	- X-ray Floursecne
MOR	- Modulus of Rupture
Mpa	- Mega Pascal
KPBB	- Kampung Pengkalan Baru Bachok
KRC	- Kandis Resources Center
POP	- Plaster of Paris
PKL	- Peratus Kecutan Linear
PKLT	- Peratus Kecutan Linear Total

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	322
Senarai Abstrak Kertas Kerja	

PENAMBAHBAIKAN ATAP SINGGORA DARI ASPEK BAHAN GUNAAN DAN REKA BENTUK

ABSTRAK

Tesis ini mengkaji tentang atap tanah liat iaitu singgora. Sejarah awal menjelaskan bahawa teknologi pembuatan atap singgora dibawa masuk ke Songkla oleh para pedagang Cina pada abad ke-16. Selain Songkla, perusahaan atap singgora telah berkembang dengan pesat sehingga ke negeri Kelantan dan Terengganu. Atap singgora digunakan secara meluas dalam seni bina tradisi masyarakat Melayu, Thai dan Cina Peranakan. Seni bina tradisi yang dimaksudkan ialah rumah, wakaf, masjid, wat Buddha, pintu gerbang, dan makam. Perusahaan tradisi ini semakin pupus, sehingga kini masih terdapat sebuah perusahaan dari Kampung Pengkalan Baru, Bachok (KPBB) yang masih beroperasi. Pemasalahan kajian ini bertitik tolak dari kelemahan produk atap singgora yang mudah pecah apabila ditimpa oleh ranting kayu, daun kelapa dan sebagainya. Haiwan, dan angin kencang merupakan di antara punca yang menyebabkan berlaku kerosakan dan anjakan di sebabkan saiznya yang kecil dan nipis. Oleh yang demikian, matlamat utama penyelidikan ini adalah bagi mencari solusi dalam memperbaiki kelemahan atap singgora seperti yang telah maklum. Ini dapat dicapai dengan meningkatkan kekuatan tanah liat atap singgora dan cara susun atur yang lebih ekonomikal. Oleh yang demikian, penambahbaikan bukan sekadar menumpukan kepada aspek estetika semata. Metodologi penyelidikan ini menggunakan kaedah campuran iaitu penyelidikan kualitatif dan kuantitatif. Data-data kualitatif berkenaan atap singgora berkisar tentang sejarah, proses pembuatan, dan evaluasi prototaip. Segala maklumat diperolehi melalui temubual, pemerhatian dan bahan bertulis. Bagi penyelidikan kuantitatif, data-data diperolehi melalui beberapa kaedah uji kaji; MOR, XRF, XRD, SEM dan uji kaji fizikal bahan tanah liat. Untuk uji kaji tekanan lentur, MOR merupakan instrumen utama yang paling banyak digunakan bagi menguji kekuatan tanah liat. Berdasarkan keputusan keseluruhan ujikaji MOR, terbukti formula yang menggunakan litium karbonat mencatatkan kekuatan yang paling tinggi berbanding bahan lain. Secara ringkasnya, melalui reka bentuk baru dan menambah kekuatan atap singgora. ia akan terus relevan dalam seni bina Negara pada abad 21.

ADDED VALUE TO SINGGORA ROOF TILE FROM APPLIED MATERIALS AND DESIGN

ABSTRACT

This thesis is a study on Singgora clay roof tile. Early record has stated that the technology of Singgora roof tile making was brought into Songkla by the Chinese traders in the 16th century. From this juncture, the expertise of making such tile spreaded to parts of Kelantan and Trengganu to the point that Singgora roof tiles were regularly used for roofing purposes in the traditional Malay architecture, as well the Thai and the Straits Chinese communities, particularly in the building of houses, *wakaf*, mosques, Buddhist temples, gates and mouselem. However, to date, Singgora roof tile making has dwindled to the point that there is only one such roof tile making effort at Kampung Pengkalan Baru in operation. The problem statement in this research started from the facts that Singgora roof are not strong enough to withstand strong winds, fallen tree branches, coconut palms or anything of similar nature. These shortcomings come about due to the physical properties of the roof itself and the way it is designed for it is found to be rather on the thin side. Hence, it is the main aim of this research to come out with the solutions that can improved the shortcomings of Singgora roof tile that have been mentioned. This is achieved through infusing much better strength to the singgora clay and the way the tiles are assembled in the more economic manner. As such, the added value is not merely addressing the aesthetic aspect. The methodology used in this research will be based on the mixed method, qualitative as well as quantitative. The data for the qualitative part will be drawn the history of Singgora roof tile, the processes of its making and the prototype evaluation. The necessary information will be obtained through interview, observation and written documentation. On the other hand, for the quantitative part, the data will be obtained through various experimental methods, mainly MOR, XRF, XRD, SEM and actual physical tests on the clay components. As for the tensility test, MOR will be the main instrument used when testing the clay strength. Based on the overall MOR findings, it has been proven that the formula that used lithium carbonate provided the highest strength when compared with the other materials. In summary, through new design and giving it added strength of singgora roof. It will continue to be relevant in the national architecture needs of 21st century.

BAB SATU

PENGENALAN

1.0 Pengenalan

Penutup bumbung tanah liat merupakan antara ciptaan awal dalam sesebuah tamadun manusia. Penutup bumbung tanah liat berfungsi sebagai pelindung kepada manusia daripada hujan, panas matahari, dan salji. Bahan penutup bumbung diperbuat daripada bahan organik dan bukan organik. Penutup bumbung organik tempatan ialah atap nipah; *Nypa fruticans*, sagu; *Metroxylon sagu*, bertam; *Eugeissona tristis*, kelapa; *Cocos nucifera* dan kayu berlian; *Eusideroxylon zwagerii*. Manakala penutup bumbung bukan organik pula terdiri daripada atap genting tanah liat, simen, aluminium, zink dan asbestos, Wulf Killmann (1994). Lazimnya pengguna memilih penutup bumbung berdasarkan kemampuan ekonomi, iklim setempat, dan reka bentuk seni bina. Namun, ada juga yang memilih penutup bumbung import yang mahal harganya semata-mata untuk menggambarkan status sosial masing-masing. Begitu juga dengan penutup atap singgorayang merupakan lambang kekayaan dan kemegahan seni bina oleh golongan bangsawan Pantai Timur pada satu ketika dahulu.

Penyelidikan ini memberi fokus kepada atap singgora yang masih menggunakan kaedahpembuatan secara tradisional sehingga kini. Atap singgora juga merupakan sebahagian daripada identiti dan elemen yang penting dalam seni bina tradisional di negeri Kelantan, Terengganu dan wilayah selatan Thai. Atap ini kebiasaannya digunakan sebagai kemas penutup bumbung pada seni bina tradisional kayu seperti rumah, istana, wakaf, masjid, wat Siam, pintu gerbang dan makam.

Pada awal kemunculannya, atap ini diimport dari selatan Thai untuk seni bina golongan bangsawan Kelantan dan Terengganu. Setelah kemunculan perusahaan atap singgora di Kelantan, pengguna mula beralih kepada atap singgora tempatan terutamanya dari daerah Bachok dan Tumpat.

Sejarah awal perusahaan atap singgora bermula di Songkhla, Thailand, mula diperkenalkan oleh pedagang Cina pada abad ke-16. Perkataan singgora bersempena dengan nama pekan Singgora, Seggora atau Songkhla iaitu tempat asal bermulanya perusahaan ini. Penduduk Thai dan Pantai Timur menyebut atap singgora dengan beberapa nama seperti atap seggora, atap geting atau atap bata. Perusahaan ini berkembang maju di wilayah Patani, Hatyai, Narathiwat, Bangkok dan juga Malaysia.

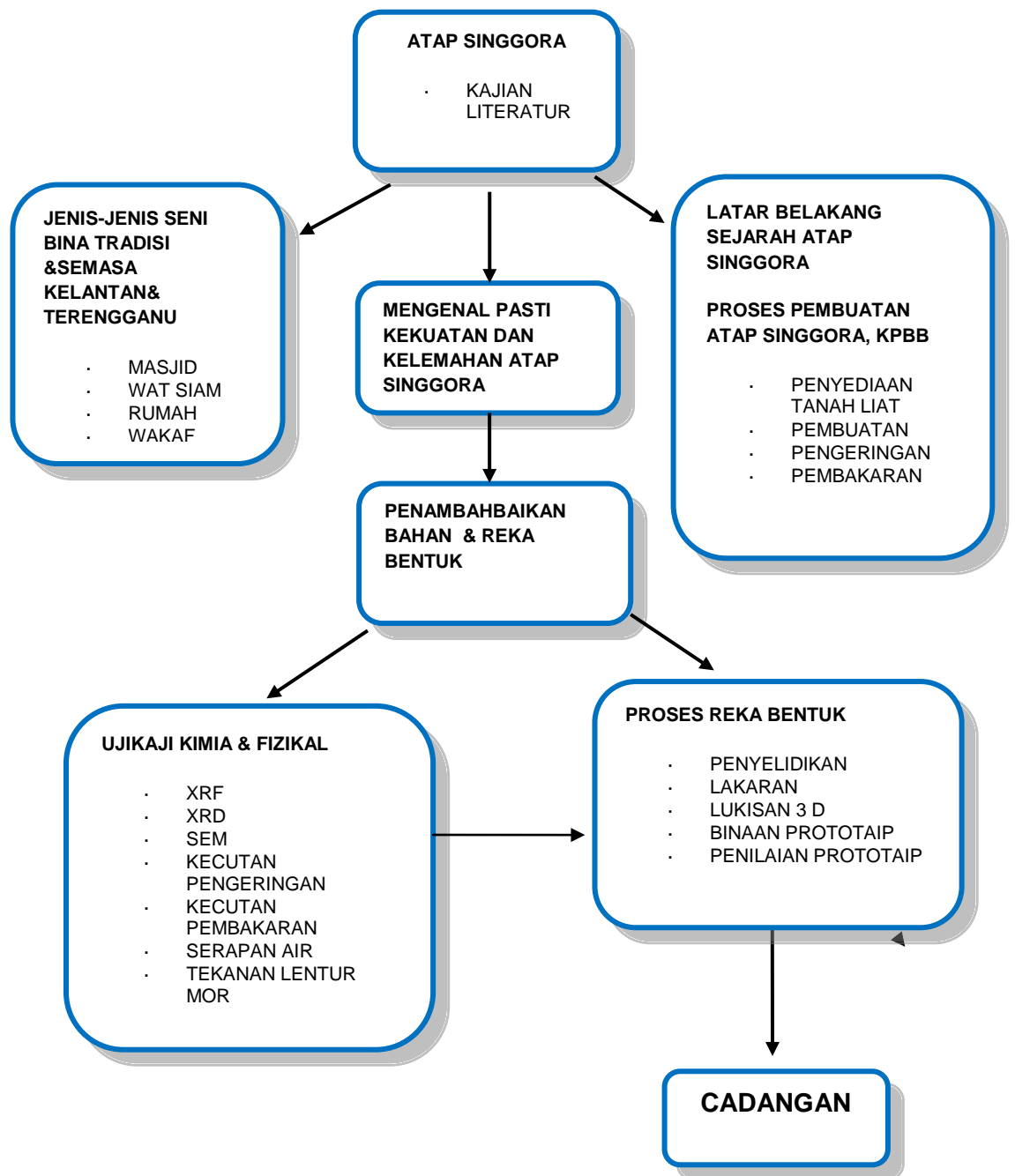
Pada awal abad ke 18, teknologi pembuatan atap singgora telah diperkenalkan oleh komuniti Thai yang berhijrah ke Kelantan. Mereka adalah pelopor yang sebahagian besar menetap di Kampung Dalam, Tumpat dan Kampong Balai, Bachok. Selepas perang dunia ke dua tamat, perusahaan ini kemudiannya dimonopoli pula oleh penduduk Melayu yang tinggal di sepanjang sungai Kemasin, daerah Bachok. Mereka mempelajari teknik pembuatan atap singgora daripada komuniti Thai, Kampung Balai dan Kampung Dalam. Pada tahun 1950-1960-an, perusahaan ini berkembang dengan pesatnya, buktinya terdapat sebanyak 61 gok pembakar atap bata di sepanjang sungai Kemasin, Bachok (Adit Said, 1994).

Selain latar belakang sejarah, tesis ini turut mengkaji penggunaan atap singgora dalam seni bina tradisional dan kontemporari di Kelantan dan Terengganu. Ini dapat menjelaskan kepentingan dan signifikan atap singgora pada seni bina berkenaan. Selain corak susun atur atap yang kemas dan menarik, jangka hayat atap singgora lebih panjang berbanding dengan atap organik.

Menurut Zulkifli Hanafi (1994), atap singgora mempunyai tempoh jangka hayat yang menjangkau lebih 150 tahun, bukti ini dapat dilihat pada perabung bangunan tradisional seperti rumah, istana, wakaf dan balai rakyat. Atap singgora dibuat dari tanah liat bendang sawah, bahan iniamat sesuai digunakan pada iklim tropika yang panas. Menurut Raja Datuk Kamarul Bahrin Shah menjelaskan, bentuk atap singgora adalah nipis dan tidak menyerap atau menyimpan haba panas berbanding atap moden yang tebal, berat dan menyerap haba (Tan, 2005). Sifatnya yang porous dan nipis mampu menyerap air ketika hujan, justeru mampu menyejukkan ruang rumah secara semulajadi. Kepingan atap yang disusun secara bertindan, mampu mengalirkan udara yang beredar melalui celahan atap tersebut. Keistimewaan atap singgora juga terletak pada kaedah pembuatan secara tradisional yang diamalkan sejak dahulu sehingga kini. Atap singgora dihasilkan tanpa bantuan peralatan berteknologi tinggi iaitu semasa penyediaan tanah liat, pembuatan dan pembakarannya.

Di sebalik keistimewaan atap singgora, terdapat juga beberapa kelemahan yang sering diperkatakan. Antaranya ialah, atap ini mudah pecah kerana nipis dan ringan. Masalah ini sering dihadapi oleh pengusaha dan tukang rumah iaitu semasa penghantaran dan kerja-kerja pemasangan pada bumbung. Pemilik rumah yang menggunakan atap singgora seringkali berdepan dengan masalah atap singgora yang mudah pecah disebabkan oleh faktor alam. Bertitik tolak daripada kelemahan atap singgora, penyelidik menyedari kepentingan untuk mengadakan penambahbaikan dari aspek bahan mentah dan reka bentuknya. Penambahbaikan bahan memerlukan ujikaji fizikal dan kimia bagi menghasilkan tanah liat yang lebih kuat. Melalui reka bentuk juga kekuatan atap singgora berpotensi ditingkatkan dengan menambah ketebalan dari yang asal.

Penyelidik telah memilih perusahaan atap singgora Kampung Pengkalan Baru, Bachok (selepas ini disebut KPBB) bagi membekalkan maklumat berkaitan latar belakang sejarah, bahan, peralatan dan proses pembuatan atap singgora. Pemilihan perusahaan atap singgora KPBB dipilih kerana ia merupakan yang satu-satunya terdapat dalam negara. Maklumat dan ilmu yang dikongsi oleh pengusaha atap singgora KPBB, sangat penting dalam proses penambahbaikan atap singgora.



Rajah 1.1 Kerangka penyelidikan atap singgora

1.1 Skop Kajian

Skop kajian memberi fokus kepada penutup bumbung atap singgora yang digunakan pada seni bina tradisi negeri Kelantan dan Terengganu. Umum mengetahui bahawa masih terdapat banyakseni bina tradisional di negeri Pantai Timur yang menggunakan atap singgora. Seni bina tradisional dalam konteks kajian tesis tertumpu pada rumah, istana lama, masjid, wat Siam dan wakaf. Selain seni bina tradisional, penyelidik turut mengkaji seni bina kontemporari yang menggunakan atap singgora seperti rumah, restoren dan resort.

Skop kajian menumpukan kepada perusahaan atap singgora KPBB dari segi bahan, peralatan dan proses pembuatannya. Penambahbaikan atap singgora dari aspek bahan dan reka bentuk merupakan dua perkara penting bertujuan meningkatkan kekuatan atap singgora yang mudah pecah. Bahan utama tanah liat dari KPBB digunakan dalam ujikaji penambahbaikan tersebut.

1.2 Permasalahan Kajian

Berdasarkan tajuk tesis, penyelidik menampilkan beberapa permasalahan kajian. Setiap permasalahan kajian yang dibangkitkan turut disokong oleh penulisan berwasit dari penulis-penulis yang prolifik dalam bidang seni bina tradisional Melayu. Penulisan oleh Abdul Hakim b. Mohamad dan Wan Min b. Wan Mat (1991) menjelaskan tentang kelemahan atap tanah liat atau atap genting. Bumbung atap genting yang tidak matang pembakarannya adalah rapuh, mudah pecah disebabkan oleh tekanan objek. Kesan cuaca dan kekotoran udara sekitar boleh menyebabkan atap genting berkulat hitam.

Mudah berlaku anjakan disebabkan oleh tiupan angin yang kencang, menyebabkan berlaku kebocoran pada bumbung rumah. Faktor pemasangan yang tidak sempurna juga boleh menyebabkan kebocoran terutama sekali pada bahagian tepi dan kepala genting. Cangkuk genting yang patah boleh menyebabkan genting mengelungsur jatuh ke bawah.

Zulkifli Hanafi (1994) menjelaskan mengenai kelemahan atap singgora, ia mudah beralih dari kedudukan sekiranya ditiup angin kencang. Atap ini juga mudah pecah sekiranya ditimpa daun kelapa dan buah kelapa. Hal ini disebabkan oleh reka bentuknya yang kecil, nipis dan ringan. Beliau juga berpendapat bahawa permintaan atap singgora semakin berkurangan disebabkan oleh reka bentuk dan persaingan dengan penutup bumbung moden, justeru banyak pengusaha atap singgora menutup perusahaan mereka. Proses pengeringan dan pembakaran juga menjangkau masa yang panjang iaitu selama sebulan. Pemasangan atap singgora yang tidak betul dan tepat dari segi susunan, akan menyebabkan kebocoran. Berdasarkan permasalahan yang dibangkitkan di atas, penambahbaikan terhadap reka bentuk dan bahan adalah penting dijalankan, ini secara tidak langsung dapat meningkatkan kualiti dan mempelbagai reka bentuk atap singgora.

Hasil daripada pemerhatian dan kajian, penyelidik mendapati bahan tanah liat yang digunakan tidak diproses dan di formula terlebih dulu. Tanah liat yang diambil daripada bendang sawah hanya melalui proses pengulian dan digunakan terus oleh pengusaha. Terdapat pelbagai benda asing seperti pasir kasar, batu kecil, akar kayu, rumput dalam jasad tanah liat yang tidak diproses. Benda asing ini boleh menyebabkan permukaan atap singgora berlubang dan kesat selepas dibakar. Kecacatan sebegini sudah pasti menjejaskan kualiti atap singgora yang dihasilkan. Untuk menghasilkan tanah liat yang berkualiti dan mempunyai kekuatan, bahan utama iaitu tanah liat singgora perlu dicampur dengan bahan mineral lain mengikut formula tertentu.

Menurut Warshaw (2012), “*Materials can be added to a clay body to change and strengthen it. Altering a clay body in this way reduces the shrinkage rate and lessens the degree of stress during drying and firing*” (ms. 14). Penyelidik perlu memahami fungsi bahan-bahan yang digunakan dalam sesuatu formula, contohnya fluks berfungsi untuk menjadikan tanah liat matang pada suhu pembakaran yang rendah (Tiamiyu et. al. 2012; Dondi et. al. 2009; Smith 2005).

Selain reka bentuknya yang nipis, atap singgora mudah pecah disebabkan oleh pembakaran yang tidak matang. Tukang jaga api tidak menggunakan alat pengukur suhu dalam menentukan suhu matang pada setiap pembakaran justeru pembakaran tidak stabil. Dalam industri seramik moden, alat *thermocouple* digunakan untuk memperolehi bacaan suhu yang tepat semasa pembakaran. Tanur atau *kiln* yang menggunakan gas atau elektrik mempunyai alat *thermocouple* bagi menunjukkan suhu pembakaran contohnya apabila suhu mencapai 900°C, pembakaran dihentikan. Atap singgora yang tidak matang dapat dikenali melalui warnanya yang agak kusam dan apabila diketik tidak mengeluarkan bunyi yang ‘nyaring’.

Reka bentuk tanur dan cara susunan atap juga merupakan faktor penting untuk mendapatkan pembakaran yang matang. Pembakaran yang dilakukan semasa musim hujan juga boleh menyebabkan tempoh yang lebih panjang diperlukan kerana kayu api basah dan api perlahan. Ini juga di antara salah satu faktor yang menyebabkan suhu pembakaran tidak konsisten, justeru atap tidak matang, rapuh dan mudah pecah. Menurut Scott (2006), suhu pembakaran matang untuk tanah liat *earthenware* ialah 1000°C sehingga 1080°C, sekiranya di bawah suhu tersebut, atap singgora tidak matang dan mudah pecah.

1.3 **Objektif Kajian**

1. Mengenalpasti kelemahan atap singgora dari aspek bahan dan reka bentuk.
2. Menggunakan kaedah saintifik iaitu ujikaji kimia dan fizikal untuk menambahbaik tanah liat atap singgora.
3. Mencadangkan prototaip singgora baru sebagai penambahbaikan kepada reka bentuk singgora yang sedia ada.

1.4 **Persoalan Kajian**

- a) Apakah kelemahan atap singgora dari aspek bahan dan reka bentuk?
- b) Apakah kaedah ujikaji yang digunakan untuk penambahbaikan bahan tanah liat atap singgora?
- c) Apakahkah jenis penambahbaikan yang dicadang pada reka bentuk atap singgora baru?

1.5 **Signifikasi Kajian**

Penyelidikan ini mampu memberi kefahaman dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan penutup atap singgora daripada aspek sejarah, bahan, peralatan, proses pembuatan dan data-data saintifik. Hasil dari penyelidikan ini amat bermanfaat dan berharga buat pengkaji seni bina, konserver, arkitek, pengusaha seramik, pelajar institusi pengajian tinggi dalam dan luar negara. Kajian menyentuh tentang latar belakang sejarah atap singgora, seni bina, ujikaji saintifik dan '*product development*,' topik-topik berkenaan amat berguna pada pelajar, pereka dan artis seramik.

Penyelidikan ini diharap dapat memperkayakan lagi gedung ilmu khazanah negara iaitu yang berkaitan dengan hasil warisan bangsa untuk tatapan generasi masa akan datang.

1.6 **Kajian Literatur**

Penulisan kajian lepas yang dipilih adalah berkait rapat dengan tajuk tesis iaitu berkaitan penambahbaikan atap singgora dari aspek bahan gunaan dan reka bentuk. Kajian literatur penyelidikan ini terbahagi kepada dua kategori, pertama, penulisan yang membincangkan secara khusus tentang atap singgora dari segi sejarah, bahan, peralatan dan proses pembuatannya. Kategori kedua, penulisan yang membincangkan tentang penambahbaikan tanah liat dengan campuran bahan sisa buangan kilang atau bahan kitar semula seperti debu granit, kaca, fiber kelapa sawit dan sebagainya. Kaedah ujikaji kimia dan fizikal seperti pendaflor sinar-X (selepas ini dirujuk XRF), pembelauan sinar-X (selepas ini dirujuk XRD), mikroskop imbasan elektron (selepas ini dirujuk SEM), dan ujikaji lentur (setelah ini dirujuk MOR) dijalankan bagi mendapatkan data hasil ujikaji.

Kajian literatur dari kedua-dua kategori adalah relevan dan berkait rapat dengan kajian penyelidik iaitu tentang penambahbaikan atap singgora dari aspek bahan gunaan dan reka bentuk. Penulisan tersebut dapat dijadikan panduan kepada penyelidik terutama bahagian metodologi ujikaji yang melibatkan pembinaan formula dan ujikaji saintifik untuk tanah liat atap singgora. Bahan campuran dan jenis tanah liat yang digunakan adalah berbeza, walau bagaimanapun kaedah ujikaji dan cara membina formula merupakan prosedur *standard* dalam seramik.

1.6.1 Kategori Penutup Atap Singgora

Penulisan bertajuk '*Preservation of Malay Singgora Roof*' oleh Zulkarnian Hassan (2012) menjelaskan tentang sejarah dan proses pembuatan atap singgora KPBB. Kajian beliau turut menyentuh tentang jenis-jenis seni bina yang menggunakan atap singgora di negeri Kelantan dan Terengganu. Ujikaji turut dijalankan dalam usaha penambahbaikan kekuatan atap singgora. Tanah liat atap singgora dianalisa menggunakan XRF bagi menjelaskan komposisi mineral dalam kandungan bahan tersebut. Keputusan analisa XRF menunjukkan peratusan yang paling tinggi ialah silika; 62%, alumina; 22% dan besi oksida merah; 4.3%. Ujikaji tekanan lentur, spesimen pertama menggunakan formula campuran tanah liat atap singgora KPBB dengan grog sebanyak 2% dan spesimen ke dua menggunakan tanah liat singgora 100%.

Keputusan ujikaji MOR, formula tanah liat dengan campuran grog sebanyak 2% telah meningkat kepada 7.22 Mpa berbanding 6.44 Mpa untuk formula tanah liat seratus peratus. Atap singgora diaplikasi dengan pewarna kuning, hijau, hitam dan merah supaya kelihatan lebih menarik. Penyelidikan Zulkarnian Hassan (2012) hampir sama dengan penyelidik iaitu tentang atap singgora. Walau bagaimanapun penyelidikannya tidak melibatkan proses reka bentuk prototaip singgora baru, beliau hanya menggunakan reka bentuk atap singgora sedia ada. Begitu juga ujikaji MOR yang dilakukan agak terbatas, ujikaji hanya menggunakan satu bahan iaitu grog sebagai bahan campuran untuk penyediaan formula tanah liat singgora. Keputusan MOR yang diperolehi berdasarkan dua formula belum mencukupi dalam penambahbaikan atap singgora.

Shaari Saud (2009), dalam kertas kerja bertajuk, 'Genting Singgora dari Kelantan dan Thailand' pula membincangkan secara ringkas tentang sejarah latar belakang atap singgora yang dipercayai berasal dari Songkhla.

Susun atap singgora seakan sisik ikan menjadi pilihan masyarakat Kelantan, Terengganu dan Selatan Thailand. Rumah kediaman, masjid, istana, wakaf merupakan bukti yang signifikan bahawa atap singgora amat popular beberapa dekad lalu, Shaari Saud turut membuat perbandingan di antara singgora Kelantan dengan Thailand. Ternyata daripada segi proses pembuatan adalah sama, yang berbeza adalah dari segi bentuk dan saiz. Terdapat dua reka bentuk atap singgora Thailand iaitu berbentuk V dan U pada penghujungnya. Manakala, atap singgora Kelantan mempunyai satu reka bentuk iaitu penghujung berbentuk V atau *diamond shape*. Beliau turut membincangkan kaedah cucian dan rawatan atap singgora yang ditumbuhi kulat. Rawatan anti kulat disapu pada genting yang sudah dicuci dengan menggunakan *Acrylic Water Repellent*. Kajian beliau agak signifikan kepada penyelidik dalam usaha untuk memahami susur galur sejarah perusahaan singgora Kelantan dan Thailand.

'*Thai Roofing Tiles*' oleh Plodpleang (2001) membincangkan tentang sejarah awal atap genting di Thailand. Atap genting yang dimaksudkan adalah merujuk atap singgora dalam bahasa Melayu manakala bahasa Thai menyebut '*kra buang Songkla*'. Pada masa lampau kebanyakan rumah tradisional masyarakat Thai menggunakan atap organik iaitu nipah dan bertam. Pada era Sukhothai (1800- 1893), telah ada atap genting berbentuk bunga telipot bergerlis kuning, coklat dan hijau yang dipercayai berasal dari Negara Cina. Atap genting ini mempunyai kualiti yang baik, tebal dan kukuh. Semasa kerajaan Ayuthia berkuasa, berlaku peperangan dengan Burma dan Laos. Suasana politik yang bergolak telah memperlambatkan perkembangan kesenian dan kebudayaan Thai.

Pada era Ratnakosin, semasa dibawah pemerintahan Rama I, Rama II, Rama III dan Rama IV, kebanyakan istana menggunakan atap genting bergerlis warna kuning. Plodpleang (2001) turut menjalankan siri ujikaji berkaitan tanah liat dan gerlis. Beliau telah membina formula yang menggunakan campuran tanah liat dari empat lokasi yang berbeza dibakar pada suhu 1000 °C, 1100 °C dan 1150 °C. Warna gerlis yang dihasilkan ialah kuning, hijau dan putih.

Zulkifli Hanafi (1994) dalam artikel bertajuk ‘Teknik Pembuatan Atap Genting’ merupakan penulisan yang paling awal yang membicarakan aspek pembuatan atap singgora secara terperinci dan menyeluruh. Menurut Zulkifli Hanafi, atap genting tanah liat merupakan penutup bumbung yang istimewa sama ada digunakan untuk rumah, istana, masjid atau wakaf. Atap singgora mampu bertahan melebihi 150 tahun dan masih lagi kekal hingga kini seperti yang dapat dilihat pada istana Melayu di Kota Bharu dan Kuala Terengganu. Beliau turut mengulas tentang sejarah atap singgora yang dikatakan berasal daripada Songkhla, Thailand. Aspek teknikal berkaitan proses pembuatan diperincikan dengan jelas dan teratur. Bermula dengan pemilihan tanah liat yang sesuai, pengulian, pembentukan atap menggunakan acuan tekan (*press mould*), pembinaan cangkuk, pengeringan, penyusunan dalam tanur dan proses akhir ialah pembakaran. Penulisannya disokong dengan gambar rajah, lukisan keratan rentas tanur, ukuran atap, corak susun atur atap di samping gambar yang menunjukkan langkah demi langkah membuat atap singgora. Beliau turut mencadangkan agar penambahbaikan dibuat demi kelangsungan perusahaan tradisi ini yang semakin hilang ditelan arus modenisasi. Antara cadangannya, ukuran atap singgora perlu lebih besar bagi mempercepatkan proses pemasangan, atap singgora perlu lebih kuat dan mampu menampung beban manusia yang memijaknya semasa pemasangan di atas perabung rumah.

Permukaan singgora perlu disaluti gerlis agar lebih tahan dan tidak berkulat dan berhabuk. Penulisan beliau mampu memberi kefahaman yang lebih jelas kepada penyelidik berkaitan kaedah pembuatan atap singgora dan peralatan yang digunakan. Cadangan penambahbaikan dari segi kekuatan dan skala yang lebih besar adalah praktikal dan wajar diberi perhatian oleh penyelidik.

Salinger (1997) menulis artikel bertajuk, '*The Making of Traditional Clay Roof Tiles or Genting*' membincangkan sejarah dan cara pembuatan atap singgora di Kampung Raja, Besut. Beliau menjelaskan bahawa asal usul atap singgora ialah dari Songkhla, Thailand. Teknologi ini mula diperkenalkan ke Kelantan oleh Pok Ming Hoo atau Pah Ming Jawa yang berasal dari keluarga pengusaha atap singgora di Patani. Setelah mendirikan rumahtangga dengan gadis tempatan, beliau mula mengusahakan atap singgora kerana di daerah Bachok banyak terdapat sumber tanah liat yang baik. Anak buahnya iaitu Lau Chou Kok juga merupakan pengusaha atap singgora namun beliau tidak mengetahui sejak bilakah perusahaan ini mula diperkenalkan di Kelantan. Beliau mengatakan bahawa perusahaan atap singgora telah wujud sebelum zaman pahlawan Tok Janggut (1853- 1915) lagi.

Salinger turut membincangkan berkaitan dengan proses pembuatan atap singgora. Kerja-kerja pengambilan tanah liat bendang dilakukan oleh golongan lelaki dengan menggunakan cangkul. Pada zaman dahulu tanah liat dibawa dengan menggunakan kereta lembu, kini diangkut menggunakan lori untuk dibawa ke tapak perusahaan atap. Tanah liat ditempatkan di dalam bangsal dan kerja-kerja pengulian oleh kaum lelaki. Seterusnya, kaum hawa menggunakan tanah tersebut untuk mencetak atap. Atap-atap yang siap dicetak kemudian dijemur dan dibina cangkuk, kemudian disusun diatas para yang terletak di dalam bangsal.

Setelah kering, atap dimasukkan ke dalam tanur pembakaran yang menggunakan kayu getah. Tempoh pembakaran memakan masa selama tiga minggu sebelum hasilnya dapat dikeluarkan dari tanur. Menurut Salinger, kemerosotan perusahaan atap singgora kerana pengguna mula beralih kepada atap zink memandangkan pengguna tidak sanggup untuk kerja-kerja penggantian atap yang mudah pecah. Beliau turut berharap agar lebih banyak rumah-rumah tradisional dibina beratapkan singgora. Salinger mengulas secara terperinci berkaitan sejarah perusahaan atap singgora dan proses pembuatannya. Penulisan tersebut mampu memberi kefahaman asas tentang sejarah, bahan, dan proses pembuatan atap singgora dan ini dapat membantu penyelidik dalam proses penambahbaikan atap singgora.

Buku bertajuk ‘Pembinaan Bangunan Tradisional Melayu’ oleh Zulkifli Hanafi (1996) turut mengulas tentang bahan penutup bumbung dalam bab tiga. Perbincangan tentang bahan penutup bumbung bukan hanya memberi tumpuan pada atap genting singgora semata-mata, malahan turut menyentuh tentang atap nipah, rumbia, kayu dan zink. Beliau lebih banyak memberi tumpuan kepada kaedah pembuatan atap singgora berbanding penutup bumbung lain.

Adit Said (1994) dalam penulisan bertajuk, ‘Kelantan: Perusahaan Membuat Atap Bata di Kampung Pengkalan Petah, 1950-an – 1970-an’ membincangkan dengan terperinci berkaitan dengan latar belakang perusahaan bata atap di Kampung Pengkalan Petah. Penulis merujuk atap singgora sebagai atap bata. Beliau berpendapat bahawa perusahaan atap bata ini mempunyai satu ciri yang istimewa kerana dikuasai oleh Melayu Kelantan meskipun sejarah awal perusahaan ini berasal dari Selatan Thailand.

Pada tahun awal 1960-an, terdapat 25 gok membakar atap bata di Pengkalan Petah, jajahan Bacok. Terdapat sebelas pengusaha Melayu dan empat bukan bumiputra. Sebanyak 61 gok didirikan di sepanjang Sungai Kemasin dan 15 gok di Kampung Beris Kubur Besar.

Adit turut menjelaskan tentang keperluan asas dan modal untuk menjalankan perusahaan atap singgora iaitu bangsal, gok, tanah liat, acuan, pekerja dan tapak perusahaan yang berhampiran sungai dan jalanraya. Menurut beliau, proses pembuatan atap bata bermula dengan penyediaan tanah liat, membentuk, menjemur dan membakar. Jelas beliau, kegiatan penanaman tembakau merupakan punca kemerosotan perusahaan atap. Pengusaha atap beralih kepada menanam tembakau kerana permintaan rokok yang tinggi. Setelah Negara merdeka, ekonomi rakyat Kelantan yang semakin baik, membolehkan mereka beralih kepada atap moden seperti zink, asbestos dan konkrit.

Penulisan bertajuk, 'Atap Tanah Liat Singgora' ditulis oleh Intongkong (1986) membincangkan tentang latar belakang sejarah perusahaan atap singgora yang diperkenalkan oleh pedagang Cina di Songkhla pada abad ke-16. Beliau turut memperincikan tentang tempahan atap bata yang dicatatkan pada buku ketua Negeri Songkhla. Tempahan-tempahan telah dibuat semasa Rama III dan Rama IV untuk baik pulih istana dan wat-wat di Ayuthia dan Bangkok. Intongkong (1986) turut menjelaskan tentang proses dan keperluan peralatan untuk membuat atap singgora. Bahan utama ialah tanah liat dari bendang sawah dan tanah tebing sungai atau tanah lembah, manakala peralatan asas yang diperlukan ialah cangkul, acuan kayu dan gok pembakar.

Killmann (1994) bertajuk '*Restoring & Reconstructing The Malay Timber House*' menjelaskan tentang penutup bumbung organik dan bukan organik. Penutup bumbung daripada bahan organik yang dimaksudkan ialah atap nipah, sagu, bertam, jati, lalang, jerami, buluh dan kayu belian. Manakala penutup bumbung daripada kategori bukan organik terdiri daripada bumbung logam, tanah liat terracotta, bentuk buluh, separuh botol. Terdapat juga genting tanah liat bentuk S, Marseilles dan singgora.

Penulis menjelaskan bahawa atap bumbung *terracotta* singgora hanya boleh didapati di Thailand, Kemboja dan Malaysia; Kelantan dan Terengganu. Atap singgora amat nipis iaitu 3-4 mm, berbentuk *rectangular* dan penghujung seakan huruf V. Pada bahagian belakang atap singgora terdapat cangkuk, ia disangkut pada beluti kayu dan disusun secara bertindan. Susunan aturnya adalah kemas dan kelihatan seperti sisik ikan. Genting singgora yang bergerlis atau berlicau digunakan pada istana dan rumah berhala Siam.

1.6.2 Kategori Penambahbaikan Tanah Liat

Kajian literatur merujuk kepada penulisan yang berkait rapat dengan ujikaji saintifik dalam penambahbaikan bahan tanah liat menggunakan campuran pelbagai bahan. Ujikaji saintifik ini bertujuan untuk mendapatkan maklumat berkaitan sifat fizikal dan mekanikal hasil dari campuran tanah liat dengan bahan-bahan lain. Bahan utama yang digunakan terdiri dari tanah liat jenis *stoneware*, *earthenware* dan tanah liat merah. Bahan lain ialah mineral; fritt (fluks), dan bahan sisa industri; debu granit, kaca panel, kaca monitor komputer dan televisyen.

Terdapat juga campuran yang berasaskan sumber tumbuhan seperti fiber tandan buah kelapa sawit, dan minyak kulit biji gajus ke dalam ramuan tanah liat. Kajian tersebut dapat memberi panduan dan kefahaman berkaitan bahan dan metodologi ujikaji yang boleh digunapakai untuk penambahbaikan bahan tanah liat atap singgora.

Penulisan oleh Smith (2005) bertajuk, 'Glass Addition Trials:York Handmade Bricks Co Ltd' membincangkan tentang ujikaji tanah liat untuk pengeluaran bata jongkong, York Handmade Bricks Co Ltd, Britain. Ujikaji menggunakan tanah liat dengan campuran debu kaca kitar semula. Penyelidikan bertujuan untuk mencari jawapan tentang kemungkinan penggunaan kaca kitar semula itu mampu menjimatkan kos bahan atau sebaliknya untuk pengeluaran bata jongkong. Ujikaji ini dijalankan bagi menguji kualiti dan mengukur prestasi bata jongkong yang mengandungi sebanyak 5% dan 10% debu kaca kitar semula dalam jasad tanah liat.

Suhu pembakaran biasa untuk atap jongkong ialah 1000°C, manakala untuk ujikaji, spesimen dibakar lebih rendah iaitu pada suhu 970°C dan 950°C. Pembakaran menggunakan suhu yang rendah dapat mengurangkan kos penggunaan bahan api. Campuran sebanyak 5% dan 10% bahan debu kaca kitar semula dengan tanah liat mampu meningkatkan kekuatan fizikal bata jongkong. Spesimen yang mengandungi 10% debu kaca dan dibakar pada suhu 970°C mencatat keputusan terbaik iaitu 27 Mpa, manakala spesimen 5% debu kaca pada suhu yang sama mencatat 26 Mpa. Pembakaran spesimen yang mengandungi 5% debu kaca pada suhu 950°C, mencatat keputusan yang sama iaitu 25 Mpa.

Spesimen ujikaji menggunakan tanah liat 100% mencatatkan keputusan iaitu 22 Mpa untuk suhu pembakaran 950°C dan 970°C. Ujikaji ini secara jelas menunjukkan bahawa debu kaca kitar semula dapat meningkatkan kekuatan tanah bata jongkong. Metodologi ujikaji kimia dan fizikal seperti XRF, XRD, SEM, MOR, tahap suhu pembakaran dapat dijadikan panduan kepada penyelidik dalam penambahbaikan bahan atap singgora.

Penyelidikan Dondi et. al. (2009) menggunakan kaca monitor komputer dan televisyen sebagai bahan campuran dengan tanah liat untuk produk bata jongkong dan atap genting. Menurut Dondi et. al. (2009), kaca monitor tidak sesuai untuk dikitar semula menjadi kaca, ini kerana terdapat kimia Pb dan Ba-Sr dalam kandungan kaca tersebut. Walau bagaimanapun bahan kaca monitor sesuai dicampur dengan tanah liat untuk pembuatan bata jongkong dan atap genting.

Ujikaji menunjukkan campuran kaca monitor pada tanah liat dapat mengurangkan plastisiti tanah liat dan senang digunakan untuk pembuatan produk. Campuran kaca monitor sebanyak 2% -4% dengan tanah liat adalah praktikal dan sesuai digunakan untuk pembuatan bata jongkong dan atap genting. Penyelidikan Loryuenyong et. al. (2009), juga menggunakan debu kaca kitar semula yang dicampur dengan tanah liat yang digunakan untuk membuat bata jongkong. Ujikaji bertujuan untuk melihat kesan dari campuran kedua-dua bahan dari aspek fizikal dan mekanikal. Debu kaca dicampur sebanyak 15%, 30% dan 45% bersama tanah liat dan dibakar pada suhu 1100°C.

Keputusan ujikaji mencatat keputusan fizikal dan mekanikal yang baik, tanah liat yang bercampur 15%- 30% debu kaca menunjukkan kekuatan setinggi 26-41 Mpa, dan kadar serapan air ialah 2-3%. Keputusan ujikaji tanah liat dengan campuran debu kaca sebanyak 30%, dan dibakar pada suhu 1100°C tidak memberi kesan buruk pada sifat bata jongkong. Berdasarkan keseluruhan ujikaji, keputusan menunjukkan campuran debu

kaca sebanyak 15-30% mencatat keputusan yang baik dari aspek mekanikal dan fizikal. Penyelidikan ini membuktikan bahawa penggunaan kaca kitar semula bersama campuran tanah liat dapat meningkatkan kualiti bata jongkong.

Penyelidikan Vieira et. al. (2004) bertajuk '*Incorporation of granite waste in red ceramics*' membincang tentang penggunaan sisa debu granit dengan tanah liat merah. Sisa debu granit diperolehi dari kilang pemotongan batu granit di daerah Santo Ant^onio de P^adua, Rio de Janeiro, Brazil. Debu granit terlebih dahulu dianalisa komposisi kimia menggunakan XRF dan mikro struktur menggunakan XRD. Seterusnya debu granit dicampur dengan tanah liat merah pada kadar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Spesimen dibentuk dengan menggunakan kaedah penyemperitan (*extrusion*) kemudian dibakar pada suhu pembakaran 970°C menggunakan tanur industri. Setelah melalui proses pembakaran, ujikaji serapan air, dan tekanan lentur (MOR). Alat SEM digunakan untuk mengenalpasti struktur mikro spesimen tanah liat merah.

Berdasarkan keputusan ujikaji, spesimen yang mengandungi 40% debu granit dapat meningkatkan proses penyemperitan (*extrusion*) dan mengurangkan plastisiti tanah liat merah. Kandungan debu granit dapat mempercepat proses pengeringan dan mengurangkan kecutan linear. Selain itu, debu granit berfungsi menjadikan permukaan tanah liat kurang porous dan kadar serapan air turut berkurangan. Walau bagaimanapun keputusan MOR tidak menunjukkan peningkatan kekuatan spesimen tanah liat merah. Metodologi ujikaji penyelidikan ini dapat dijadikan panduan dalam penambahbaikan bahan atap singgora seperti kaedah penyediaan formula, ujikaji: MOR, XRF, XRD dan SEM.

Tajuk penyelidikan, '*Reformulation of roofing tiles body with addition of granite waste from sawing operations*' oleh Monteiro et. al. (2004) menjelaskan berkaitan dengan penyediaan formula tanah liat untuk atap genting menggunakan campuran debu granit dari operasi pengergajian (*sawing*) granit. Penyelidikan ini bertujuan bagi menghasilkan produk seramik yang mempunyai ciri teknologi yang baik dari aspek ketumpatan pukal kering (*dry bulk density*), pengecutan linear, serapan air dan kekuatan mekanikal. Spesimen disediakan dengan menggunakan teknik penyemperitan (*extrusion*) dan suhu pembakaran ialah 850°C sehingga 1000°C. Alat XRD digunakan untuk melihat struktur mikro spesimen yang telah dibakar. Keputusan ujikaji menunjukkan bahawa debu granit dapat mengurangkan plastisiti dan kecutan linear tanah liat. Ujikaji tekanan lentur dan serapan air bagi formula tanah liat dengan campuran 40% debu granit mencatatkan keputusan yang terbaik berbanding formula lain. Penggunaan sisa buangan granit dapat dimanfaatkan untuk menjadi produk komersial.

Penulisan oleh F et. al. (2009) bertajuk, '*Development of Low-Firing B-Fluxed Stoneware Tiles*', menjelaskan mengenai penggunaan bahan yang dikenal sebagai *B-Fritt* pada tanah liat jubin jenis *stoneware*. Formula B-fritt adalah fluks yang berfungsi merendahkan suhu pembakaran jasad *stoneware*. Tanah liat *stoneware* yang dicampur dengan B-fritt akan matang pada suhu 950°C, kadar suhu berkurangan sebanyak 250°C, suhu pembakaran jubin *stoneware* ialah 1200°C. Menurut F, "*This is possible thanks to the addition of a B-rich frit to the mixture composed of quartz, feldspars, and clays. The frit acts as a low-temperature flux and promotes the melting of the feldspars*"(ms. 2571). Campuran bahan B-fritt mampu menjimatkan bahan bakar seperti gas atau elektrik. Menurut penulis yang sama, inovasi bahan B-fritt bukanlah merupakan alternatif yang ekonomikal berbanding penghasilan jubin *stoneware* secara tradisi. Ini di sebabkan oleh harga frit yang tinggi dan tidak praktikal di keluarkan berskala besar.

Penulisan oleh Tiamiyu (2012) bertajuk, '*Effect of clay addition on service properties of a developed OPF–CNSL–formaldehyde roofing material*' amat menarik kerana ujikaji menggunakan bahan berasaskan tumbuh-tumbuhan. Penyelidikan atap yang menggunakan campuran bahan tanah liat, fiber tandan buah kelapa sawit (OPF), getah kulit buah gajus (CNSL) dan *formaldehyde*. Bahan cecair *formaldehyde* merupakan sejenis kimia yang dicampur dengan resin untuk disapu pada lapisan fiber asli bagi meningkatkan kekuatan dan pencantuman. Beliau telah menyediakan beberapa spesimen yang mengandungi campuran tanah liat, OPF, CNSL dan *formaldehyde* mengikut sukatan tertentu. Spesimen komposit ini dibiarkan kering sebelum uji kaji tekanan lentur dijalankan.

Spesimen komposit yang tidak dicampur dengan tanah liat mencatat keputusan yang lemah iaitu 0.67 Mpa. Seterusnya sebanyak 25% bahan tanah liat ditambah kedalam campuran komposit, keputusan meningkat kepada 4.49 Mpa. Spesimen berikut, bahan tanah liat dicampur sebanyak 30% dan keputusan turut meningkat kepada 5.33 Mpa. Tiamiyu (2012) menjelaskan bahawa tanah liat berfungsi sebagai bahan pengikat dan penguat dalam spesimen komposit untuk ujikaji MOR. Ujikaji tersebut membuktikan bahawa penambahan dan pengurangan sesuatu bahan mampu memberikan keputusan yang berbeza, ia juga perlu melalui proses *trial and error* sebelum memperolehi keputusan yang memuaskan. Metodologi ujikaji ini boleh digunakan dalam penambahbaikan bahan atap singgora.

Penyelidikan oleh Johari et. al. (2010) bertajuk, '*Effect of the Change of Firing Temperature on Microstructure and Physical Properties of Clay Bricks from Beruas (Malaysia)*', mengkaji tentang kesan suhu pembakaran terhadap struktur mikro dan sifat fizikal tanah liat bata jongkong di Beruas, Perak. Dalam ujikaji ini, suhu pembakaran

bata jongkong ditetapkan kepada 800°C ke 1250°C. Berdasarkan kepada keputusan ujikaji suhu yang berbeza menunjukkan perubahan pada struktur mikro, ketahanan, serapan air dan porositi. Keputusan ujikaji menjelaskan suhu pembakaran yang optima untuk tanah liat bata jongkong ialah 1200°C. Pada suhu pembakaran 1000°C ke 1250°C kadar porositi tanah liat bata jongkong menurun dari 39.33% kepada 5.8%. Ujikaji tekanan lentur menunjukkan keputusan MOR yang terbaik iaitu 89.5 Mpa pada suhu pembakaran 1200°C. Ini menjelaskan bahawa kesan pembakaran mampu meningkatkan struktur mikro dari segi porositi dan sifat fizikal tanah liat bata jongkong. Kaedah ujikaji kesan pembakaran suhu terhadap bata jongkong juga boleh digunapakai untuk ujikaji penambahbaikan tanah liat atap singgora.

Penyelidik telah menetapkan suhu pembakaran formula atap singgora pada suhu 800°C, 900°C dan 1000°C, suhu tersebut dipilih berdasarkan jenis tanah liat *earthenware* dan keupayaan suhu pembakaran gok atau tanur pengusaha atap singgora KPBB iaitu di bawah 1000°C. Dengan menetapkan suhu pembakaran yang rendah (800°C, 900°C dan 1000°C), penggunaan bahan bakar dapat dijimatkan. Pengusaha juga boleh menggunakan formula penyelidik dan dibakar dengan menggunakan gok di tapak perusahaan mereka.

Merujuk kepada tajuk-tajuk kajian lepas adalah jelas membuktikan bahawa tajuk kajian penyelidik adalah tidak sama dengan penulis sebelum ini, walaupun korpus kajian adalah sama iaitu tentang atap singgora. Kajian penyelidik menumpukan kepada perusahaan atap singgora, KPBB dari aspek yang berbeza. Terdapat juga penulis lain yang membincangkan tentang perusahaan atap singgora Kampung Pengkalan Petah, Pengkalan Cina dan Kampung Raja, Besut.

Dalam penyelidikan ini, kaedah ujikaji digunakan dalam penambahbaikan bahan tanah liat. Penyelidik menggunakan tanah liat dengan campuran bahan mineral untuk meningkat kekuatan atap singgora, manakala penyelidik lain mengkaji bahan-bahan dari sisa industri dan bahan kitar semula seperti debu granit, debu kaca, dan fiber kelapa buah kelapa sawit dalam menambak tanah liat. Selain ujikaji, penyelidik juga mencadangkan *product development* iaitu mereka bentuk prototaip atap singgora dalam mempelbagaikan reka bentuk dengan susun atur yang lebih ekonomikal.

1.7 Organisasi Penyelidikan

Inti pati penyelidikan membincangkan tentang korpus kajian iaitu bahan seni bina iaitu atap singgora. Penyelidikan ini mempunyai sebanyak tujuh bab yang antara lain membincangkan;

Bab satu mengandungi bahagian pengenalan, permasalahan kajian, objektif kajian, persoalan kajian, kajian literatur dan organisasi tesis. Untuk kajian lepas, penyelidik membahagi kepada dua kategori, pertama penulisan yang membincangkan berkaitan dengan atap singgora. Kategori ke dua, menjelaskan kaedah saintifik yang digunakan untuk penambahbaikan bahan tanah liat.

Dalam bab dua, perbincangan adalah berkaitan dengan sejarah ringkas perusahaan atap singgora KPBB. Perusahaan tradisi ini merupakan yang terakhir terdapat dalam negara, khususnya di negeri Kelantan. Bab ini juga menjelaskan tentang bahan dan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan atap singgora.

Bab tiga membincangkan tentang metodologi penyelidikan kuantitatif dan kualitatif dalam penyelidikan ini. Metodologi ujikaji menjelaskan tentang ujikaji kimia dan fizikal dalam menguji formula tanah liat singgora oleh penyelidik. Bab ini juga menjelaskan berkaitan dengan bahan yang digunakan dalam ujikaji dari segi sifat dan fungsinya.

Dalam bab empat, penyelidik mengkaji penggunaan atap singgora pada seni bina negeri Kelantan dan Terengganu. Perbincangan menyentuh tentang seni bina tradisi dan semasa iaitu rumah, masjid, ketik Buddha, istana, dan wakaf di Kelantan dan Terengganu. Bab ini penting untuk menjelaskan bahawa atap singgora masih relevan digunakan pada seni bina tempatan pada masa kini.

Bab lima pula fokus kepada analisa keputusan metodologi ujikaji yang digunakan dalam penambahbaikan bahan tanah liat. Perbincangan analisa keputusan berkaitan dengan ujikaji XRF; analisa kimia tanah, XRD; analisa morfologi tanah liat; SEM; analisa struktur mikro, uji kaji fizikal; kecutan pengeringan, kecutan pembakaran, serapan air, dan MOR; ujian tekanan lentur.

Perbincangan bab enam berkaitan dengan penambahbaikan reka bentuk prototaip singgora baru. Penjanaan idea ditampilkan berdasarkan pemasalahan reka bentuk yang berbangkit. Selain aspek estetika, faktor kesesuaian bahan, saiz dan reka bentuk rumah turut diberi perhatian. Pembinaan prototaip atap singgora baru dibincangkan bermula dari penyediaan tanah liat, teknik acuan tekan, pengeringan dan akhir sekali pembakaran. Bab ini turut membincangkan komentar terhadap prototaip singgora baru oleh pakar dan yang arif dengan atap singgora. Mereka terdiri dari tukang rumah, pengusaha atap, pengukir, dan pengusaha resort.