

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

Tandatangan :

Nama Penyelia :

Tarikh :

KAJIAN PARAMETER TERBAIK UNTUK ROBOT KIMPALAN

MUHAMMAD FIRDAUS BIN MOHD RAZALI

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2012

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

Tandatangan :.....

Nama Penulis :.....

Tarikh :

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelia, Puan Siti Norbaya Binti Sahadan atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Kerjasama daripada pihak pengurusan makmal, terutamanya juruteknik-juruteknik di Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan juga Fakulti Kejuruteraan Pembuatan semasa menjalankan eksperimen di makmal amatlah dihargai.

Penghargaan juga ditujukan kepada semua yang terlibat samaada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Semoga laporan ini bleh menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain pada masa akan datang.

ABSTRAK

Robot Kimpalan GMAW adalah salah satu alat untuk mengimpal yang dioperasikan secara automasi. Dengan cara ini, kualiti kerja kimpalan dapat ditingkatkan dan sesuatu produk dapat dihasilkan dengan banyak dan cepat. Tetapi di samping kelebihan-kelebihan yang disebutkan, terdapat juga parameter-parameter yang boleh mempengaruhi kualiti kerja hasil kimpalan menggunakan robot GMAW. Maka kajian ini diadakan bagi tujuan untuk mengkaji nilai parameter terbaik untuk robot kimpalan menjalankan operasi kimpalan dengan lebih efektif dan seterusnya mengelakkan kecacatan dan herotan untuk menghasilkan kerja kimpalan yang berkualiti. Dengan menggunakan spesimen keluli lembut, ia akan dikimpal dengan secara sambungan temu. Parameter-parameter akan diubah untuk mencari nilai yang terbaik dan dijadualkan menggunakan kaedah Rekabentuk Eksperimen. Seterusnya, hasil kimpalan akan diuji menggunakan Analisis Kegagalan Tanpa Musnah bagi mengesan kecacatan dan herotan yang terdapat pada permukaan dan dalaman hasil kimpalan. Proses ujikaji telah dijalankan dan keputusan bagi parameter yang terbaik untuk robot kimpalan boleh diperolehi.

KANDUNGAN

PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
BAB I.....	1
Pengenalan.....	1
1.0 Latar Belakang Kajian	1
1.1 Pernyataan Masalah.....	2
1.2 Objektif	2
1.3 Skop	3
BAB II	4
Kajian Ilmiah.....	4
2.1 Pengenalan.....	4
2.2 Kimpalan	4
2.3 Gas Metal Arc Welding (GMAW)	5
2.4 Robot GMAW	9
2.5 Kecacatan dan Ketakselanjaran dalam Proses	10
2.6 Rekabentuk Eksperimen (Design of Experiment, DOE).....	13
2.7 Analisis Kegagalan Tanpa Musnah (Non-Destructive	14
2.8 Parameter yang Mempengaruhi Hasil Kimpalan.....	19
BAB III.....	21
Kaedah Kajian	21
1. Membuat Pemilihan Ujikaji Menggunakan DOE.....	21

2. PENYEDIAAN BAHAN SPESIMEN	24
3. PROSES KIMPALAN	33
4. UJIAN ANALISIS TANPA MUSNAH (NDT)	38
BAB IV	47
KEPUTUSAN.....	47
i. Fluorescent Penetrant Inspection (FPI) (Permukaan Kimpalan).....	47
ii. Ujian Ultrasonik (UT) (Ujian dalaman hasil kimpalan)	50
BAB V.....	51
PERBINCANGAN	51
i. Fluorescent Penetrant Inspection (FPI).....	51
ii. Ujian Ultrasonik (Ultrasonic testing,UT).....	55
BAB VI.....	58
KESIMPULAN.....	58
RUJUKAN	60

BAB I

PENGENALAN

1.0 LATAR BELAKANG KAJIAN

Kualiti hasil kerja kimpalan dengan kos yang rendah amat diutamakan di dalam industri kimpalan. Kecacatan dan herotan adalah masalah utama yang sering mempengaruhi kualiti kimpalan. Di dalam proses kimpalan, terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan bagi memastikan kualiti hasil kerja kimpalan terjamin dan seterusnya kos pembaikan dapat dielakkan. Parameter-parameter ini tidak dipilih dengan betul dan sesuai, ia boleh menyebabkan kecacatan dan herotan tersebut.

Dengan teknologi kimpalan pada masa kini yang canggih serta lebih rumit dan juga kos untuk mengkaji bagi meningkatkan kualiti kerja kimpalan, adalah sukar bagi jurutera untuk menyiasat atau mengkaji beberapa faktor yang boleh memberi kesan kepada hasil kerja kimpalan. Justeru itu, satu kajian yang efektif dan tersusun perlulah dilaksanakan supaya nilai-nilai parameter yang terbaik untuk proses kimpalan automasi dapat dikenalpasti dan seterusnya boleh menyumbang kepada peningkatan mutu dan kualiti hasil kerja kimpalan.

1.1 PERNYATAAN MASALAH

Robotic Gas Metal Arc Welding (GMAW) adalah proses kimpalan yang ideal untuk menghasilkan ikatan yang lebih kukuh. Tetapi terdapat banyak pembolehubah yang perlu di ambil kira yang boleh mempengaruhi kualiti kerja hasil kimpalan. Bagi meningkatkan kualiti hasil kerja kimpalan, kecacatan dan juga kesan distorsi perlulah di minimakan. Ini adalah kerana ia merupakan faktor yang mempengaruhi mutu hasil kerja kimpalan. Maka, untuk mencapai tahap minimum atau sifar kecacatan, satu kajian yang berkesan perlulah dilaksanakan dengan mengambil kira parameter yang boleh mempengaruhi hasil kerja kimpalan.

1.2 OBJEKTIF

Objektif kajian ini adalah :

- i. Mengenalpasti nilai parameter yang terbaik untuk robot kimpalan melakukan kerja kimpalan dengan lebih efektif.
- ii. Mengenalpasti kecacatan dan herotan yang terhasil pada permukaan dan dalaman bahan yang dikimpal.

1.3 SKOP

Bagi projek ini, saya akan memfokuskan kajian saya mengenai parameter terbaik yang terlibat di dalam penggunaan Robotic GMAW dengan menguji hasil kimpalan yang telah melalui proses GMAW tersebut dengan menggunakan kaedah Analisis Unsur Tanpa Musnah. Kajian ini memfokuskan kepada hasil kimpalan jenis sambungan temu.

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 PENGENALAN

Bab ini merupakan penerangan-penerangan serta huraian mengenai kajian yang telah dibuat dengan menggunakan rujukan sumber-sumber penulisan seperti artikel, kajian ilmiah yang lepas, jurnal dan buku-buku rujukan. Bab ini akan menghuraikan mengenai GMAW, robot kimpalan, kecacatan dan herotan yang kebiasaannya terjadi kepada hasil kimpalan, rekabentuk kajian, dan Analisis Kegagalan Tanpa Musnah.

2.2 KIMPALAN

Kimpalan adalah satu proses percantuman sesuatu bahan dengan bahan yang lain dengan menggunakan satu bahan khas seperti logam atau termoplastik

(Wikipedia, 2011). Proses pengimpalan melibatkan proses pencairan sesuatu jenis logam supaya ia akan menjadi pengikat di antara struktur dengan struktur yang lain.

Proses kimpalan ini telah wujud sejak era zaman gangsa dan zaman logam lagi di Eropah dan juga Asia Barat. Proses pengimpalan juga pernah digunakan dalam pembinaan kubah yang diperbuat daripada logam di Delhi, India (Cary&Helzer, 2005). Pada zaman pertengahan, proses kimpalan Kimpalan Hentakan telah dicipta. Tukang besi pada zaman itu akan mengenakan hentakan kepada logam yang panas berulang kali sehingga ikatan terhasil. Pada tahun 1881-82, pereka cipta, Nikolai Benardos telah mencipta proses kimpalan arka elektrik yang pertama yang lebih dikenali sebagai Kimpalan Karbon.(Cary&Helzer, 2005)

Penggunaan proses kimpalan meningkat pada Perang Dunia I. Kepelbagaian kuasa ketenteraan menyebabkan kajian-kajian telah banyak dilakukan untuk mencari beberapa teknik mengimpal yang baru dan yang bersesuaian untuk penggunaan jentera dan senjata tentera. Impaknya, banyak proses-proses kimpalan yang baru dan berteknologi tinggi dihasilkan.

Pada tahun 1958, Kimpalan Pancaran Elektron pertama telah dihasilkan.(Cary&Helzer, 2005). Kimpalan ini boleh mengimpal pada kawasan yang sempit dan dalam melalui sumber haba yang menumpu. Dengan penciptaan laser pada tahun 1960, Kimpalan Pancaran Laser pula telah dicipta.

Pada zaman kini, lebih banyak proses-proses kimpalan yang berteknologi moden dan canggih telah dicipta untuk menghasilkan kimpalan yang berkualiti tinggi dan cantik.

2.3 GAS METAL ARC WELDING (GMAW)

Gas Metal Arc Welding (GMAW) adalah proses kimpalan separa atau sepenuhnya automatik dengan penggunaan wayar elektrod dan gas pelindung yang disuap dengan

menggunakan penyempit gas. Voltan yang malar dan sumber kuasa arus terus adalah yang biasa digunakan dalam proses GMAW, tetapi dengan sumber arus ulang-alik juga boleh digunakan dengan syarat ianya tetap malar.

Terdapat empat kaedah utama untuk proses pemindahan logam dalam proses kimpalan iaitu globular, kaedah litar pintas, semburan dan semburan nadi. Masing-masing mempunyai kelebihan dan had mengikut kesesuaian penggunaan. Gambar 2.3.1 menunjukkan Pengimpal sedang melakukan kerja kimpalan menggunakan kimpalan GMAW.



Gambar 2.0 : Contoh kerja kimpalan dilakukan

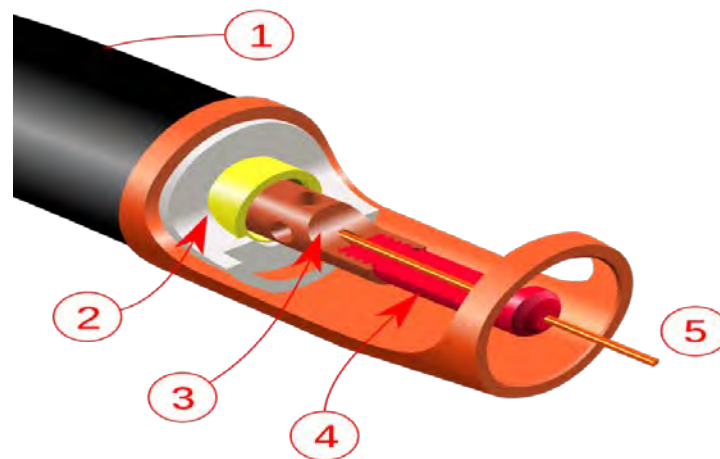
(Sumber : Wikipedia.org)

2.3.1 Peralatan

Terdapat beberapa peralatan yang penting yang menjadi nadi utama dalam kerja-kerja mengimpal. Antaranya ialah :

i. Unit penyempit gas dan suapan wayar

Tipikal unit penyempit gas untuk GMAW mempunyai beberapa bahagian utama iaitu suis pengawal, kabel kuasa, muncung gas, saluran elektrod dan pelapik, dan hos gas. Suis gas bertindak sebagai pencetus untuk memulakan suapan wayar, penjaanaan kuasa elektrik dan aliran gas pelindung yang menyebabkan arka elektrik untuk bertindak.



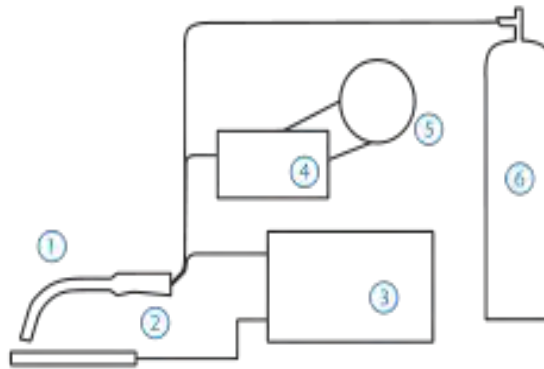
Gambar 2.1 : Struktur Penyempit Gas
(Sumber : Wikipedia.org)

ii. Sumber kuasa

Kebanyakan aplikasi penggunaan GMAW menggunakan sumber kuasa voltan yang malar. Hal ini adalah kerana ia akan membuat perubahan yang besar dalam pemanjangan arka kerana perubahan yang besar pada input haba dan arus.

iii. Elektrod

Pemilihan elektrod adalah berdasarkan kepada campuran logam yang ingin dikimpal, variasi proses yang digunakan, rekabentuk sambungan dan keadaan permukaan bahan. Pemilihan bahan adalah sangat mempengaruhi ciri-ciri mekanikal kerja kimpalan dan faktor utama yang mempengaruhi kualiti kimpalan.



Gambar 2.2 : Gambar rajah litar GMAW

(Sumber : Wikipedia.org)

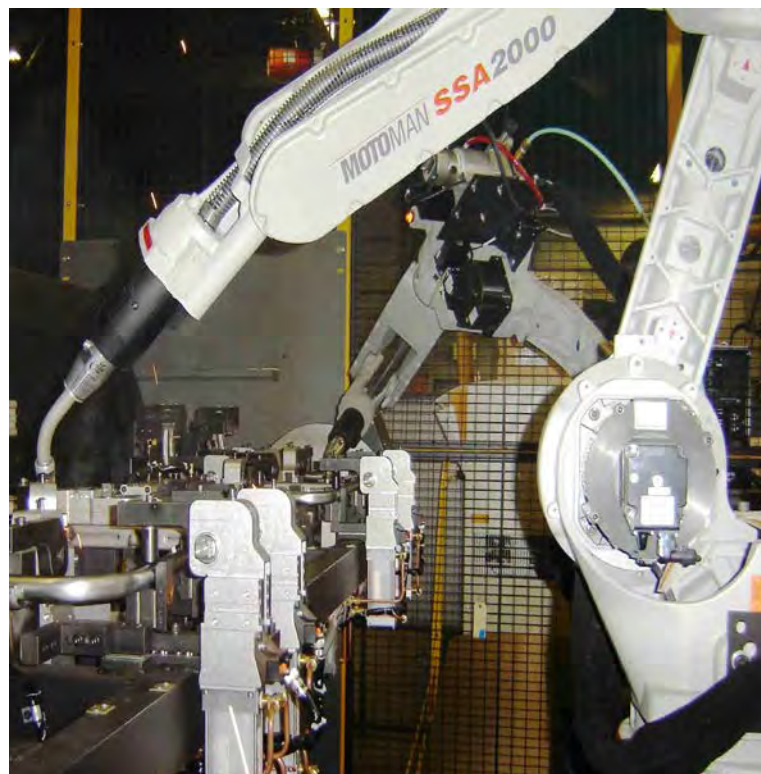
iv. Gas pelindung

Gas pelindung adalah satu keperluan dalam proses GMAW. Ia bertujuan untuk melindungi kawasan kimpalan daripada gas yang terkandung di dalam atmosfera seperti nitrogen dan oksigen yang boleh menyebabkan kecacatan, keliangan dan kerapuhan yang disebabkan oleh gas hidrogen.

Sebagai contoh, bagi kimpalan besi, campuran gas argon, karbondioksida dan oksigen adalah gas pelindung yang biasa digunakan. Campuran-campuran ini membolehkan voltan arka menjadi tinggi dan seterusnya mempercepatkan proses kimpalan. Kadar gas pelindung yang diperlukan bergantung kepada geometri kimpalan, kelajuan, arus, jenis gas dan mod pemindahan logam.

2.4 ROBOT GMAW

Robot GMAW adalah aplikasi yang sangat popular di dalam industri berat. Sistem automasi dalam proses kimpalan menggunakan robot ini boleh mengelakkan kesilapan manusia yang mungkin akan meningkatkan lagi kemungkinan berlaku kecacatan. Walaupun proses kimpalan menggunakan robot ini telah di automasikan, terdapat beberapa faktor yang member impak kepada kualiti hasil kimpalan. Antara faktor-faktornya ialah kelajuan perjalanan penyumpit gas, kelajuan suapan wayar, arus, voltan dan aliran gas pelindung.(Amirul, 2010 Secara teorinya, dengan penglibatan arus, voltan dan kelajuan perjalanan penyumpit gas, ianya boleh member kesan yang besar terhadap input haba dan Zon Haba yang Terkesan (Heat Affected Zone,HAZ). (Amirul, 2010)



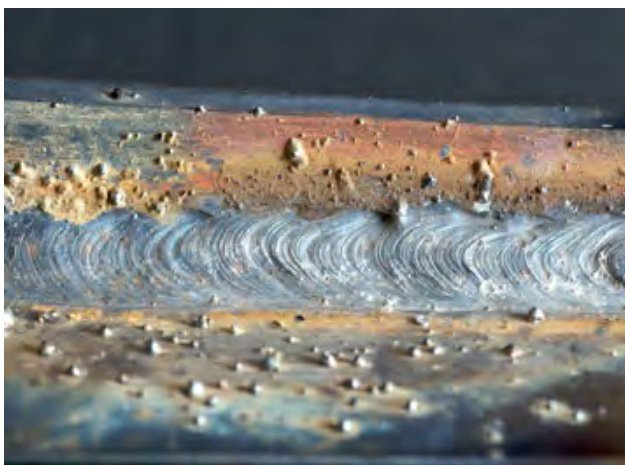
Gambar 2.3 : Robot GMAW
(Sumber : Stryver.com)

2.5 KECACATAN DAN KETAKSELANJARAN DALAM PROSES KIMPALAN

Ketidakselanjaran adalah gangguan yang berlaku pada struktur bahan yang tipikal seperti kurangnya kebersamaan dalam karakter samada dari segi mekanikal, metalurgi dan fizikalnya (Amirul, 2010). Ketidakselanjaran tidak semestinya adalah kecacatan. Kecacatan ialah kecacatan yang disebabkan oleh sifatnya atau kesan yang terkumpul yang menyebabkan bahagian produk tidak dapat mencapai piawaian dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Kecacatan boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu kecacatan yang terdapat pada permukaan hasil kimpalan dan kecacatan yang terhasil di dalam bahan kimpalan. Terdapat beberapa jenis kecacatan dalam proses kimpalan GMAW yang mungkin akan berlaku :

2.5.1 Percikan

Ia adalah kecacatan yang disebabkan oleh serakan zarah logam lebur yang kemudiannya menyejuk menjadi pepejal berdekatan dengan kawasan manik kimpalan. Ia berkemungkinan disebabkan oleh penggunaan voltan yang tinggi, kelajuan suapan wayar yang tinggi, gas pelindung yang tidak mencukupi dan sambungan elektrod yang terlalu panjang.



Gambar 2.4 : Kecacatan Percikan
(Sumber : amteccorrosion.co.uk)

2.5.2 Keliangan

Ia adalah rongga-rongga yang kecil atau lubang yang terjadi daripada poket gas di dalam logam kimpalan. Selalunya ia disebabkan oleh arus yang rendah atau jurang arka yang pendek atau permulaan kimpalan tanpa pelindung.

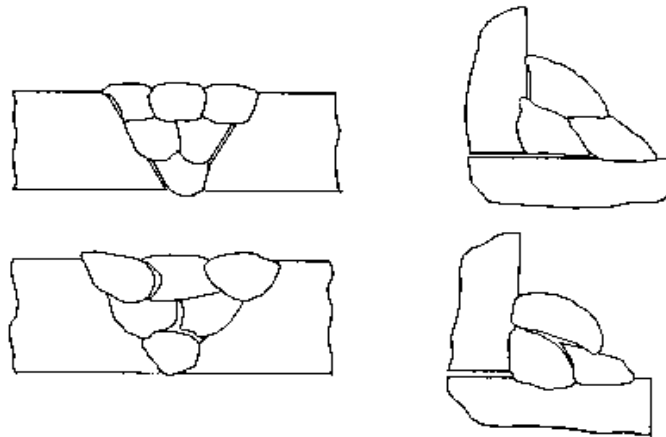


Gambar 2.5 : Kecacatan Keliangan

(Sumber : spatter-nix.com)

2.5.3 Kekurangan pelakuran (Lack of Fusion, LOF)

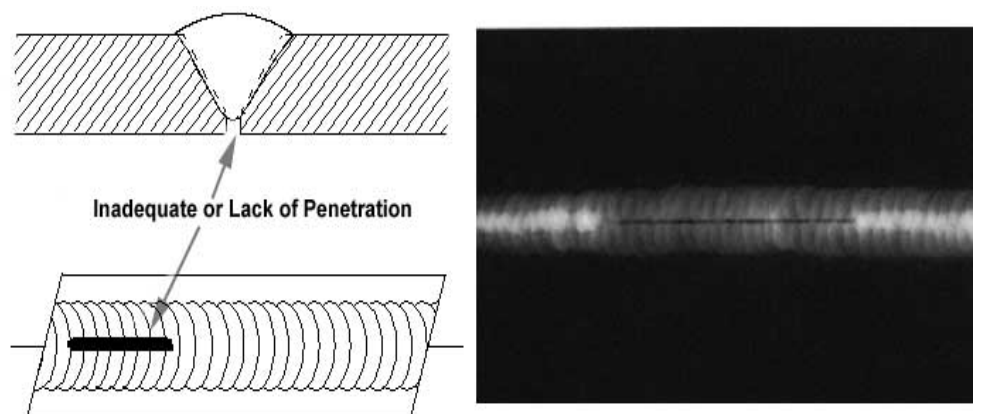
Ia adalah situasi di mana logam kimpalan tidak membentuk ikatan yang padu dengan logam asas. Ia sering berlaku kerana haba yang tidak mencukupi ketika proses mengimpal.



Gambar 2.6 : Kecacatan Kekurangan Penggabungan
(Sumber : ndt.net)

2.5.4 Kekurangan Penembusan (Lack of Penetration, LOP)

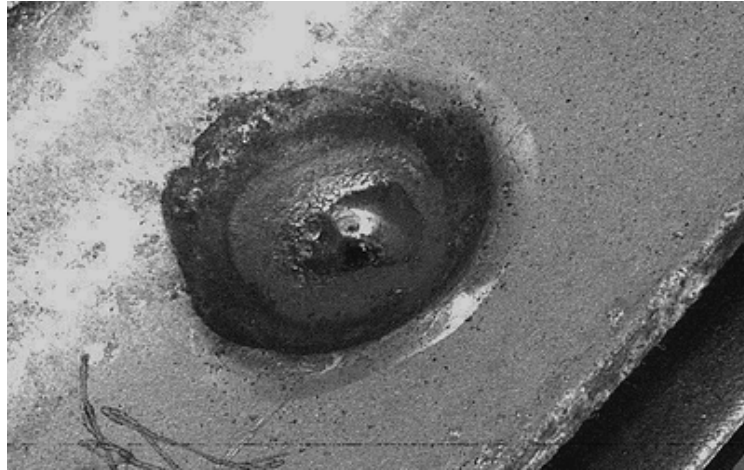
Kecacatan ini adalah disebabkan oleh gabungan yang sedikit atau cetek antara logam yang di kimpal dan logam asas. Hal ini adalah disebabkan oleh arus elektrik yang rendah, prapemanasan yang singkat, penyempit yang bergerak terlalu pantas dan panjang arka yang pendek.



Gambar 2.7 : Kekurangan Penembusan
(Sumber : ndt-ed.org)

2.5.5 Pembakaran yang menyebabkan penembusan

Logam kimpalan menjadi cair dan terus menembusi logam asas yang menyebabkan lubang yang tiada lagi logam yang tinggal. Kebiasaannya, kecacatan ini disebabkan oleh input haba yang terlebih tinggi.



Gambar 2.8 : Kecacatan tembusan

(Sumber : cr4.globalspec.com)

2.6 REKABENTUK EKSPERIMEN (DESIGN OF EXPERIMENT, DOE)

Rekabentuk Eksperimen, (Design of Experiment, DOE) merupakan kaedah saintifik yang digunakan untuk mengenalpasti parameter-parameter yang terlibat di dalam proses eksperimen yang kemudiannya dapat menentukan tetapan yang optimum untuk parameter-parameter tersebut supaya prestasi dan keupayaan proses eksperimen ini dapat ditingkatkan. Dengan penggunaan DOE ini, proses eksperimen yang melibatkan banyak parameter akan menjadi lebih tersusun dan mudah.

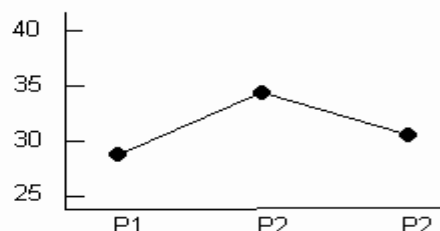
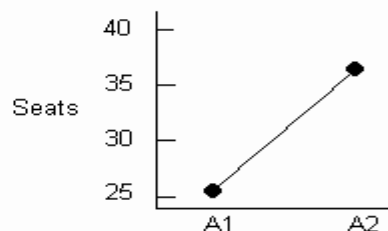
Kaedah DOE ini boleh memastikan semua faktor dan perhubungan antara mereka dapat tersusun dengan lebih sistematik. Sehubungan dengan itu, maklumat-maklumat yang diperolehi daripada analisis DOE tersebut adalah lebih dipercayai. Di samping itu juga, melalui DOE ini, lebih banyak maklumat yang dapat diperolehi

kerana ianya lebih tersusun dan kebarangkalian maklumat yang tertinggal disebabkan faktor ralat manusia adalah sifar.

Trial	Advertising level, A	Pricing strategy, P	Seats from 4 random flights	Total
1	1	1	28, 26, 21, 32	107
2	1	2	25, 28, 21, 29	103
3	1	3	23, 26, 22, 28	99
4	2	1	29, 33, 32, 28	122
3	2	2	42, 44, 39, 45	170
4	2	3	36, 40, 39, 35	150

Averages of seat counts

Individual effects		Pairs of interaction effects	
A1	25.75	A1 x P1	26.75
A2	36.83	A1 x P2	25.75
P1	28.63	A1 x P3	24.75
P2	34.13	A2 x P1	30.50
P3	31.13	A2 x P2	42.50
		A2 x P3	37.50



Gambar 2.9 : Contoh Rekabentuk Eksperimen
(Sumber : syque.com)

2.7 ANALISIS KEGAGALAN TANPA MUSNAH (NON-DESTRUCTIVE TESTING, NDT)

Analisis Kegagalan Tanpa Musnah (Non-Destructive Testing, NDT) merupakan satu kaedah analisa yang menggunakan peralatan dan kaedah yang khas untuk mengkaji sesuatu objek tanpa merosakkan objek itu. Kaedah ini digunakan

untuk mengkaji sesuatu objek, bahan atau sistem tanpa mengganggu kegunaannya untuk masa hadapan.

Kaedah NDT mengaplikasikan prinsip fizik dalam penggunaannya. Ia adalah untuk menentukan sifat-sifat sesuatu bahan, komponen, atau sistem (objek yang diujikaji). Selain itu, ia juga digunakan untuk mengesan dan menilai ketidakhomogenan dan kecacatan yang membahayakan. NDT juga berfungsi untuk menyiasat ciri-ciri dan keutuhan sesuatu bahan. Semuanya dilakukan tanpa menyebabkan kerosakan kepada bahan yang diujikaji.

Terdapat enam kaedah asas di dalam NDT :

i. Pemeriksaan Visual (Visual Inspection)

Ia adalah kaedah yang paling asas dan kebiasaan yang digunakan oleh para pemeriksa. Antara alatan yang digunakan ialah *fiberscopes*, *borescopes*, kanta pembesar dan cermin.

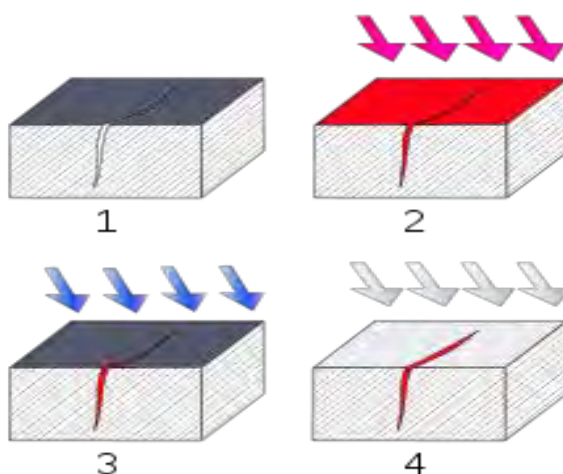
Terdapat juga alatan yang menggunakan video mudah alih yang kebiasaannya digunakan untuk membuat pemeriksaan di dalam tangki yang besar, tangki pada gerabak keretapi dan saluran pembedung. Ia mempunyai kemudahan zoom untuk melihat sesuatu kecacatan dengan lebih jelas.



Gambar 2.10 : Kaedah visual yang menggunakan mikroskop
(Sumber : Wikipedia.org)

ii. Pemeriksaan menggunakan kaedah penembusan (Penetrant Test)

Kaedah bendalir (Liquid Penetrant Inspection) di mana bendalir yang mempunyai sifat kebasahan permukaan yang tinggi digunakan ke atas permukaan bahan yang ingin diujikaji dan dibiarkan dalam satu masa yang ditentukan untuk membiarkan bendalir itu meresap masuk ke dalam kecacatan yang ada. Kemudian pembangun (developer) contohnya serbuk disembur ke atas permukaan yang disebutkan tadi untuk menarik keluar bendalir yang terperangkap di dalam kecacatan atau distorsi yang terdapat di atas permukaan bahan. Kemudian kecacatan atau distorsi dikenalpasti dengan menggunakan visual (penglihatan) samada menggunakan lampu fluorescent untuk meningkatkan sensitiviti ujikaji atau cahaya biasa.

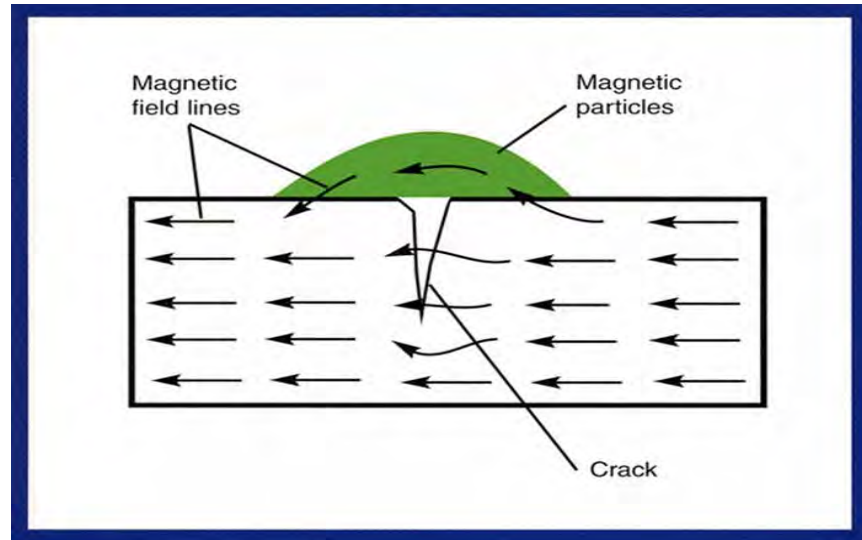


Gambar 2.11 : Prosedur ujikaji menggunakan kaedah bendalir tembusan

(Sumber : Wikipedia.org)

iii. Kaedah pemeriksaan menggunakan magnet

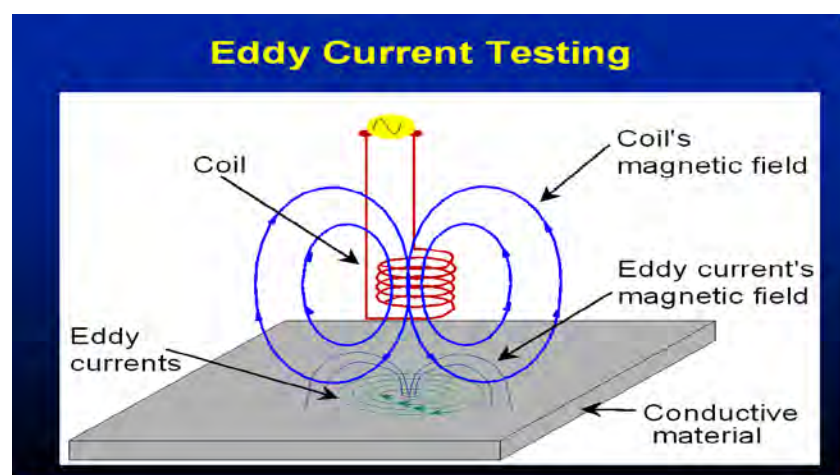
Pada mulanya, bahan yang akan diujikaji akan di magnetkan dan unsur-unsur besi digunakan pada bahan ujikaji. Unsur ini akan tertarik kepada aliran medan magnet yang bocor dan akan dikelompokkan untuk membentuk petunjuk yang mengikut bentuk kerosakan pada bahan ujikaji.



Gambar 2.12 : Cara unsur magnet bertindak mengesan kecacatan
(Sumber : cnde.iastate.edu)

iv. Pemeriksaan menggunakan arus Eddy (Eddy Current Testing, ECT)

Eddy Current Testing, ECT adalah kaedah pemeriksaan yang sangat sesuai digunakan untuk mengesan permukaan yang retak, tetapi ia juga boleh digunakan untuk menjadi konduktor elektrik dan mengukur ketebalan sesuatu salutan pada bahan.



Gambar 2.13 : Cara arus Eddy bertindak
(Sumber : eurondt.com)