

“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 WAN  
MOHAMAD

Tarikh

: MEI 2007

PEMBANGUNAN ALOI FERUS TERKIMPAL DENGAN RETAK PERMUKAAN  
SEBAGAI SPESIMEN UJIAN TANPA MUSNAH


MOHAMAD SYAHRUL ASWADI MOHAMAD

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 : MOHAMAD SYAHRUL ASWADI MOHAMAD

Tarikh : MEI 2007

Untuk kedua ibu bapa tersayang,

Encik Mohamad Bin Abdullah dan Puan Hasima Binti Hassan

Adik-adik saya

Mohd Firdaus Adni

Mohd Faisal

Mohd Fadhli

Nur Atikah

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 sempurnanya. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari. Segala rintangan dan halangan yang dihadapi dapat diselesaikan dengan tekun dan sabar.

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

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada En Lee Yuik Choi , En Zairul Azhar, Pn Zakiah kerana telah memberi pandangan serta cadangan penambahbaikan projek ini. Tanpa pandangan daripada mereka mungkin laporan ini tidak akan dapat disiapkan dengan jayanya.

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 ini 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 laporan ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah laporan ini disiapkan. Terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung dan juga tidak langsung dalam menyiapkan laporan ini.

## ABSTRAK

Kajian yang dilakukan adalah berkaitan dengan retak permukaan bagi aloi ferus dan pengesanan keretakan dengan menggunakan ujian yang terdapat di dalam bidang Ujian Tanpa Musnah (NDT). Objektif kajian ini adalah untuk mengetahui ukuran piawai spesimen, teknik penghasilan retak permukaan spesimen, jenis kimpalan yang digunakan dan teknik pengesanan yang digunakan. Pada peringkat permulaan ukuran piawai spesimen akan disediakan sebelum pemotongan dilakukan. Kimpalan arka akan digunakan bagi menghasilkan retak pada permukaan spesimen. Hasil daripada kimpalan ini, teknik penghasilan retak akan dibuat. Ujian Zarah Magnetik dan Ujian Ultrasonik digunakan untuk pengesanan retak. Daripada kajian ini sebanyak dua jenis spesimen disediakan iaitu bentuk V dan juga bentuk T. Setiap bentuk spesimen yang dihasilkan adalah terdiri daripada tiga spesimen yang mempunyai retak yang berlainan. Antara retak yang dihasilkan adalah *toe*, *root*, *porosity*, *center crack*. Teknik yang digunakan untuk menghasilkan retak adalah dengan memanaskan spesimen kurang daripada takat lebur dan akan dikenakan daya hentakan pada spesimen. Selain itu juga bendasing akan dimasukkan semasa kerja kimpalan dilakukan. Panjang retak yang terhasil adalah berbeza antara satu sama lain. Panjang retak ini adalah di dalam lingkungan 10 hingga 30 mm bagi jenis retak yang dihasilkan.

## ABSTRACT

The research is belong to specimens of alloy ferrous with surface crack and validation by using technique in Non Destructive Testing (NDT) The objective of this research is to know the standard specimen, technique to produce crack, the types of welding which is will be use and the validation technique. The objective of this study is to know the size of the standard specimen, how the crack produce, what types of the welding and the using technique in NDT to validate the crack. The first step is standard specimen size will measure before the cutting process is doing. Arc welding will be used to developed crack on the specimens surface. Revenue from this arc welding, crack production technique will be checking with Magnetic Particle Testing and Ultrasonic Testing. From this study two types of specimens will be prepared with is V shape and T joint. This specimens produced is consisting of three specimens with different crack propagation. From this specimens the crack that will produce is toe, root, porosity, center crack. The technique that produce crack is warm specimen less than melting point and will be imposed shock force to specimen. Besides that impurity will be inserting during welding process. Crack length that producing is different with one another within 10 to 30 mm.



**KANDUNGAN**

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
1.1	Latar Belakang Kajian	1
1.2	Objektif Kajian	4
1.3	Skop Kajian	6
1.4	Penyataan Masalah	8
1.5	Aplikasi Kajian	11
<b>2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
2.1	Sejarah Pembangunan Retak Permukaan	12
2.2	Teknologi Dalam Penghasilan Retak	15
2.3	Teknik Kimpalan	16
2.4	Teknik Pengesahan Retak	23
2.5	Keluli Karbon	29

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGI</b>	
3.1	Pengenalan	31
3.2	Bahan Mentah, Peralatan, Dan Prosedur Kajian	32
3.3	Fabrikasi Ukuran Piawai	34
3.4	Kimpalan Ke Atas Spesimen	36
3.5	Teknik Retak Pada Permukaan	38
3.6	Ujian Pengesahan Retak	38
	3.6.1 Ujian Zarah Magnetik	39
	3.6.2 Ujian Ultrasonik	41
<b>4</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
4.1	Pendahuluan	44
4.2	Fabrikasi Spesimen	45
4.3	Teknik Kimpalan	46
4.4	Teknik Penghasilan Retak	47
4.5	Ujian Pengesahan Retak	48
	4.5.1 Ujian Zarah Magnetik	48
	4.5.2 Ujian Ultrasonik	51

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
5.1	Pengenalan	53
5.2	Arus Kimpalan Dan Saiz Elektrod	53
5.3	Keretakan Yang Terhasil	55
5.4	Spesimen Berukuran Piawai	56
5.5	Teknik Ujian Tanpa Musnah	57
<b>6</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN PADA MASA DEPAN</b>	
6.1	Kesimpulan	59
6.2	Cadangan Pada Masa Depan	61
	<b>RUJUKAN</b>	62
	<b>LAMPIRAN A</b>	64
	<b>LAMPIRAN B</b>	66
	<b>LAMPIRAN C</b>	68
	<b>LAMPIRAN D</b>	70

## SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1	Bentuk , Jenis Dan Kuantiti	32
2	Spesifikasi Elektrod Yang Digunakan	37
3	Ukuran Bagi Spesimen	46
4	Penggunaan Arus Dan Elektrod	46
5	Teknik Penghasilan Retak	48
6	Pemerhatian Yang Diperolehi Berdasarkan Ujian Zarah Magnetik Bagi Spesimen Berbentuk V	49
7	Pemerhatian Yang Diperolehi Berdasarkan Ujian Zarah Magnetik Bagi Spesimen Berbentuk T	50
8	Pemerhatian Yang Diperolehi Berdasarkan Ujian Ultrasonik Bagi Spesimen Berbentuk V	51
9	Jenis Spesimen, Jenis Keretakan, Panjang Keretakan, Dan Ujian Yang Digunakan	52

<b>JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
10	Pemerhatian Yang Diperolehi Semasa Kimpalan Dengan Menggunakan Arus Yang Berbeza	54

## SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1	Kecacatan Pada Spesimen	3
2	Contoh Spesimen Yang Akan Dihasilkan	6
3	Retak Yang Akan Dihasilkan	7
4	Kimpalan Arka	17
5	Saiz Elektrod	17
6	Kimpalan Arka	18
7	Tatanama Bagi Kimpalan	19
8	Jenis Sambungan Asas	20
9	Langkah- Langkah Kimpalan Dilakukan	21
10	Kedudukan Kimpalan Bagi Spesimen Berbentuk V	21
11	Kedudukan Kimpalan Bagi Spesimen Berbentuk T	22
12	Keretakan Yang Berlaku Akibat Daripada Kebocoran Fluks	24
13	Pergerakan Arah Magnetik (a) Membulat (b) Melintang	25
14	Teknik 70° SEL	26
15	Ujian Nadi Gema	27
16	Teknik Pemeriksaan Alur Normal	28

<b>RAJAH</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
17	Ujian Kepanasan Untuk Komposisi Karbon	30
18	Carta Alir	33
19	Spesimen Yang Dihasilkan (a) Berbentuk V (b) Berbentuk T	34
20	Keadaan Spesimen (a) Sebelum Pematangan (b) Semasa Pematangan Dan (c) Selepas Pematangan	35
21	Aliran Asas Ujian Zarah Magnetik	39
22	Asas Ujian Ultrasonik	42
23	Trigonometri Pengiraan Kawasan Transduser	43
24	Spesimen Yang Dipotong (a) Bentuk V (b) Bentuk T	45
25	Penggunaan Arus Kimpalan (a) Arus Kecil (b) Arus Besar	47

## SENARAI RINGKASAN

### SIMBOL

$\Theta$   
 Hz  
 $\mu\text{m}$

### MAKSUD

Sudut  
 Frekuensi  
 Micrometer

### SINGKATAN

GTAW  
 NDT  
 MINDT  
 TWI  
 TATI  
 ASME  
 SEM  
 AISI  
 ASTM

### MAKSUD

Gas Tungsten Arc Welding  
 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**

#### **1.1 Latar Belakang Kajian**

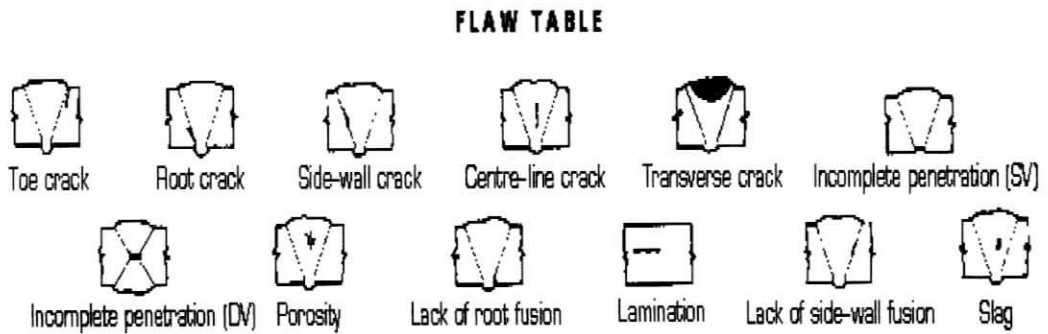
Kajian yang dilakukan ini adalah untuk menghasilkan spesimen berukuran piawai aloi ferus yang terkimpal dan dengan menggunakan teknik ujian yang terdapat di dalam bidang Ujian Tanpa Musnah (NDT) untuk tujuan pengesahannya. Ianya boleh di bahagikan kepada beberapa bahagian seperti pembangunan spesimen berukuran piawai (aloi ferus) yang mempunyai retak permukaan. Sejarah perkembangan spesimen berukuran 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.

Dalam bab ini penentuan kepada jenis aloi ferus yang adalah dikaji berdasarkan kepentingannya pada masa kini. Ianya merupakan objektif utama kajian ini dilakukan. Secara keseluruhan aloi ferus yang digunakan adalah jenis keluli karbon (*Carbon Steel*) yang mana akan dijadikan rujukan serta panduan sepanjang kajian ini dilakukan.

Pengredan untuk jenis aloi ferus ini adalah pelbagai dan ianya adalah berdasarkan kepada kandungan karbon di dalamnya. Untuk keluli karbon terdapat banyak jenis serta pelbagai grednya. Dalam kajian yang dilakukan keluli karbon jenis (*BS 4360*) akan dipilih di dalam kajian ini. Pemilihan aloi ferus jenis ini adalah kerana berdasarkan faktor-faktor penggunaannya didalam kehidupan seharian adalah amat meluas serta senang untuk diperolehi. Penentuan spesimen berukuran piawai ini juga adalah mengikut saiz piawai yang diiktiraf di peringkat antarabangsa. Ianya adalah telah ditetapkan oleh ASTM. Saiz spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan adalah berukuran 30cmX30cmX1.2cm. Ianya adalah sama untuk semua jenis spesimen yang hendak digunakan. Penggunaan saiz spesimen ini penting dalam melakukan kajian ini. *Sonaspecton Company* adalah merupakan salah satu syarikat yang menghasilkan spesimen berukuran piawai sejak daripada tahun 1980 lagi. Syarikat ini menghasilkan banyak spesimen yang mempunyai kecacatan retak pada permukaan dan di dalam spesimen. Terdapat banyak teknik untuk menghasilkan retak yang telah dicipta oleh syarikat ini.

Kajian yang dibuat ini juga membabitkan teknik atau teknologi yang akan digunakan untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai. Sepanjang kajian yang dilakukan teknik kimpalan yang akan digunakan adalah jenis kimpalan arka. Prosedur untuk kimpalan ini seperti penetapan arus kimpalan , membersihkan spesimen, menetapkan saiz elektrod yang hendak digunakan dan sebagainya. Kelebihan kimpalan arka adalah ianya dapat mempercepatkan kerja, kimpalan yang dihasilkan kemas dan retak yang akan dihasilkan senang untuk dibuat. Disamping itu juga ianya senang untuk digunakan dan kos yang dikeluarkan adalah amat rendah. Untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai, kajian telah dibuat dan mendapati teknologi yang ada amatlah terhad dan menjadi sebahagian daripada rahsia syarikat. Permukaan retak akan dihasilkan dengan menggunakan teknik yang difikirkan sesuai seperti memanaskan spesimen dan akan dikenakan satu hentakan yang kuat serta menggunakan objek yang tajam untuk menghasilkan retak. Jenis sambungan juga adalah penting bagi memastikan jenis- jenis retak yang terhasil. Hasil kajian yang dibuat hanya

dua jenis sambungan iaitu berbentuk “V”, dan berbentuk sambungan “T” yang boleh dihasilkan..Bentuk-bentuk ini akan menentukan jenis retak yang akan terhasil semasa kerja-kerja kimpalan dilakukan. Antara jenis retak ialah *toe crack*,*root crack*,*porosity* *center crack* dan banyak lagi. Rujuk Rajah 1



**Rajah 1:** Kecacatan Pada Spesimen

Untuk menentukan pengesanan retak ini, kaedah yang digunakan adalah berkaitan dengan (NDT). Dalam kajian ini ujian yang digunakan adalah dengan menggunakan Ujian Ultrasonik (*Ultrasonic Testing*) dan juga Ujian Zarah Magnetik (*Magnetik Particle Testing*). Daripada kajian yang dilakukan, *Sonasppection Company* banyak menghasilkan spesimen berukuran piawai yang berasaskan aloi ferus seperti keluli karbon dan juga keluli tahan karat. Dalam bidang NDT terdapat banyak jenis ujian yang boleh dilakukan. Antaranya ialah Ujian Arus Pular (*Eddy Current Testing*), Ujian Sinaran X (*X Ray*), Ujian Pencelup Penetrant (*Dyepenetrants Testing*), Ujian Zarah Magnetik (*Magnetic Particles Testing*) dan banyak lagi. Penggunaan Ujian Arus Pular juga boleh digunakan namun ujian ini sudah digunakan secara meluas di dunia ini. Ujian-ujian ini akan dapat mengesan retak yang terhasil serta boleh menjelaskan jenis retak tersebut. Dalam kajian ini kaedah Ujian Zarah Magnetik dan Ujian Ultrasonik digunakan kerana difikirkan bahawa kaedah ini boleh di kembangkan serta dimajukan pada masa akan datang.

## 1.2 Objektif Kajian

Dalam kajian yang dilakukan terdapat beberapa objektif yang telah digariskan. Objektif-objektif ini akan dijadikan panduan sepanjang kajian ini dijalankan.

Antara objektif yang diperolehi adalah mengenalpasti teknik atau teknologi dalam menghasilkan retak permukaan pada spesimen berukuran piawai yang dihasilkan. Perbandingan akan dibuat dengan syarikat yang telah menghasilkan spesimen berukuran piawai ini. Teknik atau teknologi ini boleh dipertingkatkan dan dimajukan untuk mendapatkan satu kaedah yang terbaik. Di samping itu teknik yang dihasilkan mungkin akan dapat diketengahkan untuk memajukan lagi bidang NDT ini.

Mengetahui bentuk spesimen berukuran piawai dan juga mengetahui saiz retak yang terhasil selepas proses kimpalan dilakukan ke atas spesimen. Teknologi yang digunakan adalah merangkumi teknik-teknik yang terdapat di dalam NDT. Spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan dalam kajian ini mestilah mengikut ukuran piawai yang telah ditetapkan oleh badan-badan berkaitan. Antara badan yang bertanggungjawab dalam penetapan ukuran piawai ini ialah ASTM.

Kimpalan juga memainkan peranan yang penting dalam kajian yang dilakukan. Teknik dan jenis kimpalan mestilah bersesuaian dengan jenis spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan. Dalam kajian yang dilakukan jenis kimpalan yang sesuai adalah dengan menggunakan kimpalan jenis arka. Kimpalan ini amatlah sesuai untuk aloi ferus jenis keluli karbon dan juga keluli tahan karat. Teknik dalam penghasilan retak juga penting dalam kajian ini. Teknologi penghasilan retak yang ada pada masa kini amat terhad dan kebanyakannya menjadi sebahagian daripada rahsia sesebuah syarikat.

Penggunaan teknik dalam bidang NDT penting pada akhir kajian ini dilakukan yang mana akan digunakan untuk mengesan dan mengesahkan keretakan yang berlaku pada spesimen yang dihasilkan. Antara teknik yang terdapat di dalam bidang NDT adalah seperti Ujian Ultrasonik (*Ultrasonic Testing*), Ujian Arus Pusar (*Eddy Current Testing*), Ujian Zarah Magnetik (*Magnetic Particles Testing*). Dalam kajian yang dilakukan penggunaan Ujian Zarah Magnetik dan Ujian Ultrasonik akan menjadi kaedah rujukan sepanjang kajian. Ujian Zarah Magnetik yang akan digunakan adalah terdiri daripada dua jenis iaitu ujian kering dan juga ujian basah.

### 1.3 Skop Kajian

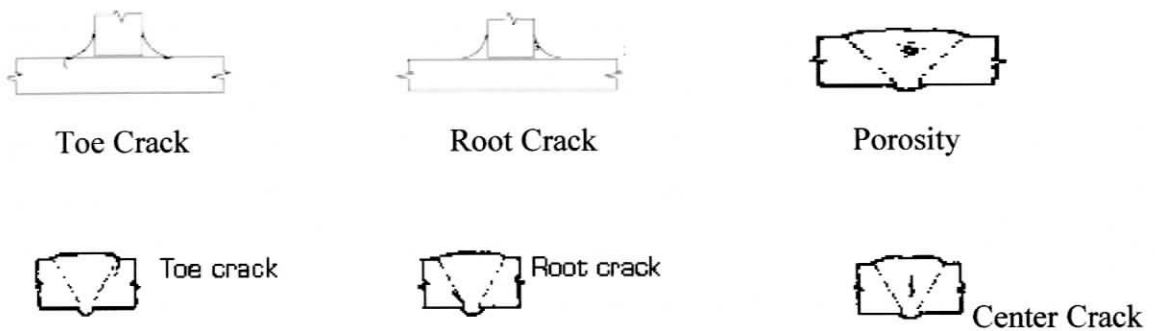
Dalam kajian yang dilakukan skop pertama yang telah ditetapkan adalah seperti spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan. Pada peringkat permulaan kajian pemilihan jenis aloi ferus perlu dilakukan untuk menetapkan objektif kajian ini. Terdapat banyak jenis aloi ferus yang boleh didapati di dalam industri di Malaysia. Selepas pemilihan dibuat saiz spesimen berukuran piawai perlu dikaji berdasarkan ukuran yang telah ada sebelum ini. Ini penting dalam memastikan kajian yang dijalankan mendapat pengiktirafan daripada badan-badan berkenaan.

Skop kedua yang ditetapkan adalah bilangan spesimen yang akan dihasilkan. Dalam kajian ini, dua bentuk spesimen yang akan dihasilkan iaitu spesimen berbentuk V dan spesimen berbentuk sambungan T. Untuk kedua-dua bentuk spesimen ini, tiga jenis spesimen bagi setiap bentuk dan retak yang akan dihasilkan adalah *toe crack*, *root crack*, *center crack* dan juga *porosity*. Secara keseluruhan enam spesimen yang berbeza akan cuba dihasilkan. Rajah 2 menunjukkan spesimen yang akan cuba dihasilkan.



**Rajah 2:** Contoh Spesimen Yang Akan Dihasilkan

Skop ketiga yang diketengahkan adalah teknologi yang akan digunakan untuk menghasilkan retak pada spesimen berukuran piawai yang akan dihasilkan (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 masa yang sama penggunaan teknologi baru akan di ketengahkan untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai ini.



**Rajah 3:** Retak Yang Akan Dihasilkan

Skop keempat yang ada adalah kaedah penggunaan ujian yang akan digunakan untuk mengesahkan retak yang terhasil daripada kajian ini. Terdapat banyak kajian yang dilakukan sebelum ini yang boleh digunakan dalam mengesahkan retak pada permukaan yang dihasilkan. Ujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan Ujian Ultrasonik (*Ultrasonic Testing*), Ujian Arus Pular (*Eddy Current Testing*), Ujian Zarah Magnetik (*Magnetic Particle Testing*). Jenis ujian yang akan dipilih adalah berdasarkan kepada penggunaannya pada masa kini dan juga peluang untuk diperkembangkan pada masa akan datang. Ujian yang akan digunakan adalah jenis Ujian Zarah Magnetik dan juga Ujian Ultrasonik.

## 1.4 Penyataan Masalah

Di dalam kajian yang dilakukan masalah yang timbul adalah hanya satu syarikat sahaja yang menghasilkan spesimen berukuran piawai ini. Spesimen berukuran piawai ini adalah jenis aloi ferus iaitu keluli karbon (*Carbon Steel*) Syarikat yang menghasilkan spesimen ini adalah *Sonaspection Company* yang bertempat di United Kingdom. Penghasilan spesimen ini akan menjadi terhad dan ini akan menyebabkan harga yang ditawarkan akan menjadi mahal dan tinggi. Namun begitu syarikat ini juga ada menghasilkan spesimen yang terdiri daripada aluminium dan juga keluli tahan karat.

Masalah lain yang timbul adalah kesukaran untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai yang dihasilkan. Penghasilan retak pada permukaan spesimen ini merupakan matlamat utama dalam kajian yang dilakukan. Teknologi atau teknik yang digunakan adalah amat terhad dan menjadi sebahagian daripada rahsia syarikat. Daripada kajian yang dilakukan *Sonaspection Company* tidak mendedahkan banyak teknik atau teknologi dalam menghasilkan retak ini. Ini bagi mengelakkan daripada ditiru oleh syarikat-syarikat lain. Struktur retak yang telah ditetapkan adalah jenis retak pada permukaan. Namun terdapat juga retak pada bahagian dalaman spesimen selepas kimpalan yang boleh dihasilkan.

Jenis kimpalan yang digunakan untuk menghasilkan retak pada permukaan spesimen berukuran piawai juga penting. Dalam kajian yang dilakukan, terdapat banyak jenis teknik kimpalan yang boleh digunakan dalam menghasilkan retak permukaan. Kimpalan yang digunakan mestilah bersesuaian dengan jenis spesimen berukuran piawai yang hendak dihasilkan. Bagi penggunaan aloi ferus jenis kimpalan yang sesuai adalah di antara kimpalan TIG, kimpalan arka gas tungsten (*GTAW*) dan juga kimpalan arka. Namun hasil daripada kajian kimpalan arka akan digunakan dalam melakukan proses kimpalan ini.