

KESAN PENDEDAHAN UDARA TERHADAP MORTAR BERPOLIMER

By

MAT ZAHIR BAKAR

Thesis submitted to

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

To fulfill the requirement of graduation

BACHELOR DEGREE IN CIVIL ENGINEERING

School of Civil Engineering,
Universiti Sains Malaysia

April 2005

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah kurnia dan rahmatnya penulis dapat menjalankan dan menyiapkan projek tahun akhir ini dengan sempurna walaupun menghadapi pelbagai masalah. Berkat usaha dan ketekunan, laporan projek tahun akhir ini berjaya disiapkan yang perlu dikemukakan kepada Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam untuk memenuhi syarat pengijazahan Ijazah Pertama Kejuruteraan Awam. Di sini penulis terlebih dahulu ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan menyampaikan penghargaan yang tidak terhingga kepada Penyelia Projek Tahun Akhir iaitu Dr. Mohd Zaid Bin Haji Yusof kerana kesudian beliau memberikan bimbingan dan penyeliaan yang sepenuh hati sepanjang tempoh menghasilkan projek ini. Tanpa pertolongan beliau yang sangat terharga ini, projek ini sememangnya tidak boleh dilengkapkan dengan sempurna. Tidak lupa juga buat Prof. Madya Ir. Dr. Razip Selamat kerana kesudian beliau membantu penulis mendapatkan bahan-bahan campuran mortar ini. Selain daripada itu, penulis juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal konkrit iaitu, En. Alim Ezaimi dan En. Mohamad Ahmad. Mereka sanggup mengorbankan masa mereka untuk membantu penulis melakukan ujikaji mortar walaupun melebihi waktu bekerja dan dalam masa cuti am sepanjang masa membuat Projek Tahun Akhir ini. Tidak penulis lupakan juga buat rakan seperjuangan penulis yang banyak membantu dan menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi penulis sepanjang tempoh membuat Projek Tahun Akhir ini. Mereka adalah Ilyani, Zuraini dan Riza. Akhir sekali saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat samada secara langsung atau tidak dalam membantu saya menyiapkan Projek Tahun Akhir

Abstrak

Kajian ke atas kesan pengawetan terhadap konkrit berpolimer dijalankan untuk membandingkan sifat-sifat kejuruteraan di dalam ujian mampatan, ujian lenturan, ujian penyerapan air dan keliangan, ujian tukul menganjal, ujian halaju denyutan ultrabunyi dan ujian penentuan ketumpatan di dalam dua keadaan iaitu konkrit berpolimer yang diawet dalam air dan konkrit berpolimer yang didedahkan kepada udara. Dalam kajian ini, polimer lateks digunakan sebagai agen pengisi dalam campuran konkrit iaitu sebanyak 20% daripada berat simen. Keputusan terhadap kajian yang dibuat menunjukkan bahawa pengawetan mempunyai kesan penting di dalam sifat-sifat kejuruteraan dan sifat-sifat ketahanan contohnya penyerapan air.

Abstract

Study on the effects of curing condition to the polymer concrete was carried out to compare the engineering properties in term of compression test, flexural test, water absorption and porosity, rebound hammer test, ultrasonic pulse velocity test, as well as concrete density in the water and the another one exposed to the environment. In this research, 20% latex was used as the filler in the concrete design which replace the cement content. The results indicate that curing condition has significant effect on engineering properties and durability properties such as water absorption.

ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGHARGAAN	i
ABSTRAK	ii
ABTRACT	iii
KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	viii
SENNARAI RAJAH	x
SENARAI PERSAMAAN	xiii

BAB 1 : PENGENALAN

1.1	Pengenalan Kepada Polimer	
1.1.1	Pengenalan Konkrit Yang Dicampurkan Polimer	1
1.1.2	Konkrit Berpolimer (PC)	1
1.1.3	Konkrit Terubahsuai Polimer (PMC)	3
1.2	Objektif Kajian	
1.3	Skop Kajian	5

BAB 2 : KAJIAN LITERATUR

2.1	Konkrit Lateks	
2.1.1	Sejarah Konkrit Lateks	6

2.2	Ciri-ciri Konkrit Dimodifikasi Polimer Jenis Lateks	7
2.2.1	Keboleherjaan	7
2.2.2	Udara Terperangkap	7
2.2.3	Pengekalan Kandungan Air	8
2.2.4	Kekuatan	8
2.2.5	Kecacatan, Modulus Elastik	8
2.2.6	Pengecutan Dan Rayapan	9
2.3	Konkrit Berpolimer	
2.3.1	Ketahanan Konkrit Berpolimer	9
2.4	Kesan-Kesan Pendedahan Terhadap Udara	10
2.4.1	Kekuatan Mampatan	11
2.4.2	Pengaratan	11
2.4.3	Pengkarbonatan	11
2.4.4	Luluhawa	12
2.4.5	Pengecutan Dan Pengeringan Konkrit	12
2.5	Punca-Punca Kemerosotan Sifat-Sifat Konkrit	13
2.6	Kajian-Kajian Ke Atas Simen Konkrit	
2.6.1	Penilaian Rintangan Karat Terhadap Konkrit Berlateks	14
2.6.2	Perbandingan Di antara Latex Modified Concrete Dan Konkrit Konvensional Biasa.	15
2.8	Kesimpulan	17

BAB 3 : METHODOLOGI KAJIAN

3.1	Pengenalan	18
3.2	Kaedah Pengujian	
3.2.1	Analisis Ayak	18
3.2.2	Ujian Mampatan	19
3.2.3	Ujian Lenturan	21
3.2.4	Ujian Penyerapan Air	22
3.2.5	Ujian Tukul Menganjal	24
3.2.6	Ujian Halaju Denyutan Ultrabunyi	25
3.2.7	Ujian Penentuan Ketumpatan	26

BAB 4 : KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Keputusan Analisis Ayakan	28
4.2	Keputusan Ujian Mampatan	30
4.3	Keputusan Ujian Lenturan	32
4.4	Keputusan Penyerapan Air	34
4.5	Keputusan Ujian Tukul Menganjal	37
4.6	Keputusan Ujian Halaju Denyutan Ultrabunyi	40
4.7	Keputusan Ujian Penentuan Ketumpatan	42

BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	44
5.2	Cadangan	47
	SENARAI RUJUKAN	48
	SENARAI LAMPIRAN	50

SENARAI JADUAL

Muka Surat

Jadual 2.1 : Purata Masa Karat Untuk Konkrit Konvensional Dan Konkrit Modifikasi Lateks Pada Masa Yang Berbeza	15
Jadual 4.1 : Keputusan Analisis Ayakan	28
Jadual 4.2 : Keputusan Kekuatan Mampatan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	30
Jadual 4.3 : Keputusan Kekuatan Mampatan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	31
Jadual 4.4 : Keputusan Kekuatan Lenturan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	32
Jadual 4.5 : Keputusan Kekuatan Lenturan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	32
Jadual 4.6 : Keputusan Penyerapan Air Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	34
Jadual 4.7 : Keputusan Kekuatan Lenturan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	35
Jadual 4.8 : Keputusan Ujian Tukul Menganjal Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	37
Jadual 4.9 : Keputusan Ujian Tukul Menganjal Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	38

Jadual 4.10: Keputusan Ujian Halaju Denyutan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	40
Jadual 4.11: Keputusan Ujian Halaju Denyutan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	41
Jadual 4.12: Keputusan Ujian Penentuan Ketumpatan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Diawet Dalam Air	42
Jadual 4.13: Keputusan Ujian Penentuan Ketumpatan Untuk Mortar Dimodifikasi Lateks Yang Didedahkan Kepada Udara	43

SENARAI RAJAH

Muka Surat

Rajah 2.1 : Punca-Punca Kemerosotan Konkrit	13
Rajah 2.2 : Pengaratan Melawan Masa 100 jam Pertama Bagi Konkrit Modifikasi Lateks Pada Umur Yang Berbeza	16
Rajah 3.1 : Mesin Untuk Menjalankan Analisis Ayak	19
Rajah 3.2 : Mesin Menguji Kekuatan Mampatan	20
Rajah 3.3 : Contoh Sampel Untuk Menguji Kekuatan Mampatan	20
Rajah 3.4 : Mesin Menguji Kekuatan Lenturan	21
Rajah 3.5 : Peralatan Ujian Penyerapan Air	23
Rajah 3.6 : Mesin Menggerudi Mortar	23
Rajah 3.7 : Contoh Sampel Yang Telah Digerudi	23
Rajah 3.8 : Tukul Menganjal (<i>Rebound Hammer</i>)	24

Rajah 3.9 : Transmission Langsung	25
Rajah 3.10 : Transmission Semi Langsung	25
Rajah 3.11 : Transmission Tak Langsung	25
Rajah 3.12 : <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	26
Rajah 3.13 : Alat Penimbang Untuk Penentuan Ketumpatan	27
Rajah 4.1 : Analisis Ayakan Untuk Pasir Yang Digunakan Dalam Campuran Mortar	28
Rajah 4.2 : Kekuatan Mampatan Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	30
Rajah 4.3 : Kekuatan Lenturan Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	33
Rajah 4.4 : Penyerapan Air Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	35

Rajah 4.5 : Kekuatan Mampatan Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	39
Rajah 4.6 : Purata Halaju Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	40
Rajah 4.7 : Purata Ketumpatan Untuk Mortar Dimodifikasikan Lateks Dalam Udara dan Dalam Air Mengikut Masa	42

SENARAI PERSAMAAN

	Muka Surat
Persamaan 3.1 : Kekuatan Lenturan (N/mm^2)	21
Persamaan 3.2 : Peratus Penyerapan Air (%)	22
Persamaan 3.3 : Peratus Keliangan (%)	22
Persamaan 3.4 : Ketumpatan (kg/m^3)	26

BAB 1 PENGENALAN

1.1 Pengenalan Kepada Polimer

1.1.1 Pengenalan Konkrit Yang Dicampurkan Polimer

Polimer di dalam konkrit telah menerima publisiti penting sejak 25 tahun yang lalu. Banyak gambaran yang optimistik telah dibuat mengenai penggunaan *polymer impregnated concrete* (PIC), konkrit berpolimer (PC) dan konkrit dimodifikasikan polimer (PMC) (Fowler, 1999). Perbincangan mengenai penggunaan bahan ini akan disampaikan diikuti dengan gambaran secara realistik mengenai bahan ini di masa hadapan.

Konkrit Terubahsuai Polimer (PMC) dan Konkrit Berpolimer (PC) mula digunakan pada tahun 1950an walaupun pada masa ketika itu penggunaannya adalah terhad. Hanya pada tahun 1970an bahan konkrit polimer mula mendapat perhatian meluas selepas *polymerimpregnated concrete* (PIC) dibangunkan. *American Concrete Institute Committee 548, Polymers in Concrete* telah ditubuhkan dan pada tahun 1975, persidangan antarabangsa yang pertama mengenai polimer di dalam konkrit (ICPIC) telah diadakan di London. Kemudian, jawatan kuasa RILEM telah dibentuk bagi mengenalpasti bidang komposit polimer konkrit yang lebih spesifik. Simposium ACI dan persidangan ICPIC yang berterusan telah membantu penggunaan bahan konkrit polimer yang lebih meluas dalam industri pembinaan(Fowler, 1999).

1.1.2 Konkrit Berpolimer (PC)

Konkrit berpolimer telah digunakan seawal tahun 1958 di United State bagi menghasilkan salutan permukaan bangunan. Konkrit berpolimer terdiri daripada agregat dengan pengikat polimer dan tidak mengandungi simen portland serta air. *Polyester-styrene*, *acrylic* dan *epoxies* adalah monomer ataupun *resins* yang

digunakan dengan meluas. Walaubagaimanapun, *vinyl este*, *fulan* dan *urethane* juga turut digunakan. Sulfur juga dianggap sebagai polimer dan konkrit sulfur digunakan untuk aplikasi yang memerlukan rintangan asid tinggi (Fowler, 1999).

Usaha juga dibuat bagi membangunkan Konkrit berpolimer (PC) bahan pembaikan konkrit. Pemulihan yang pantas, ikatan yang kukuh kepada konkrit serta keluli dan kekuatan yang bagus telah menjadikan konkrit berpolimer sebagai bahan pembaikan yang menarik. Sebagai mortar, ia boleh diletakkan di tempat yang mempunyai ketebalan kurang daripada 10mm. Walaubagaimanapun, ia tidak digunakan secara meluas sebagai bahan pembaikan disebabkan kosnya, kurang dikenali dikalangan kontraktor dan juga persaingan dengan bahan pembaikan lain seperti rumusan *rapid-setting Portland cement*. Dengan bahan berteknologi tinggi seperti Konkrit berpolimer (PC), dapat dilihat dengan jelas bahawa porsedur pembinaan yang berbeza adalah diperlukan. Beberapa kegagalan telah berlaku kerana ketidakserasian diantara konkrit berpolimer (PC) dan substrat konkrit hasil daripada perbezaan pekali pengembangan haba dengan modulus konkrit berpolimer (PC) yang tinggi. Perubahan termal boleh menghasilkan ricihan yang tinggi dan tegasan tegangan pada permukaan berhampiran ikatan (Fowler, 1999).

Lapisan simen konkrit berpolimer (PC) juga telah menjadi kegunaan yang meluas kerana kemampuannya menggunakan lapisan nipis. Lapisan konkrit berpolimer (PC) digunakan untuk permukaan jambatan, stadium, makmal, hospital, dan kilang. Penggunaan lapisan konkrit berpolimer (PC) untuk lantai adalah seperti yang diharapkan tetapi tidak untuk penggunaan pada jambatan.

Konkrit berpolimer pratuang telah digunakan untuk menghasilkan produk yang meluas termasuklah longkang, kotak bawah tanah, lelorang (*manholes*), lapisan permukaan bangunan, tangki serta sel asid dan juga alatan serta alas mesin. Pratuang

konkrit berpolimer, mewakili penggunaan bahan yang terbaik berdasarkan pengawetannya, kemampuan untuk membuat bentuk yang kompleks dan juga gegaran yang bagus. konkrit berpolimer, pada asalnya digunakan untuk menggantikan konkrit biasa tetapi kemudiannya telah digunakan untuk menggantikan bahan lain termasuklah logam (e.g: acuan besi untuk alatan mesin). Kekuatan yang tinggi, *high damping properties*, moldability dan konduktiviti haba yang rendah telah menjadikan konkrit berpolimer, sebagai bahan yang baik untuk aplikasi-aplikasi ini(Fowler, 1999).

1.1.3 Konkrit Terubahsuai Polimer (PMC)

PMC yang menggunakan lateks telah digunakan sejak tahun 1950an. Konkrit dimodifikasikan polimer, PMC terdiri daripada ‘Portland cement concrete’ dengan polimer ubahsuai seperti ‘acrylic’ atau *styrene-butadiene latex* (SBR), *polyvinyl acetate* dan *ethylene vinyl acetate*. Dari sudut pembinaan, konkrit dimodifikasikan polimer mempunyai ciri-ciri yang diperlukan iaitu ia mempunyai persamaan dengan teknologi konkrit simen Portland konvensional. Kuantiti polimer di dalam *Portland cement binder* biasanya adalah dalam lingkungan 10-20%. Hanya ada beberapa polimer yang sesuai untuk ditambah ke dalam konkrit disebabkan oleh kebanyakan polimer menghasilkan kualiti konkrit dimodifikasikan polimer yang rendah (Fowler, 1999).

SBR digunakan secara meluas untuk lantai dan lapisan permukaan jambatan walaupun ketebalan minimum biasanya lebih kurang 30mm. Kelebihannya ialah keupayaan menambah kekuatan kepada konkrit, kekuatan lentur yang tinggi dan resapan yang rendah. Pengawetan biasanya memerlukan 23-48 jam bagi membolehkan konkrit mendapatkan kekuatan sebelum lapisan lateks membentuk. *Acrylic latex* telah digunakan untuk menghasilkan mortar dimana ia boleh di *sprayed*

atau di *troweled* pada *architectural finishes*. Ia juga berguna untuk melekatkan jubin seramik pada lantai. Konkrit dimodifikasikan polimer PMC *Acrylic* mempunyai kemampuan untuk menjadi *colorfast* dimana ini menjadikannya bahan menarik untuk *architectural finishes* (Fowler, 1999).

Konkrit dimodifikasikan polimer boleh ditingkatkan dengan penggunaan gentian-gentian untuk menambahkan kekuatan tegangan dan mengurangkan keretakan. Aplikasi *spray-on* telah menjadi suatu yang efektif dari segi kos untuk permukaan yang lurus. Kos bagi Konkrit dimodifikasikan polimer, PMC adalah lebih murah berbanding konkrit berpolimer, PC disebabkan kurang polimer diperlukan (Fowler, 1999).

1.2 Objektif Kajian

Secara keseluruhannya, kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan pengawetan terhadap rekebutuk konkrit berpolimer. Gabungan antara polimer dan campuran konkrit akan menghasilkan satu ikatan yang kuat dalam rekabentuk konkrit jika keadaan pengawetan yang sesuai dilakukan. Perbandingan akan dibuat ke atas beberapa kriteria seperti kekuatan mampatan, kekuatan lenturan, kadar resapan air, ketumpatan dan halaju denyut. Perincian mengenai kaedah rekabentuk diterangkan dalam bab 3 kajian ini. Ini bertujuan untuk mengkaji sejauh manakah kesan pengawetan yang dikenakan kepada konkrit berpolimer ini. Kajian akan dijalankan untuk mengkaji perbezaan ciri-ciri konkrit berpolimer yang wujud dalam dua keadaan iaitu pengawetan di dalam air dan pendedahan kepada udara.

1.3 Skop Kajian

Kajian ini dibuat untuk menilai sejauh manakah pengaruh keadaan pengawetan terhadap konkrit berpolimer. Keadaan pengawetan di dalam rekabentuk konkrit berpolimer ini dapat mengubah ciri-ciri fizikal konkrit tersebut. Contohnya dari segi kekuatan mampatan, kadar penyerapan air, ketumpatan, kekuatan lenturan dan halaju gelombang ultrasonik di dalam konkrit. Kala ujian adalah 3, 7, 14, 21 dan 28 hari yang mana ujian-ujian yang hanya dilakukan dalam makmal konkrit. Kajian ini dilakukan kepada dua keadaan pengawetan di mana konkrit terubahsuai lateks yang didedahkan kepada udara bertindak sebagai kawalan sementara konkrit terubahsuai lateks yang diawet dalam air adalah bahan yang akan diuji untuk mencapai objektif kajian . Perbandingan antara kedua-dua keadaan pengawetan ini akan dibuat untuk memastikan jenis rekabentuk konkrit berpolimer yang memberikan keputusan yang baik dalam setiap ujian yang akan dilakukan.

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1 Konkrit Lateks

2.1.1 Sejarah Konkrit Lateks

Berdasarkan maklumat yang menunjukkan sejarah pengenalan dan penggunaan lateks sebagai bahan tambah di dalam mortar, lateks ini telah digunakan di dalam simen Portland lebih daripada 70 tahun dan diyakini bahawa lateks mungkin satu bahan yang tertua penggunaannya di dalam sejarah teknologi simen.

(<http://www.laticrete.com/Pages/techdatast.html>, 1998).

Pengenalan dan komersial yang pertama tentang penggunaan lateks di dalam simen portland adalah bertempat England, awal 1920'an. Sehingga lewat 1920'an, lebih daripada 50% bahan lateks ini dimport dari England untuk dijadikan salah satu penggunaan yang penting di dalam kerja konkrit.

(<http://www.laticrete.com/Pages/techdatast.html>, 1998)

Sejarah penggunaan lateks di dalam simen portland ini berkembang kira-kira lewat 1940'an di Amerika Syarikat apabila seorang jurutera kimia, Henry M. Rothberg telah mengalami satu masalah untuk menyelesaikan campuran bahan lateks ini dengan satu bahan tradisional yang di panggil "*full mortar bed*".

Pada awal 1950'an pula, satu misi yang sukar telah dijalankan iaitu penggunaan simen Portland tidak boleh dicampurkan dengan getah cecair ini untuk menjadikan ia lebih kuat kerana terdapat satu ciri-ciri yang mengganggu adunan di dalam simen Portland ini. Oleh itu, lateks ini telah diubahsuai supaya ia memenuhi kriteria-kriteria yang dikehendaki iaitu ia akan mempunyai kekuatan untuk menahan pendedahan hujan, angin, pendedahan udara dan sebagainya.

(<http://www.laticrete.com/Pages/techdatast.html>, 1998).

2.2 Ciri-ciri Konkrit Terubahsuai Polimer Jenis Lateks

Konkrit dimodifikasi polimer telah dibuktikan mempunyai kelebihan berbanding dengan konkrit konvensional. Ciri-ciri konkrit segar ataupun keras yang dimodifikasikan polimer adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis-jenis polimer yang digunakan dalam campuran, nisbah polimer-simen, nisbah air-simen, kandungan air dan keadaan pengawetan (Lien, 2004).

2.2.1 Keboleherjaan

Secara umumnya, konkrit dimodifikasikan lateks mempunyai keboleherjaan yang lebih baik daripada konkrit konvensional. Pada keadaan konsisten (penurunan dan aliran), nisbah air-simen bagi konkrit dimodifikasikan lateks didapati menurun dengan bertambahnya nisbah polimer-simen. Kesan pengurangan air dalam konkrit penting dalam penyumbangan kepada penambahan kekuatan konkrit dan juga kesan pengurangan pengecutan keringan (Lien, 2004).

2.2.2 Udara Terperangkap

Secara amnya, kandungan udara yang terperangkap pada konkrit dimodifikasikan lateks adalah lebih banyak berbanding dengan konkrit konvensional kerana konkrit dimodifikasikan lateks mengandungi bahan kimia *surfactant* yang digunakan sebagai bahan pengemulsi dan penstabil di dalam campuran konkrit. Pada sesetengah keadaan, kandungan udara yang terperangkap adalah berguna seperti ia boleh menyumbangkan terhadap ketahanan lasakan pengaruh suhu tinggi-rendah tetapi jika kandungannya berlebihan, ia boleh menyebabkan menurunkan kekuatan konkrit (Lien, 2004).

2.2.3 Pengekalan Kandungan air

Konkrit dimodifikasikan lateks mempunyai sifat pengekalan air dalam konkrit yang lebih baik daripada konkrit konvensional dan sifat ini bergantung kepada nisbah polimer-simen. Ini boleh dijelaskan kerana terdapat ciri-ciri lekatan hidropiilik (*hydrophilic colloidal*) (Lien, 2004).

2.2.4 Kekuatan

Secara amnya, kekuatan konkrit dimodifikasikan lateks adalah lebih baik berbanding dengan konkrit konvensional. Kekuatan konkrit dimodifikasikan lateks dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti jenis lateks, simen dan agregat yang digunakan, nisbah polimer-simen, nisbah air-simen, kandungan air, dan keadaan pengawetan. Kekuatan konkrit akan lebih bertambah sekiranya nisbah air-simen yang digunakan dalam campuran adalah rendah serta kandungan air yang digunakan adalah kurang. Selain daripada itu, keadaan pengawetan juga mempengaruhi kekuatan konkrit dimodifikasikan lateks ini iaitu kekuatannya akan bertambah sekiranya ia diawet di dalam air berbanding jika ia didedahkan kepada udara (Lien, 2004).

2.2.5 Kecacatan, Modulus Elastik

Konkrit dimodifikasikan lateks mempunyai polimer yang mempunyai nilai modulus elastik 0.001 – 10 GPa dan adalah kecil berbanding dengan nilai modulus elastik simen 10 – 30 GPa. Dengan itu, kebanyakan konkrit dimodifikasikan lateks mempunyai keupayaan cacat dan keanjalan yang lebih baik daripada konkrit konvensional. Sifat konkrit berpolimer demikian adalah bergantung kepada jenis-jenis polimer yang digunakan dan juga nisbah polimer-simen (Lien, 2004).

2.2.6 Pengecutan Dan Rayapan

Pengecutan konkrit dimodifikasikan lateks mungkin lebih baik atau lebih buruk daripada konkrit konvensional dan ini adalah bergantung kepada jenis-jenis polimer yang digunakan dan juga nisbah polimer-simen. Dari segi rayapan pada konkrit dimodifikasikan lateks pula, ia adalah lebih kecil berbanding konkrit konvensional dan ini disebabkan penggunaan kuantiti polimer yang tidak banyak, penguatan ikatan-ikatan dalam konkrit dan juga penghasilan kekuatan jangka panjang yang disebabkan pengekalan kandungan air dalam konkrit (Lien, 2004).

2.3 Konkrit Berpolimer

2.3.1 Ketahanan Konkrit Berpolimer

Konkrit Dimodifikasikan Polimer (PMC) adalah satu bahan binaan yang sudah lama terkenal dalam pembinaan konkrit. Penggunaan polimer di dalam konkrit menunjukkan peningkatan dalam keboleherjaan, kekuatan dan ketahananlasakan (Ohama, 1987). Kertas kerja oleh Ohama dan Fowler (1998) mengulas perkembangan dan kegunaan *polymer-modified concrete*. Walaubagaimanapun, terdapat beberapa penyelidik menerangkan tentang penggunaan polimer di dalam konkrit agregat ringan (*Lightweight aggregate concrete, LWAC*).

Dengan kata lain, kaitan dengan persekitaran serta teknikal adalah faktor yang menggalakkan penggunaan konkrit agregat ringan, LWAC di dalam bidang struktur (Haque, 1999). Konkrit agregat ringan, LWAC telah berjaya diaplikasikan penggunaannya di dalam tujuan bahagian struktur untuk beberapa tahun. Untuk aplikasi konkrit ringan ini di dalam struktur, kecekapan sesuatu struktur adalah paling penting merujuk kepada kekuatan sesuatu konkrit. Kemajuan pesat di dalam teknologi konkrit menunjukkan kemajuan yang lebih pesat berkaitan dengan konkrit.

Semenjak 1980, beberapa penyelidikan dalam konkrit agregat ringan, Konkrit agregat ringan, LWAC telah di laporkan (Malhotra, 1987).

Dalam satu kajian, pada hari ke-7, didapati kekuatan mampatan dan ketumpatan konkrit kering masing-masing mencapai daripada 39.5 – 51.9 MPa dan 1460 – 1605 kg/m³ (Rossignolo, 2002).

2.3 Kesan-Kesan Pendedahan Terhadap Udara

Konkrit berpolimer sering digunakan di dalam bidang pembinaan struktur, jalanraya konkrit dan sebagainya. Pembinaan struktur konkrit yang baik memerlukan penggunaan konkrit yang berkualiti baik serta mempunyai sifat-sifat yang tertentu. Konkrit digunakan secara meluas di negara kita kerana faktor-faktor berikut, antaranya adalah ia mempunyai kekuatan mampatan yang baik dan berupaya untuk menahan tindakan terhadapnya. Kualiti konkrit yang terhasil serta ketepatan ciri-cirinya dengan yang dijangkakan banyak bergantung kepada beberapa faktor dalaman dan luaran. Di antaranya termasuk agregat dan simen yang digunakan, faktor persekitaran, faktor manusia dan sebagainya. Perhatian perlu diberi kepada faktor-faktor ini bagi memastikan konkrit yang dihasilkan adalah berkualiti dan bermutu tinggi.

Faktor persekitaran seperti suhu dan kelembapan amat mempengaruhi kualiti konkrit yang bakal dihasilkan.

2.4.1 Kekuatan Mampatan

Pemerangkapan udara mempengaruhi nisbah kekuatan tegangan : kekuatan mampatan kerana kehadiran udara mengurangkan kekuatan mampatan konkrit lebih daripada kekuatan tegangan, terutama di dalam kes campuran yang kaya dan kuat. Kesan daripada mampatan yang kurang sempurna adalah serupa dengan udara yang terperangkap.

2.4.2 Pengaratan

Fenomena ini berlaku disebabkan oleh pendedahan konkrit kepada udara yang berterusan. Hal ini disebabkan kerana di dalam udara terdapat agen-agen yang menyebabkan berlakunya pengaratan iaitu oksigen, karbon dioksida, air, klorida dan faktor pengaruh suhu. Jika konkrit tidak berupaya menahan penyerapan ini, maka agen-agen serangan ini akan masuk terus kepada tetulang yang menyebabkan pengaratan.

2.4.3 Pengkarbonatan

Pendedahan konkrit terhadap udara juga boleh menyebabkan berlakunya proses pengkarbonatan. Hal ini adalah kerana di dalam udara terdapat juga agen untuk berlakunya proses ini iaitu karbon dioksida. Pengkarbonatan adalah satu proses tindak balas kimia yang berlaku antara karbon dioksida di atmosfera dan hasil penghidratan simen. Proses ini pada awalnya berlaku pada permukaan konkrit dan akan terus tambah mendalam mengikut keadaan konkrit dan pendedahannya.

2.4.4 Luluhawa

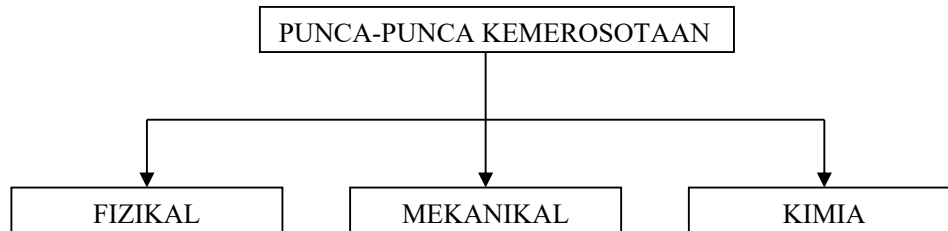
Luluhawa ialah proses merosotnya mutu konkrit yang disebabkan oleh pengembangan dan pengecutan konkrit apabila didedahkan kepada udara. Apabila situasi ini berlaku, akan berlaku perubahan suhu yang ketara dan keadaan lembab kering yang silih berganti. Keadaan ini akan mengakibatkan perubahan isipadu juga.

2.4.5 Pengecutan dan Pengeringan Konkrit

Pengeluaran air dari konkrit yang disimpan terdedah kepada udara tak tepu menyebabkan pengecutan dan pengeringan. Apabila pengeringan berlanjutan, air yang terserap akan dikeluarkan dan perubahan isipadu adunan simen tak terhalang pada peringkat ini hampir sama dengan kehilangan lapisan air setebal satu molekul daripada permukaan semua zarah sel. Apabila proses ini berlanjutan, ia akan mempengaruhi sifat-sifat konkrit tersebut dari segi rupabentuk, kekuatan dan sebagainya (Diah, 1994).

2.5 Punca-Punca Kerosotan Sifat-Sifat Konkrit

Struktur konkrit yang ditempatkan di dalam pelbagai persekitaran akan terjejas dari segi ketahananlasakan dan kekuatan kerana berpunca dari fizikal, mekanikal dan kimia Mehta and Gerwick (1982) telah membahagikan punca-punca ini dan kesan-kesan kepada yang dialami hasil dari punca-punca tersebut.



Rajah 2.1 Punca-punca kerosotan konkrit (Mehta and Gerwick, 1982)

Berdasarkan kepada rajah 2.1 yang menunjukkan punca-punca kerosotan konkrit, berikut adalah faktor-faktor yang menyebabkan berlakunya kerosotan konkrit ini.

Tindakan fizikal : a) Kesan suhu yang melampau
(kebakaran, tindakan frost)
b) Perubahan isipadu disebabkan oleh '*temperature & humidity gradient*'
c) Perbezaan pekali haba antara agregat dan simen matriks.

Tindakan mekanikal : a) Hentaman
b) Hakisan
c) Peronggaan

- Tindakan Kimia : a) Serangan sulfat
 b) Tindak balas alkali agregat
 c) Pengkarbonatan
 d) Serangan klorida

2.6 Kajian-Kajian Ke Atas Simen Konkrit

2.6.1 Penilaian Rintangan Karat Terhadap Konkrit Berlateks

Karat disebabkan oleh struktur tetulang keluli untuk penguatan struktur konkrit merupakan salah satu faktor menyumbang kepada masalah struktur konkrit terutamanya bagi yang berada pada persekitaran yang agresif seperti penyokong jambatan disebabkan oleh air masin dan juga terdedah kepada persekitaran marin.

Sejak akhir-akhir ini, *latex modified concrete* (LMC) telah digunakan secara meluas dalam industri pembinaan berdasarkan kepada kesesuaian dan prestasinya yang sesuai untuk pelbagai aplikasi seperti lapisan permukaan jambatan. Kemasukan ion klorida adalah salah satu faktor penting yang menyebabkan terjadinya karat pada keluli di dalam konkrit. Kesan pemusnahan yang diwujudkan oleh klorida pada konkrit melalui karat pada keluli konkrit telah menjadi perhatian jurutera sejak bertahun lalu (Okba et al, 1997). Kemampuan konkrit untuk bertahan daripada karat pada keluli dapat dinilai dengan mengukur resapan ion klorida yang memasuki konkrit. Resapan air dan gas juga dinilai dengan cara ini. Perhubungan diantara kebolehesapan konkrit dengan rintangan karatnya telah dianggap berkadar terus. Mehta (1991) telah membuat kesimpulan bahawa masalah terbesar kecacatan konkrit ialah tiadanya keselarasan kepada konkrit yang secara relatifnya tidak telap pada ketika ia didedahkan kepada persekitaran dan terus tidak telap selama-lamanya (Okta et al, 1997).

2.6.2 Perbandingan Di antara Latex Modified Concrete Dan Konkrit Konvensional Biasa.

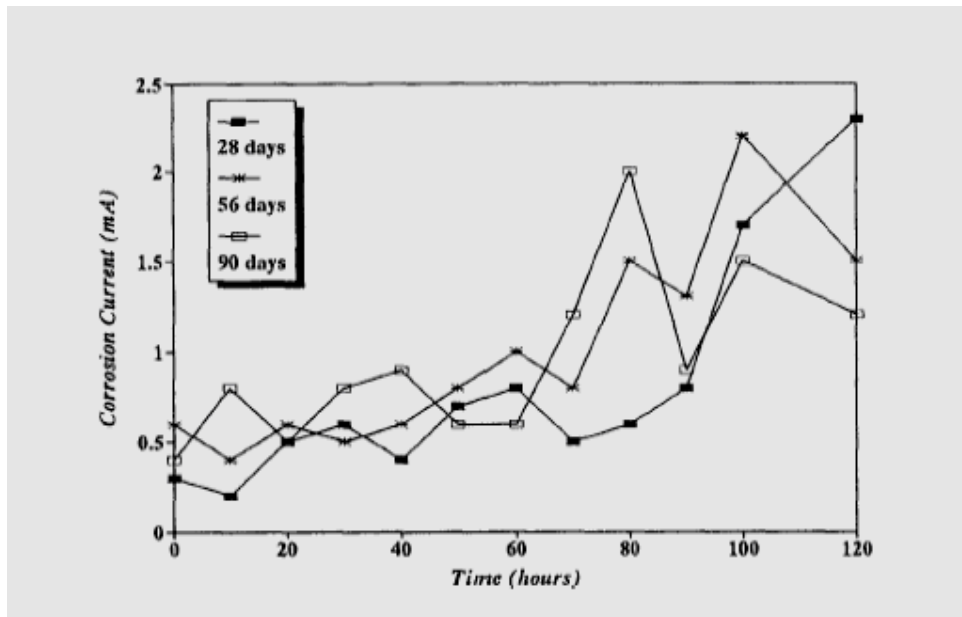
Latex modified concrete (LMC) menunjukkan ketahanan daripada karat bagi setiap ujian yang dibuat berbanding dengan konkrit konvensional. Ini menunjukkan LMC menawarkan perlindungan yang lebih baik terhadap karat. Jadual 2.1 menunjukkan purata masa karat (jam) bagi konkrit konvensional dan LMC pada ujian yang berlainan.

Jadual 2.1 : Purata masa karat untuk konkrit konvensional dan konkrit terubahsuai lateks pada masa yang berbeza (Okba et al, 1997)

Jenis Konkrit	Umur (hari)		
	28	56	90
Konkrit Konvensional	48	48	50
Konkrit Terubahsuai Lateks	230	245	285

Peningkatan masa karat dengan ujian hanya pada 4.2% untuk konkrit konvensional dan lebih kurang 23.9% bagi LMC. Ini menunjukkan prestasi LMC yang lebih baik berbanding konkrit konvensional. Pengurangan yang jelas pada kekuatan permulaan dapat diperhatikan pada LMC dibandingkan dengan konkrit konvensional dimana ini menunjukkan 'resistivity' electric yang tinggi bagi LMC. Begitu juga dengan ketidakstabilan kekuatan aliran karat yang diperhatikan semasa 100 jam yang pertama ujian bagi semua spesimen LMC. Ketidakstabilan ini tidak diperhatikan bagi konkrit konvensional. Rajah 2.2 menunjukkan aliran karat semasa 100 jam pertama bagi LMC. Kepadatan mikrostruktur bagi LMC dan lubang kecil yang lebih cenderung untuk dipenuhi dengan lapisan nipis polimer mengurangkan resapan dan ini

merupakan faktor yang menyebabkan ketidakstabilan aliran karat dapat diperhatikan. (Okba et al, 1997).



Rajah 2.2 : Pengaratan melawan masa 100 jam pertama bagi lateks modified concrete pada umur yang berbeza (Okba et al, 1997).

Selain itu, didapati bahagian atas spesimen menjadi basah dan ini wujud selepas 12 jam eksperimen bagi spesimen konkrit konvensional. Walaubagaimanapun, bagi LMC, hanya bahagian bawah spesimen basah sehingga keretakan pada spesimen. Ini mungkin disebabkan oleh ciri halangan air dan secara berterusan menghalang pergerakan lembapan pada LMC. Pengerakkan retak juga berbeza bagi kedua-dua konkrit. Bagi konkrit konvensional, retak membujur yang pantas berlaku manakala bagi LMC, retak secara lengkung pada pelbagai arah pada kadar yang perlahan berlaku. Ini mungkin disebabkan oleh peningkatan kekuatan regangan (lebih kurang 59.4%) pada LMC berbanding pada konkrit konvensional. Peningkatan ini disebabkan oleh cantuman diantara rangkaian polimer, matrik simen dan juga agregat (Okba et al, 1997).

2.8 Kesimpulan

Dalam usaha meningkatkan kualiti konkrit yang dihasilkan, terdapat pelbagai kaedah dan cara yang dilakukan oleh pihak pengkaji-pengkaji supaya konkrit yang dihasilkan mencapai mutu kualiti yang di kehendaki. Antaranya ialah penggunaan konkrit berpolimer. Pengaplikasian bahan polimer di dalam konkrit memberikan hasil-hasil yang memberangsangkan sekiranya berbanding dengan konkrit konvensional pada semua bidang pembinaan seperti dari segi ketahananlasakan, kekuatan samada mampatan, lenturan ataupun tegangan, ketidaktelapan, rintangan terhadap serangan cecair agresif, kestabilan terhadap kejadian pembekuan-pencecairan dan memberikan keseimbangan dari segi penggunaan dengan kewangan yang dilaburkan.

Konkrit dimodifikasi lateks merupakan konkrit berpolimer yang amat sesuai digunakan dalam bidang pembinaan kerana ia mempunyai pelbagai ciri keupayaan yang lebih baik daripada konkrit konvensional dan keamatan ciri-cirinya adalah dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti jenis-jenis agregat yang digunakan, jenis-jenis bahan polimer yang digunakan, nisbah polimer-simen, nisbah air-simen, kandungan air dan juga keadaan pengawetan yang bersesuaian.

BAB 3 METHODOLOGI

3.1 Pengenalan

Dalam penyediaan konkrit yang mempunyai ketahananlasakan serta kebolehkerjaan yang tinggi, terdapat beberapa kaedah pengujian untuk memastikan konkrit yang disediakan memenuhi kriteria yang di kehendaki. Antara kaedah-kaedah tersebut ialah ujian mampatan. Ujian mampatan merupakan salah satu ujian yang terpenting untuk konkrit. Ia bertujuan untuk mendapatkan kekuatan mampatan sebenar konkrit. Selain daripada itu, kaedah ujian lenturan juga turut dibuat untuk menguji kekuatan kelenturan konkrit. Ujian penyerapan air juga turut dibuat kerana ia diuji untuk mendapatkan kandungan air sebenar yang diserap ke dalam konkrit. Manakala ujian UPV pula dilakukan untuk menguji kualiti konkrit pada struktur yang telah wujud dan yang terakhir ialah kaedah ketumpatan. Kaedah ini diperolehi melalui pengiraan yang dibuat berdasarkan beberapa formula setelah berapa ujian dijalankan.

3.2 Kaedah Pengujian

3.2.1 Analisis Ayak

Ujian ayak merupakan salah satu ujian yang terpenting untuk agregat. Ia bertujuan untuk mendapatkan kadar campuran agregat daripada pelbagai saiz (untuk membentuk campuran konkrit yang benar-benar bermutu). Ujian ini, yang lebih dikenali analisis penggredan, dilakukan terhadap agregat halus dan kasar untuk menentukan peratus berat bahan yang tertapis pada ayak piawai. Biasanya, konkrit yang mengandungi agregat yang telah digredkan dengan baik akan mempunyai susunan partikel yang lebih padat dan seterusnya dapat menghasilkan konkrit yang lebih tumpat. Untuk memperoleh penggredan yang baik, keadah yang dicadangkan

oleh piawai British, BS 882 : 1983 perlulah diikuti dengan menggunakan ayak-ayak yang diperuntukkan oleh piawai BS 410.

Dalam ujian ini, 2 kg pasir akan dipisahkan kepada 1 kg dan dari 1 kg dipisahkan lagi kepada kepada 500g. Pasir 500g akan digunakan untuk menjalani analisis ayak. Saiz bukaan ayak yang digunakan ialah 5mm, 2.36mm, 1.18mm, 600 μ m, 300 μ m, 150 μ m dan pan. Satu graf peratusan melepasi ayak melawan saiz bukaan ayakan akan diplotkan.



Rajah 3.1 : Mesin untuk menjalankan analisis ayak

3.22 Ujian Mampatan

Ujian mampatan ini dijalankan adalah untuk menentukan kekuatan mampatan konkrit. Saiz kuib yang digunakan berukuran 100 mm. Kaedah yang digunakan adalah merujuk kepada BS 1881 : Part 116 : 1983. Tanpa sebarang gegaran, kenakan beban ke atas sampel tersebut pada kadar norminal iaitu antara 0.2 H/mm² ke 0.4 N/mm² sehingga beban gagal diperolehi. Beberapa contoh ditunjukkan dalam rajah. Radas yang digunakan ialah mesin pemampat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1. Pertama, spesimen-spesimen dikeluarkan dari tangki pengawetan dan permukaan mereka dikeringkan menggunakan kain yang menyerap air. Kemudian, jisim serta luas permukaan spesimen didapatkan. Permukaan plat-plat mesin mampatan dan

permukaan kiub hendaklah dipastikan bersih. Kedudukan kiub dibetulkan di atas plat bawah mesin mampatan dan beban dipastikan dikenakan pada kiub yang diacu. Beban yang berterusan dikenakan ke atas spesimen pada kadar antara $0.2\text{N}/(\text{mm}^2.\text{s})$ hingga $0.4\text{N}/(\text{mm}^2.\text{s})$ sehingga kiub gagal. Beban maksima yang dikenakan kepada kiub dicatatkan.



Rajah 3.2 : Mesin menguji kekuatan mampatan



Rajah 3.3 : Contoh sampel untuk menguji kekuatan mampatan

3.23 Ujian Lenturan

Ujian lenturan ini dijalankan adalah untuk menentukan kekuatan lenturan ke atas kekuatan konkrit spesimen. Ujikaji ini adalah merujuk kepada BS 1881 : Part 118 : 1983.

Kekuatan lenturan (f_{cf}) bagi rasuk yang diuji,

$$f_{cf} = (F \times l) / d_1 \times d_2^2 \quad (3.1)$$

di mana

F = Beban patah dalam Newton

d_1 dan d_2 = Dimensi-dimensi sisi bagi luas permukaan dalam mm

l = Jarak di antara penyokong-penyokong dalam mm

Dalam ujian lenturan ini, spesimen akan dikenakan beban yang mantap dikenakan supaya tegasan bertambah pada kadar 0.02 hingga 0.10 MPa/s. Beban maksima dicatatkan semasa spesimen patah.



Rajah 3.4 : Mesin menguji kekuatan lenturan

3.24 Penyerapan Air

Ujian penyerapan air ini adalah untuk menentukan penyerapan air sebenar oleh konkrit.

Sampel yang hendak diuji adalah berbentuk silinder (setelah digerudi) yang mempunyai diameter 50 mm x 100 mm tebal. Spesimen hendaklah dikeringkan di dalam oven kedap udara pada suhu 105°C selama 24 jam. Berat spesimen kering (W_4) ditentukan. Kemudian spesimen tersebut dipindahkan ke dalam radas vakum berkeadaan tepu dan tekanan vakum itu dikenakan selama tiga jam. Ketika spesimen tersebut masih berada di bawah tekanan vakum tersebut, spesimen ditenggelamkan kedalam air kira-kira satu sentimeter jarak penutup air dari puncak spesimen yang hendak diuji. Keadaan vakum tersebut distabilkan selama tiga jam selepas memasukkannya ke dalam air. Spesimen dikeluarkan dari vakum dan kemudiannya diletakkan ke dalam air untuk satu jam yang berikutnya supaya keadaannya betul-betul tepu. Spesimen diambil dari air tersebut, dan permukaan spesimen dilap dengan kain yang kering dan berat di udara (W_2) serta berat di dalam air (W_3) ditentukan.

Kirakan penyerapan air berdasarkan :

$$A\% = \frac{W_2 - W_4}{W_4} \times 100 \quad (3.2)$$

Kirakan keliangan berdasarkan :

$$P\% = \frac{W_2 - W_4}{W_2 - W_3} \times 100 \quad (3.3)$$



Rajah 3.5 : Peralatan ujian penyerapan air



Rajah 3.6 : Mesin menggerudi mortar



Rajah 3.7 : Contoh sampel yang telah digerudi

3.25 Ujian Tukul Menganjal (*Rebound Hammer*)

Ujian *Rebound Hammer* adalah untuk menguji kekerasan permukaan konkrit yang mana ia akan memberi maklumat tentang kualiti pada lapisan permukaan (kedalaman 20mm) konkrit. Walaubagaimanapun, 95% anggaran pada ujian kekuatan in-situ konkrit adalah lebih baik daripada +25% dibawah keadaan ideal.

Untuk menguji spesimen dengan menggunakan tukul menganjal ini, bacaan pada penukul (*rebound hammer*) diperiksa dengan menggunakan anvil ujian sebelum dan selepas setiap ujikaji dijalankan. Permukaan sampel yang dipilih untuk dijalankan ujikaji haruslah rata, licin dan bersih. Pada keluasan yang tidak melebihi 100mmx100mm, sebanyak 9-12 bacaan perlu diambil keatas sampel pada kedudukan yang berbeza.

Nilai purata setiap set bacaan harus dikira dengan mengambilkira kesemua bacaan yang diperolehi (termasuk nilai bacaan yang terlalu tinggi dan juga nilai bacaan yang terlalu rendah) kecuali terdapat sebab yang munasabah untuk menolak nilai bacaan tersebut.



Rajah 3.8 : Tukul menganjal (*Rebound Hammer*)