


“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini memadai dari segi konsep dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)”

Tandatangan :   
Nama Penyelia : EN. WAN MOHD. FARID BIN  
WAN MOHAMAD  
Tarikh : MEI 2007

PEMBANGUNAN ALOI ALUMINIUM TERKIMPAL DENGAN RETAK  
PERMUKAAN SEBAGAI SPESIMEN UJIAN TANPA MUSNAH (NDT)


ESMA NIZA BIN NAWI

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi  
sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan  
Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan :   
Nama Penulis : ESMA NIZA BIN NAWI  
Tarikh : MEI 2007

Untuk kedua ibu bapa tersayang

Encik Nawi Bin Ismail dan Puan Zaiton Binti Ibrahim

Adik-beradik Saya

Ali Azizi

Siti Puteh Banu

Mastizana

Alera Azean

Zenty Elyana

Ezwan Naim

Sanak saudara yang lain, kawan lelaki dan kawan perempuan..

## PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari.

Dikesempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia En.Wan Mohd Farid B. Wan Mohamad kerana bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih kurang setahun. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar dibawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Saya juga ingin mengucapkan berjuta-juta terima kasih kepada juruteknik yang berpengalaman iaitu Encik Rizal dan Encik Rashdan diatas pertolongan yang telah diberikan semasa kajian dilakukan. Tanpa pertolongan tersebut tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada kawan-kawan yang mana telah banyak memberi pertolongan dan dorongan dalam menyiapkan tesis ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah tesis ini disiapkan. Jutaan terima kasih kepada semua.

## ABSTRAK

Kajian adalah mengenai penyediaan spesimen piawai dari bahan aloi aluminium dengan pelbagai retak pada permukaan tempat kimpalan dan dikesan menggunakan teknik NDT. Objektif kajian ini adalah untuk mengetahui ukuran piawai spesimen, teknik penghasilan retak permukaan spesimen, jenis kimpalan yang digunakan dan teknik pengesahan yang digunakan Fabrikasi bagi spesimen adalah 300X300X12mm mengikut ukuran piawai ASTM. Spesimen akan disediakan ukuran piawai sebelum proses pemotongan dilakukan menggunakan mesin *Bandsaw*. Spesimen yang telah siap dipotong akan dikimpal menggunakan kimpalan TIG. Bagi penghasilan retak, spesimen akan dipanaskan pada suhu di atas takat lebur sebelum dihentam menggunakan penumbuk besi metallurgi. Bagi pengesahan retak, Ujian Ultrasonik dan Ujian Pemeriksaan Visual dilakukan. Spesimen yang dihasilkan adalah terdiri daripada 4 spesimen dengan sambungan V dan 2 spesimen sambungan T. Keretakan yang dihasilkan adalah terdiri daripada *Toe crack*, *Centre crack*, dan *Incomplete crack*. Panjang retak yang dihasilkan adalah berbeza antara satu sama lain, bergantung kepada jenis retak iaitu dalam lingkungan 10 milimeter hingga 20 milimeter.

## ABSTRACT

The research is concern to prepared standard specimens from alloy non-ferrous with surface crack at welded area and validation by using technique in Non Destructive Testing ( NDT ). The objective of this study is to know the size of the standard specimen, what types of the suitable welding, how the crack produce, and the using technique in NDT to validate the crack. The dimension for this standard spesimen is 300X300X12mm and follows the ASTM. The first step is specimen size will measure before the cutting process is doing with bendsaw machine. TIG welding will be used to welded the specimen. To produce crack, the specimen will be heating at the melting point and then imposed shock force to specimen. Revenue from this TIG welding, crack production technique will be checking with Ultrasonic Testing and Visual Inspection. From this study 2 types of specimens will be prepared with 4 specimens for V shape and 2 specimens for T joint. This specimens produced is consisting of 3 specimens with different crack propagation. From this specimens the crack that will produce is Toe crack, Centre crack, and Incomplete crack. Crack length that producing is different with one another within 10 millimeters to 20 millimeters.

**ISI KANDUNGAN**

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
	1.1 Objektif Kajian	4
	1.2 Skop Kajian	5
	1.3 Aplikasi Kajian	7
	1.4 Masalah Yang Dihadapi	8
<b>2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
	2.1 Sejarah Pembangunan Retak Permukaan	10
	2.2 Teknik Fabrikasi	15
	2.3 Aloi Aluminium	17
	2.4 Ujian Tanpa Musnah (NDT)	24
<b>3</b>	<b>METHODOLOGI</b>	
	3.1 Pengenalan	29
	3.2 Prosedur, Bahan, dan Peralatan	31
	3.3 Penyediaan Sampel	31
	3.4 Teknik Kimpalan	34



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	3.5 Teknik Penghasilan Retak	38
	3.6 Teknik Pengesanan Retak	39
<b>4</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
	4.1 Pengenalan	45
	4.2 Ujian Ultrasonik	46
	4.2.1 Spesimen Dengan Sambungan 'V'	46
	4.2.2 Spesimen Dengan Sambungan 'T'	52
	4.3 Ujian Pemeriksaan Visual	56
	4.3.1 Spesimen dengan sambungan 'V'	56
	4.3.2 Spesimen Dengan Sambungan 'T'	59
<b>5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
	5.1 Pengenalan	62
	5.2 Arus Kimpalan Dan Saiz Elektrod	62
	5.3 Keretakan Yang Terhasil	63
	5.4 Ukuran Piawai Spesimen	64
	5.5 Teknik Ujian Tanpa Musnah	65

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>6</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN PENAMBAHBAIKAN</b>	
6.1	Kesimpulan	67
6.2	Cadangan Penambahbaikan	70
	<b>RUJUKAN</b>	72
	<b>LAMPIRAN A</b>	74
	<b>LAMPIRAN B</b>	76
	<b>LAMPIRAN C</b>	78

## SENARAI JADUAL

NO JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1	Spesifikasi tentang Tungsten Elektrod Pengisar	18
2	Spesifikasi kimia bagi Aloj Aluminium Gred 7075	20
3	Penentuan spesifikasi bagi kimpalan TIG	37
4	Spesifikasi nilai yang digunakan dalam kimpalan TIG	38
5	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	47
6	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	49
7	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	50
8	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	51
9	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	53
10	Nilai yang digunakan semasa menjalankan Ujian Ultrasonik	55
11	Keputusan Ujian Ultrasonik yang diperolehi	55
12	Keputusan Ujian Pemeriksaan Visual yang diperolehi	61

<b>NO JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
13	Pemerhatian Yang Diperolehi Semasa Kimpalan Dengan Menggunakan Arus Yang Berbeza	63
14	Jadual pengesahan keputusan	69

## SENARAI RAJAH

NO RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1	Contoh kecacatan pada spesimen	3
2	Contoh spesimen yang akan cuba dihasilkan	6
3	Retak Yang Akan Dihasilkan	6
4	Hasil dari kajian yang dilakukan oleh T. Just, G. Csapo	12
5	Carta bagaimana model-model arus elektrik muat dengan suatu ambang yang komprehensif bagi Perkembangan Retak	13
6	Hasil Rakaman Mikroskop Digital pada Perluasan Retak bagi Sudut Pembebanan $\alpha = 600$	14
7	Peralatan Kimpalan TIG	15
8	Gambaran cara penambahan elektrod penambah	16
9	Kimpalan TIG pada plat aloi aluminium	21
10	Kaedah penggunaan elektrod penambah	22
11	Kaedah kerja dan penetapan alatan bagi kimpalan TIG	23
12	Teknik kerja pengendalian kimpalan TIG	24
13	Penarikan fluks magnet ke kawasan kecacatan	26

NO RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
14	Kecacatan yang dikesan menggunakan teknik Ujian Radiografi	27
15	Keelektromagnetan dalam Ujian Arus Pusar	28
16	Carta alir bagi perjalanan kajian	30
17	Ukuran piawai bagi bahan spesimen	31
18	Mesin Bandsaw bagi kerja-kerja fabrikasi	32
19	Ukuran piawai bagi bahan spesimen	33
20	Elektrod Tungsten Dengan Mata Tajam	35
21	Teknik pengendalian kimpalan TIG	36
22	Teknik ultrasonik dalam mengesan retak	40
23	Transduser bersudut	41
24	Segitiga <i>Sound Path</i>	43
25	Pantulan <i>Sound Path</i>	43
26	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	47
27	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	48
28	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	50
29	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	51
30	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	53
31	Spesimen serta graf keputusan yang diperolehi	54
32	Kecacatan pada bahan spesimen	56
33	Kecacatan pada bahan spesimen	57

<b>NO RAJAH</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
34	Kecacatan pada bahan spesimen	58
35	Kecacatan pada bahan spesimen	58
36	Kecacatan pada bahan spesimen	59
37	Kecacatan pada bahan spesimen	60

## SENARAI RINGKASAN

### SIMBOL

$\theta$

Hz

$\mu\text{m}$

Mpa

### MAKSUD

Sudut

Frekuensi

Micrometer

Megapaskal

### SINGKATAN

GTAW

TIG

NDT

MINDT

TWI

TATI

ASME

SEM

AISI

ASTM

### MAKSUD

Gas Tungsten Arc Welding

Tungsten Inert Gas

Non Destructive Testing

Malaysia Institute Non Destructive Testing

The Welding Institute

Terengganu Advanced Technical Institute

American Society Of Mechanical Engineers

Society for Experimental Mechanics

American International Supply Inc

American Standard Test Material



## **BAB 1**

### **Pengenalan**

Kajian yang dilakukan ini adalah untuk menghasilkan spesimen aloi aluminium terkimpal dengan retak permukaan sebagai spesimen Ujian Tanpa Musnah. Ianya boleh di bahagikan kepada beberapa bahagian seperti pembangunan spesimen berukuran piawai (aloi aluminium) yang mempunyai permukaan retak. Sejarah perkembangan spesimen piawai ini telah dihasilkan dalam abad ke 19. Penyediaan spesimen berukuran piawai ini melibatkan banyak faktor seperti pemilihan jenis spesimen yang hendak digunakan, ukuran untuk saiz spesimen yang mengikut piawai antarabangsa, jenis sambungan untuk spesimen, teknik kimpalan yang digunakan, serta ujian yang akan dilakukan untuk mengesahkan retak yang terhasil.

Retak terbahagi kepada banyak jenis, termasuklah retak permukaan, retak lesu, dan sebagainya. Retak di komponen-komponen jentera dan lain-lain struktur biasanya tidak membawa kepada kemusnahan langsung, tetapi menjejaskan keselamatan sehingga retak membesar untuk satu saiz tertentu. Kecuali malapetaka yang tidak dapat dielakkan seperti gempa bumi, banyak kemalangan yang menyebabkan kerosakan dan kemusnahan adalah disebabkan sama ada dengan tidak nampak retak besar, atau oleh satu kegagalan untuk mengesan pertumbuhan retak yang berlaku. Saiz diizinkan untuk satu rekahan bergantung kepada bahan dan bentuk retak.

Kajian yang dilakukan ini akan mengkaji tentang retak permukaan yang berlaku pada bahan spesimen, terutama pada kawasan kimpalan. Bahan spesimen yang digunakan adalah Aloi Aluminium Grade 7075, dan kimpalan TIG akan digunakan kerana kesesuaiannya dengan bahan spesimen yang digunakan. Blok spesimen yang akan digunakan dalam menjalankan kajian ini adalah berukuran 30x30x1.2 sentimeter. Sebanyak dua jenis teknik kimpalan akan digunakan dalam menjayakan kajian ini. Bagi mengesan retak yang berlaku pada permukaan bahan spesimen, teknik Ujian Tanpa Musnah (NDT) akan digunakan.

Retakan permukaan biasanya berlaku di pelbagai bahan, termasuk kaca, logam, dan lumpur. Retak ini sering berlaku akibat dari tekanan dan pengecutan kawasan permukaan benda. Retak mula berlaku apabila dikenakan tekanan yang tinggi dan disebabkan oleh takuk, lubang-lubang, atau perubahan tiba-tiba dalam geometri. Bahagian yang terbesar daripada hayat lesu akan memulakan retak di satu takuk berakar dan retak akan membesar dengan mewujudkan retak ketebalan melalui rekah ke dalam. Retak kecil dari segi fizikal akan meningkat dengan lebih cepat jika tidak di baiki.

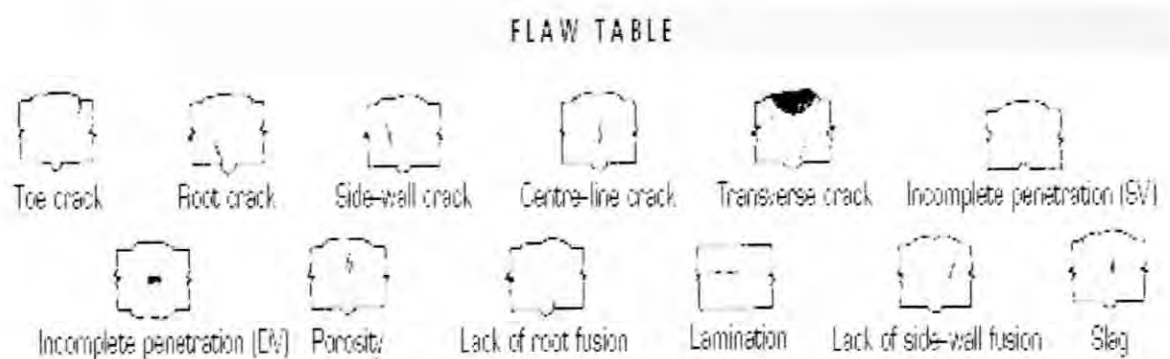
Berkenaan dengan kemudahan-kemudahan nuklear, saiz-saiz retak yang diizinkan adalah julat dari beberapa milimeter (mm) kepada beberapa mikrometer ( $\mu\text{m}$ ). Pemeriksaan berkala dengan menggunakan teknik NDT adalah satu kaedah berguna untuk mengesan kehadiran retak. Bagaimanapun, pemeriksaan berkala biasanya tidak dijalankan pada setiap waktu dan oleh itu ia berpotensi menjadi retak kekal yang serius yang sukar untuk dikesan.

Tambahan pula, ia sukar untuk meramalkan bila dan ke mana satu rekahan akan berlaku, dan kawasan penjagaan mungkin sangat besar. Dengan jelas, ada satu keperluan untuk pemantauan sistem-sistem yang boleh mengesan dengan kerap bagi mengenalpasti retak di struktur-struktur mekanikal. Sistem-sistem seperti ini juga berfaedah dari segi

ekonomi, iaitu mengurangkan kos membaikpulih, mengekalkan struktur bahan sedia ada, dan meningkatkan jangka hayat struktur.

Dua pertimbangan yang penting untuk teknik-teknik pengawalan perkembangan retak adalah pengesanan dan sukatan retak yang tepat. Bagaimanapun, kos bagi sistem-sistem pengawalan retak melakukan kedua-dua fungsi ini adalah mahal sekali, dan oleh itu ia adalah lebih praktikal membahagikan fungsi-fungsi ini ke dalam dua bentuk, iaitu dalam bentuk pengawalan utama bagi mengesan retak, dan juga melakukan percubaan-percubaan yang tepat bagi setiap ukuran dimensi retak.

Peretakan adalah satu masalah utama dalam kimpalan aloi aluminium. Ini adalah disebabkan oleh banyak faktor, termasuklah pengembangan haba yang agak tinggi bagi aluminium, perubahan yang besar dalam isipadu dari pemejalan dan lebar julat pemejalan lingkungan suhu. Kemasukan haba yang tinggi, akibat daripada ketinggian arus dan pengurangan kelajuan kimpalan, peningkatan tegasan haba, pengecutan pemejalan dan sebahagiannya mencairkan rantau, oleh itu akan menyumbang kepada pemejalan pateri yang dilekangkan dan pemisahleburan peretakan. Walaubagaimanapun, penyatuan pemejalan retak boleh dikawal dengan berkesan dengan menggunakan logam terpilih, bahan tambah pengisi aloi atau logam asas. (Rujuk Rajah 1).



Rajah 1 : Contoh kecacatan pada spesimen

## 1.1 Objektif Kajian

Setiap kerja atau perkara yang dilakukan mestilah mempunyai objektifnya yang tersendiri. Oleh itu, dalam menjalankan kajian ini, beberapa objektif yang berkaitan dengan tajuk kajian telah disenaraikan. Antaranya adalah dalam mengenalpasti bentuk dan saiz retak spesimen aloi aluminium terkimpal berdasarkan piawai NDT yang tertentu. Ini penting bagi mengetahui berkaitan retak yang berlaku terhadap spesimen dan kesan kimpalan pada bahan spesimen. Terdapat beberapa jenis teknik kajian NDT bagi mengesan keretakan yang berlaku, seperti Ujian Ultrasonik, Pemeriksaan Visual, Cecair Penetran, Ujian Zarah Magnetic, Ujian Arus Pusar, dan Ujian Radiografi.

Objektif lain bagi kajian yang dijalankan ini adalah dalam mengenalpasti teknik kimpalan yang sesuai untuk menghasilkan spesimen dengan retak permukaan. Dalam kajian ini, kimpalan jenis TIG telah dipilih kerana kesesuaiannya dengan bahan spesimen yang digunakan, iaitu aloi aluminium. Terdapat beberapa jenis teknik kimpalan, tetapi hanya dua jenis teknik kimpalan yang dipilih untuk mengimpal bahan spesimen iaitu teknik jenis 'V', dan 'T'. Selain daripada teknik kimpalan tersebut, terdapat beberapa lagi teknik kimpalan lain seperti teknik jenis sambungan 'Y', 'Double V', 'Nozzle', dan 'Node'. Pemilihan jenis teknik-teknik kimpalan tersebut adalah kerana teknik tersebut agak senang di lakukan dan kerana teknik-teknik tersebut sesuai dengan bahan spesimen yang digunakan, iaitu rata dan berbentuk segi empat. Teknik jenis 'Nozzle' dan 'Node' memerlukan bahan spesimen dari jenis yang melengkung dan bulat.

Selain itu, kajian ini adalah bagi mengenalpasti beberapa penghad dalam penggunaan teknik NDT yang mempengaruhi pengesanan retak. Dalam kajian ini, teknik NDT akan digunakan bagi mengesan retak pada permukaan bahan spesimen dan penghad bagi teknik-teknik tersebut akan dikenalpasti. Sebanyak tiga bahan spesimen

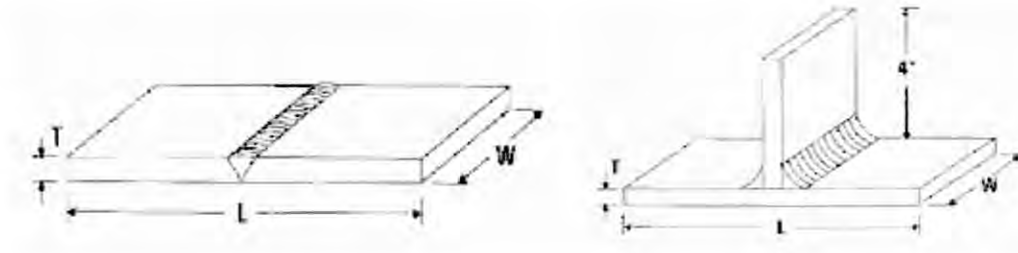
yang berbeza teknik kimpalan akan dikaji tahap keretakan permukaannya menggunakan teknik NDT.

## 1.2 Skop Kajian

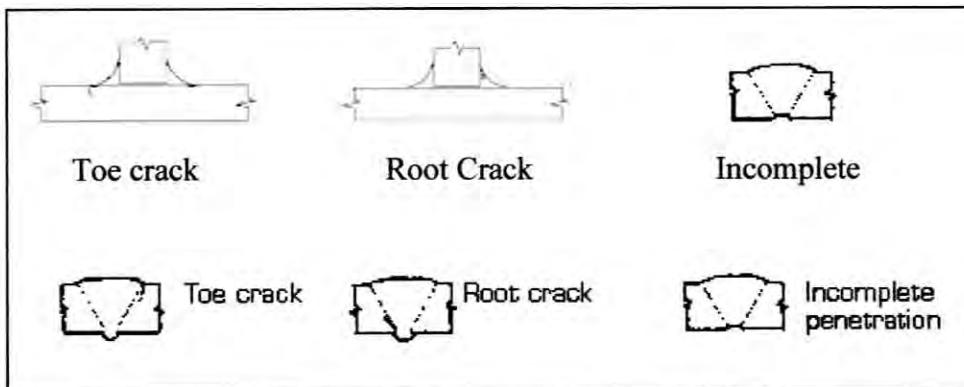
Skop kajian adalah penting dalam melihat ringkasan keseluruhan kajian yang dijalankan. Tanpa skop kajian, penilai atau orang luar susah memahami atau menilai perkembangan kajian yang dijalankan.

Dalam kajian yang dilakukan skop pertama yang telah ditetapkan adalah seperti spesimen berukuran piawai yang akan dibangunkan. Pada peringkat permulaan kajian pemilihan jenis aloi aluminium perlu dilakukan untuk menetapkan objektif kajian ini. Terdapat banyak jenis aloi aluminium yang terdapat di dalam industri di Malaysia. Selepas pemilihan dibuat, saiz spesimen berukuran piawai perlu diketahui berdasarkan ukuran yang telah ada sebelum ini. Ini penting dalam memastikan kajian yang dijalankan mendapat pengiktirafan.

Skop kedua yang di tetapkan adalah bilangan spesimen yang akan dihasilkan. Dalam kajian ini, dua bentuk spesimen yang akan dihasilkan iaitu spesimen berbentuk sambungan '*single V*' dan spesimen berbentuk 'T'. Untuk kedua-dua bentuk spesimen, tiga jenis retak akan cuba dihasilkan iaitu *toe crack*, *root crack*, dan juga *incomplete penetration*. Secara keseluruhan enam spesimen yang berbeza akan cuba dihasilkan. Rajah dibawah menunjukkan contoh dan jenis sambungan yang akan dihasilkan.



Rajah 2 : Contoh spesimen yang akan cuba dihasilkan



Rajah 3 : Retak Yang Akan Dihasilkan

Skop kedua yang boleh diketengahkan adalah teknologi yang akan digunakan untuk menghasilkan retak pada spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan. (Rujuk Rajah 3). Dalam kajian sebelum ini terdapat banyak teknologi yang dihasilkan oleh syarikat-syarikat yang menghasilkan spesimen berukuran piawai ini. Namun teknologi yang dihasilkan adalah menjadi sebahagian daripada rahsia syarikat bagi mengelakkan ianya ditiru oleh syarikat lain. Dalam kajian yang dilakukan ini, penggunaan teknologi yang sedia ada akan digunakan dan dalam pada itu penggunaan teknologi baru akan diketengahkan untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai.

Skop ketiga yang ada adalah kaedah penggunaan ujian yang akan digunakan untuk mengesahkan retak yang terhasil daripada kajian ini. Terdapat banyak kajian yang dilakukan sebelum ini bagi jenis-jenis ujian yang boleh digunakan dalam mengesahkan retak pada permukaan yang dihasilkan. Ujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan Ujian Ultrasonik, dan Ujian Pemeriksaan Visual. Jenis ujian yang akan dipilih adalah berdasarkan kepada penggunaannya pada masa kini dan juga peluang untuk diperkembangkan pada masa akan datang.

### **1.3 Aplikasi Kajian**

Kajian yang dilakukan ini merangkumi kerja-kerja yang berkaitan dengan industri berat. Oleh itu, hasil kajian ini akan diaplikasikan di dalam bidang-bidang yang berkaitan industri berat. Antaranya adalah mengaplikasikan di dalam bidang-bidang jentera berat, seperti automotif, aero angkasa, perkapalan dan sebagainya. Ia digunakan semasa proses pembuatan dengan setiap bahan logam yang digunakan akan dikaji tahap keretakannya. Selain itu, setiap enjin kapal terbang akan di baik pulih (overhaul) pada satu tempoh masa yang telah ditetapkan, dan pemeriksaan pada setiap perkakasan enjin akan dilakukan bagi memeriksa keretakan yang mungkin berlaku.

Aplikasi lain adalah di dalam industri gas dan pembentungan, seperti penyaluran minyak dan termal bendalir. Pembentung biasanya menggunakan bahan logam seperti aloi aluminium dan besi tahan karat. Pengesanan retak di dalam industri ini sangat penting kerana retak yang berlaku akan mengakibatkan pengurangan dan kerosakan pada pembentung. Jika pembentung mengalami keretakan yang mengakibatkan pengurangan dan kerosakan, ia akan memberi kesan keatas gas dan bahan bendalir yang dialirkan melalui pembentung tersebut, seperti mengakibatkan gas dan bahan bendalir tersebut menjadi kotor dan tercemar.

Selain itu, kajian yang dilakukan ini juga diaplikasi bagi mengkaji kesan keretakan pada struktur rasuk seperti pada jambatan dan bangunan. Ini bagi mengesan jika berlakunya keretakan pada struktur rasuk yang boleh menimbulkan masalah yang besar, terutamanya rasuk jambatan dan bangunan yang boleh menyebabkan berlakunya kerosakan yang teruk dan runtuh. Keretakan yang kecil jika tidak ditegah akan menyebabkan keretakan menjadi bertambah besar dan akan menyebabkan berlaku kejadian yang tidak diinginkan. Biasanya, keretakan berlaku pada penyambung rasuk, iaitu pada tempat kimpalan. Pemeriksaan perlu dilakukan bagi mengkaji keretakan yang berlaku serta tempoh selamat bagi struktur rasuk tersebut digunakan.

#### **1.4 Masalah Yang Dihadapi**

Dalam menjalankan kajian ini, beberapa masalah yang agak rumit telah dihadapi. Ini kerana bidang kajian yang dijalankan ini masih belum agak maju di dunia amnya dan di Malaysia khususnya. Antara masalah yang dihadapi adalah dalam memilih bahan spesimen, jenis dan spesifikasi aloi aluminium sukar ditentukan kerana selain jenisnya yang banyak, kesesuaiannya dengan kajian yang akan dilakukan perlu diambil kira dan ditentukan terlebih dahulu. Tidak semua aloi aluminium sesuai bagi dijadikan bahan spesimen bagi tujuan mengkaji retak pada kawasan kimpalan.

Selain itu, hanya terdapat satu syarikat sahaja yang membekalkan bahan spesimen dari jenis aloi aluminium, iaitu syarikat British Institute of Non-Destructive Testing (BINDT) yang bertempat di United Kingdom. Oleh itu, adalah sukar bagi mendapatkan sampel spesimen dan harga yang ditawarkan adalah mahal. Selain itu, teknik-teknik bagi membuat retak juga menjadi rahsia syarikat dan tidak didedahkan kepada umum.