



اُيُتَمُ سَيِّدِي تَيْكُونُ لَوِي كُنْ مَارَا
UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

FAKULTI SENIBINA, PERANCANGAN DAN UKUR

JABATAN BANGUNAN

UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA

PERAK

MEI 2010

PERAKUAN PELAJAR

Adalah dengan ini, hasil kerja penulisan Laporan Latihan Praktikal ini telah dihasilkan sepenuhnya oleh saya kecuali seperti yang dinyatakan melalui latihan praktikal yang telah saya lalui selama 6 bulan mulai 1 Disember 2010 hingga 31 Mei 2010 di Johawaki Sdn. Bhd. Ianya juga sebagai salah satu syarat lulus kursus BLD299 dan diterima sebagai memenuhi sebahagian dari syarat untuk memperolehi Diploma Bangunan.

.....

Nama : Mohd Asraf Bin Ayob

No KP UITM: 2007105523

Tarikh :



اُنِيْوَرْسِيْٓتِيْ تِيْكْنُوْلُوْجِيْ مَارَا
UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

JABATAN BANGUNAN
FAKULTI SENIBINA, PERANCANGAN DAN UKUR
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA
PERAK

MEI 2010

Adalah disyorkan bahawa Laporan Latihan Amali ini yang disediakan

Oleh

Mohd Asraf Bin Ayob

2007105543

Bertajuk

Kaedah Membaik Pulih Kecacatan Pada Konkrit Menggunakan Simen Epoksi

Diterima sebagai memenuhi sebahagian dari syarat untuk memperolehi Diploma Bangunan

Penyelia Laporan

Koordinator Latihan Amali

Koordinator Program

Puan Wan Nordiana Wan Ali

En. Mohd Haiqal Ramli

Sr. Azamuddin Husin

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmannirrahim, setinggi-tinggi kesyukuran dirafa'kan kepada Allah s.w.t atas limpah kurnia dan rahmat-Nya laporan latihan praktikal ini berjaya di sudahkan. Sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih diungkapkan kepada Datuk Johari Bin Mat kerana telah memberikan keizinan bagi saya menjalani latihan praktikal di bawah pengurusan syarikatnya, Johawaki Sdn. Bhd. Sepanjang tempoh 6 bulan menjalani latihan praktikal, banyak ilmu baru yang dipelajari secara umunya lebih kepada mengurus dan menyelia kerja-kerja di tapak bina. Setinggi-tinggi penghormatan kepada kedua ibu bapa atas segala galakan dan sokongan yang diberi walau dalam apa jua bentuk bantuan. Tidak dilupakan penyelia bagi laporan latihan praktikal ini, Puan Wan Nordiana Bt Wan Ali atas segala tunjuk ajar yang di berikan sepanjang saya menjalani latihan praktikal. Tidak dilupakan Encik Haslam, Encik Fadzil, Encik Haslam, Encik Adi Sofyan dan seluruh warga kerja Projek Pembinaan Kompleks Agrobio Universiti Putra Malaysia, Serdang.

Terima Kasih.

ABSTRAK

Industri pembinaan hari ini mengorak langkah demi memastikan kerosakan dan masalah pada bangunan dapat dielak serta dikurangkan. Setiap kecacatan pada bangunan akan berpotensi memberi risiko kerosakan dan keruntuhan pada bangunan. Kecacatan pada konkrit perlu dikenal pasti jenis dan keadaannya dan langkah-langkah membaik pulih perlu dikaji dan dijalankan segera bagi memastikan struktur bangunan mempunyai daya kekuatan yang cukup bagi menerima beban mati dan beban hidup yang dikenakan ke atasnya. Setiap kecacatan adalah berbeza langkah membaik pulihnya bergantung pada jenis dan tahap keadaan sesuatu kecacatan tersebut. Kajian terus dijalankan bagi mengenal pasti langkah terbaik bagi menangani masalah kewujudan kecacatan konkrit pada struktur bangunan di dunia ini. Laporan praktikal ini memfokuskan kepada kajian mengenai kecacatan konkrit yang terdapat pada tapak pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang serta langkah membaik pulih setiap kecacatan tersebut. Bagi setiap input yang dimuatkan dalam laporan latihan praktikal ini adalah hasil temubual, cerapan dan carian jaringan web serta rujukan buku-buku ilmiah. Setiap kaedah membaik pulih kecacatan pada konkrit memerlukan kemahiran dan bahan yang bersesuaian bagi memastikan struktur konkrit dibaiki secukupnya. Setiap kaedah pembaikan struktur konkrit perlu persetujuan dan nasihat perunding struktur bangunan agar memastikan kaedah pembaikan adalah bersesuaian dengan tahap keadaan sesuatu kecacatan pada konkrit.

ISI KANDUNGAN

Penghargaan	i
Abstrak	ii
Isi Kandungan	iii
Senarai Jadual	vi
Senarai Foto	vii
Senarai Rajah	viii
Senarai Singkat Kata	xi
Senarai Lampiran	xii

KANDUNGAN

MUKA SURAH

BAB	1.0	PENDAHULUAN	
	1.1	Pengenalan	1
	1.2	Pemilihan Tajuk Kajian	1
	1.3	Objektif Kajian	2
	1.4	Skop Kajian	3
	1.5	Kaedah Kajian	4
BAB	2.0	LATAR BELAKANG SYARIKAT	
	2.1	Pendahuluan	6
	2.2	Sejarah Penubuhan	7
	2.3	Misi Dan Visi	8
	2.4	Carta Organisasi	9
	2.5	Senarai Projek Yang Telah Siap	10
BAB	3.0	KECACATAN PADA KONKRIT BERTETULANG SERTA KAEDAH MEMBAIK PULIH	16
	3.1	Pengenalan	16
	3.2	Jenis Dan Punca Kecacatan Konkrit Bertetulang	16
	3.2.1	Rongga Indung Madu	17

	3.2.2	Keretakan Pada Konkrit	19
	3.2.3	Serpihan Pada Konkrit	24
	3.2.4	Pengaratan Tetulang Keluli	26
	3.2.5	Pengembungan Konkrit	27
	3.3	Penggunaan Sika Bagi Membaiki Kecacatan Konkrit	29
	3.4	Kaedah Membaik Pulih Kecacatan Konkrit	33
	3.4.1	Perlindungan Permukaan	35
	3.4.2	Penampalan Rongga Pada Konkrit	35
	3.4.3	Grout Graviti	36
	3.4.4	Suntikan Epoksi Ke Dalam Rekahan	37
	3.4.5	Sistem Elektrokimia	39
	3.4.6	Pembalikan Alkali	39
	3.5	Keretakan Jalan Lingkaran Tengah 2, MRR2 Kuala Lumpur	40
BAB	4.0	PENGUNAAN SIMEN EPOKSI DALAM MEMBAIKI KECACATAN KONKRIT	
	4.1	Pengenalan	44
	4.2	Kerja-Kerja Pemeriksaan	47
	4.3	Keretakan Pengecutan Plastik Serta Pencegahannya	51
	4.4	Indung Madu Serta Langkah Membaik Pulih	52
	4.4.1	Penampalan Indung Madu	53
	4.4.2	Grout Graviti	56
	4.5	Pengembungan Konkrit Serta Langkah Membaikinya	60
BAB	5.0	MASALAH SERTA LANGKAH PENYELESAIAN	
	5.1	Pengenalan	64
	5.2	Masalah Dan Penyelesaian	64

	5.2.1	Penyusutan Kekuatan Struktur Konkrit	64
	5.2.2	Rupa Yang Tidak Menarik Pada Bangunan	65
	5.2.3	Pembaziran	65
	5.3	Cadangan	66
	5.3.1	Pembinaan Bangunan Industri, IBS	66
	5.3.2	Penggunaan Kotak Acuan Plastik, Fuvi	69
	5.3.3	Struktur Keluli	71
BAB	6.0	KESIMPULAN	73
		SENARAI RUJUKAN	74
		LAMPIRAN	76

SENARAI JADUAL

	m/s
Jadual 2.1 Struktur Korporat Johawaki	7
Jadual 2.2 Carta Organisasi Kumpulan Johawaki	9
Jadual 2.3 Senarai Projek Yang Telah Siap	15
Jadual 3.1 Bancuhan Konsisten Bagi Penyaluran Dan Penuangan Simen Epoksi.	30
Jadual 5.1 Kelebihan Dan Kekurangan Sistem IBS.	68
Jadual 5.2 Perbandingan Kotak Acuan Plastik Dengan Kotak Acuan Kayu	70
Jadual 5.3 Kelebihan Dan Kekurangan Struktur Tetulang	72

SENARAI RAJAH

		m/s
Rajah 1.1	Pelan Tapak Pembinaan Kompleks Agrobio UPM, Serdang	3
Rajah 2.1	Logo Syarikat	6
Rajah 3.1	Urutan proses umpilan konkrit akibat pengaratan tetulang keluli	25
Rajah 3.2	Tetulang keluli yang berkarat mengakibatkan keretakan dan serpihan konkrit tertanggal.	27
Rajah 3.3	Keratan Menunjukkan Arah Pengembungan Dan Keretakan Pada Konkrit	28
Rajah 3.4	Kecacatan Konkrit Sebelum Dan Selepas Dibersihkan	37
Rajah 3.5	Urutan proses suntikan grout ke dalam rekahan konkrit	38
Rajah 3.6	Proses Pembalikan Alkali Pada Konkrit Bertetulang	40
Rajah 3.7	Peta MRR2	41
Rajah 4.1	Lakaran Grafik Kompleks Agrobio UPM Serdang	45

SENARAI GAMBAR FOTO

		m/s
Gambarfoto 2.1	Bangunan Ibu Pejabat Kumpulan Johawaki	8
Gambarfoto 3.1	Kecacatan Indung Madu Pada Asas Konkrit	18
Gambarfoto 3.2	Kecacatan Indung Madu Di Tahap Serius	18
Gambarfoto 3.3	Kesesakan tetulang keluli dalam kekotak acuan konkrit	19
Gambarfoto 3.4	Keretakan Pengecutan Plastik pada Lantai Konkrit	22
Gambarfoto 3.5	Keretakan akibat tindak balas silika-alkali dalam konkrit	23
Gambarfoto 3.6	Susunan Simen Portland	23
Gambarfoto 3.7	Tindak Balas Silika-Alkali Yang Kritikal Pada Struktur Konkrit	24
Gambarfoto 3.8	Serpihan Atau Umpilan Pada Konkrit Yang Tertanggal	25
Gambarfoto 3.9	Bulatan Menunjukkan Pengembungan Pada Struktur Rasuk Konkrit	
Gambarfoto 3.10	Kayu tupang 1x2 inci digunakan sebagai penyokong bagi kekotak acuan bagi rasuk	29
Gambarfoto 3.11	Sika Grout-215	29
Gambarfoto 3.12	Sika Anchor Fix -1	31
Gambarfoto 3.13	Penembak Mortar Bertekanan Udara	31

Gambarfoto 3.14	Sikacrete-08 SCC	32
Gambarfoto 3.15	Penuangan Sikacrete-08 SCC dengan berhati-hati	32
Gambarfoto 3.16	Penyembur Cecair Bertekanan Udara Rendah	33
Gambarfoto 3.17	Mesin Pemampat Udara	34
Gambarfoto 3.18	Mesin Pemecah Dan Pemahat konkrit	34
Gambarfoto 3.19	Kerja-Kerja Penyemburan Sebatian Pengawet	35
Gambarfoto 3.20	Pembersihan Struktur Konkrit Bermasalah	36
Gambarfoto 3.21	Jejambat Kepong MRR2	42
Gambarfoto 3.22	Anak Panah Menunjukkan Keretakan Pada Struktur Rasuk Jejambat	
Gambarfoto 4.1	Keadaan Tapak Pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang	46
Gambarfoto 4.2	Kerja Pemeriksaan Sebelum Mengkonkrit Rasuk	48
Gambarfoto 4.3	Span disumbat pada lubang yang terdapat pada kekotak acuan	49
Gambarfoto 4.4	Kerja Pemeriksaan Selepas Kekotak Acuan Konkrit Siap Dibuka	50
Gambarfoto 4.5	Kecacatan Pada Asas Konkrit Ditanda Cat Merah	51
Gambarfoto 4.6	Alat Penyembur Sebatian Pengawet	52

Gambarfoto 4.7	Semburan Sebatian Pengawet Pada Konkrit Yang Masih Basah	52
Gambarfoto 4.8	Penyelia Tapak Menandakan Indung Madu Dengan Cat Merah	53
Gambarfoto 4.9	Simen Epoksi Sika Grout-215 Yang Digunakan Di Tapak	54
Gambarfoto 4.10	Pekerja Membancuh Simen Epoksi	54
Gambarfoto 4.11	Kerja Menampal Indung Madu	55
Gambarfoto 4.12	Indung Madu Yang Siap Ditampal	55
Gambarfoto 4.13	Keadaan Indung Madu Ditahap Kritikal	56
Gambarfoto 4.14	Kekotak Acuan Siap DiPasang Dan Ditupang	56
Gambarfoto 4.15	Pekerja membancuh Simen Sika Grout-215	57
Gambarfoto 4.16	Simen Epoksi Dituang Kedalam Ke Kotak Acuan	58
Gambarfoto 4.17	Simen Epoksi Dipadatkan	58
Gambarfoto 4.18	Simen Epoksi Dibiarkan Mengeras Selama 24 Jam	59
Gambarfoto 4.19	Keadaan Simen Epoksi Apabila Kekotak Acuan Dibuka	59
Gambarfoto 4.20	Mesin Pemahat Struktur Konkrit	60
Gambarfoto 4.21	Pemasangan Kekotak Acuan Pada Tiang Yang Siap Dipahat	61
Gambarfoto 4.22	Sika Grout-215 Dibancuh Dengan Air Pada Kadar Ditetapkan	61

Gambarfoto 4.23	Bancuhan Simen Epoksi Dituang Ke Dalam Kekotak Acuan	62
Gambarfoto 4.24	Simen Epoksi Mengalir Keluar Dari Bawah Kekotak Acuan	62
Gambarfoto 4.25	Struktur Konkrit Yang Siap Dibaiki	63
Gambarfoto 5.1	Pembinaan Bangunan Industri	66
Gambarfoto 5.2	Rasuk Konkrit Pra-Tuang	67
Gambarfoto 5.3	Kerja Pemasangan Kekotak Acuan Plastik Pada Struktur Lantai	69
Gambarfoto 5.4	Pembinaan Dengan Struktur Keluli	71

SENARAI LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pelan Tapak
- Lampiran 2 Katalog Sika Grout-215PV
- Lampiran 3 Katalog Sikacrete-08 SCC
- Lampiran 4 Katalog Sika Anchorfix-2
- Lampiran 5 Surat Pemberitahuan Kerja-Kerja Pembaikan Indung Madu

SENARAI SINGKAT KATA

RYE	Ramly Yahya Engineering
IBS	Sistem Bangunan Industri
MRR2	Lebuhraya Lingkaran Tengah 2
UPM	Universiti Putra Malaysia
KLIUC	Kolej Universiti Infrastruktur Kuala Lumpur

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Laporan ini membincangkan perihal kecacatan yang dikenal pasti pada konkrit serta tindakan yang diambil bagi membaik pulih serta mencegah kecacatan pada konkrit. Setiap kecacatan pada konkrit akan diperhati dan ditentukan tahap kecacatan konkrit tersebut mengikut jenis serta keadaan. Setiap kecacatan pada konkrit perlu di ambil tindakan serius mengikut keadaan tahap kecacatan bagi mengelak perkara yang tidak diingini berlaku apabila bangunan selesai didiami.

1.2 Pemilihan Tajuk Kajian

Masalah kerosakan dan keruntuhan struktur bangunan semakin membimbangkan sama ada struktur bangunan komersial ataupun persendirian. Perkara yang dikenalpasti menjadi punca masalah keruntuhan dan kerosakan pada bangunan ialah kecacatan konkrit pada peringkat awal kerja-kerja pembinaan sedang dijalankan disamping punca akibat bencana alam dan lain-lain. Bagi mengatasi masalah ini, semua pihak yang terlibat semasa kerja pembinaan dijalankan perlu bertanggungjawab agar sentiasa peka kepada keadaan bangunan serta mengenal pasti kecacatan pada bangunan yang akan memberi kesan mudarat apabila ia siap diduduki.

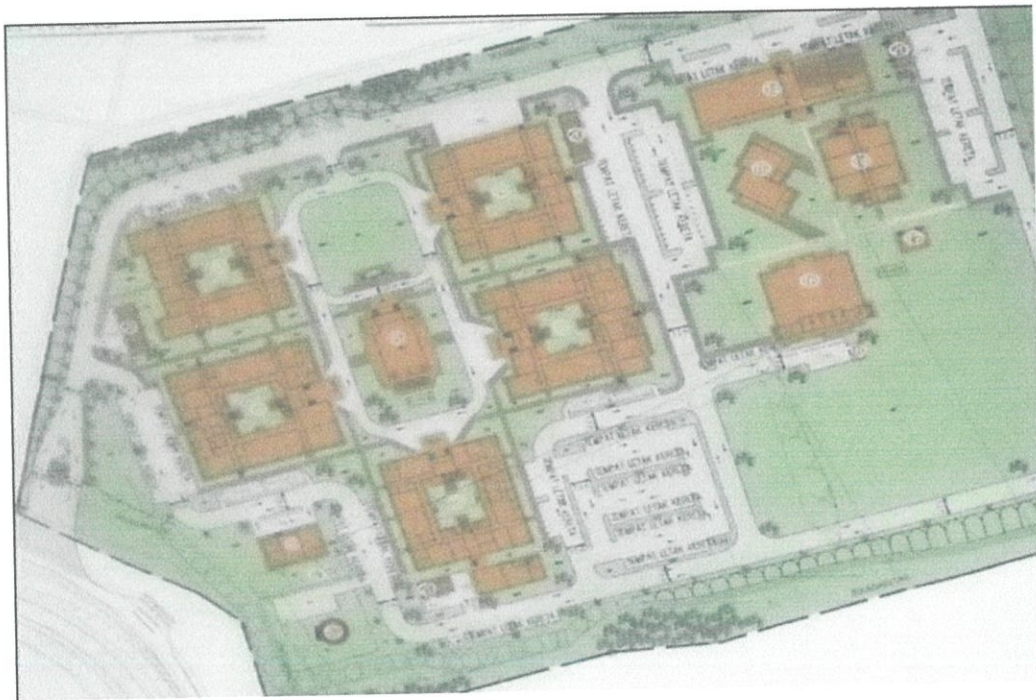
1.3 Objektif Kajian

Objektif utama bagi menyiapkan laporan ini adalah bagi mempelajari secara teoritikal dan praktikal di tapak pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang Fasa A1 mengenai kecacatan yang dikenal pasti pada struktur konkrit serta kaedah membaikpulih serta mengatasinya. Antara objektif bagi menyiapkan laporan ini adalah :

- i. Mengkaji serta mempelajari bagaimana mengelaskan dan menentukan tahap kecacatan konkrit yang dijalankan ketika kerja-kerja pemeriksaan oleh pihak perunding jurutera struktur dan wakil kontraktor apabila kekotak acuan konkrit selesai dibuka.
- ii. Mempelajari kaedah-kaedah membaik pulih setiap kecacatan pada konkrit mengikut kelasnya serta bahan-bahan yang diguna pakai.
- iii. Mengenal pasti langkah-langkah mengatasi dan mengelak dari kekerapan berlakunya kecacatan pada struktur konkrit sama ada serius ataupun tidak serius.

1.4 Skop Kajian

Kajian bagi laporan ini telah dijalankan di tapak projek pembinaan Kompleks Agrobio Universiti Putra Malaysia, Serdang, Fasa A1. Setiap kajian mengenai kaedah mengenal pasti serta membaiki pulih kecacatan pada konkrit dijalankan pada keseluruhan struktur bangunan bermula daripada asas, rasuk, lantai dan tiang. Kajian dijalankan sekaligus dengan kerja-kerja pemeriksaan bersama wakil perunding jurutera struktur dan wakil pihak kontraktor utama.



Rajah 1.1: Pelan Tapak Pembinaan Kompleks Agrobio UPM, Serdang.

1.5 Kaedah Kajian

Dalam menyiapkan laporan ini, beberapa kaedah kajian telah dijalankan ;

i. Kaedah Utama

a. **Pemerhatian**

Pemerhatian menyeluruh dijalankan dalam tempoh 6 bulan bermula dari 1 Disember 2009 hingga 31 Mei 2010 latihan praktikal di tapak bina Kompleks Agrobio UPM, Serdang. Dapat diperhatikan daripada awal kaedah menyiasat, menganalisa dan menentukan kecacatan pada setiap struktur konkrit. Dapat diperhatikan juga bagaimana langkah-langkah dan proses membaiki setiap kecacatan pada struktur konkrit oleh pekerja yang dipertanggungjawabkan.

b. **Soal Jawab**

Wakil Perunding Jurutera Struktur Bangunan,(RY Engineering Sdn. Bhd)

Encik Fairusnizam dari RY Engineering selaku wakil perunding jurutera struktur bangunan dipertanggungjawabkan sentiasa berada di tapak bagi memantau kerja-kerja pembinaan struktur konkrit bangunan. Setiap permasalahan tentang kaedah mengenal pasti serta membaiki pulih akan dijawab dengan contoh kecacatan di tapak bina. Kaedah ini lebih kepada teoritikal serta praktikal.

Jurutera Tapak (JOHAWAKI Sdn. Bhd)

Encik Mohd Fadzil Bin Muhammad menerangkan tentang prosedur-prosedur yang perlu dituruti sebelum kerja-kerja pemeriksaan konkrit dijalankan. Setiap kecacatan, langkah membaik pulih serta keputusan akhir struktur konkrit yang diperbaiki perlu direkodkan.

Pembantu Kerja-Kerja Pemeriksaan (RY Engineering Sdn. Bhd)

Encik Md. Nan Bin Tahir menjalankan setiap pemeriksaan struktur konkrit dan menerangkan jenis-jenis kecacatan struktur konkrit serta tahap kecacatan tersebut.

ii. Kaedah Kedua

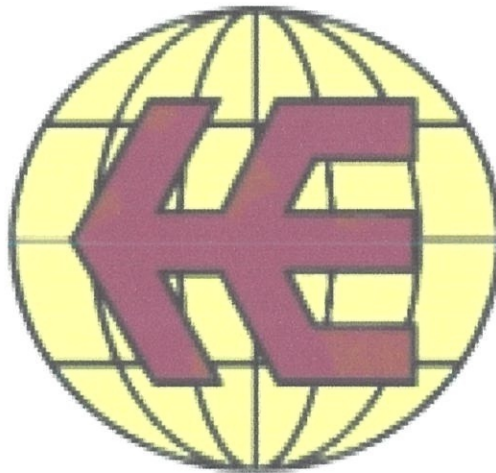
Setiap maklumat dikumpulkan daripada buku-buku ilmiah, akhbar serta majalah. setiap maklumat akan dirangka terlebih dahulu agar mutu penghasilan kerja lebih kemas dan tersusun. Setiap maklumat yang dikumpulkan adalah sebagai rujukan teoritikal. Carian Internet juga digunapakai kerana ia lebih mudah dan sentiasa di perbaharui dari semasa ke semasa.

BAB 2

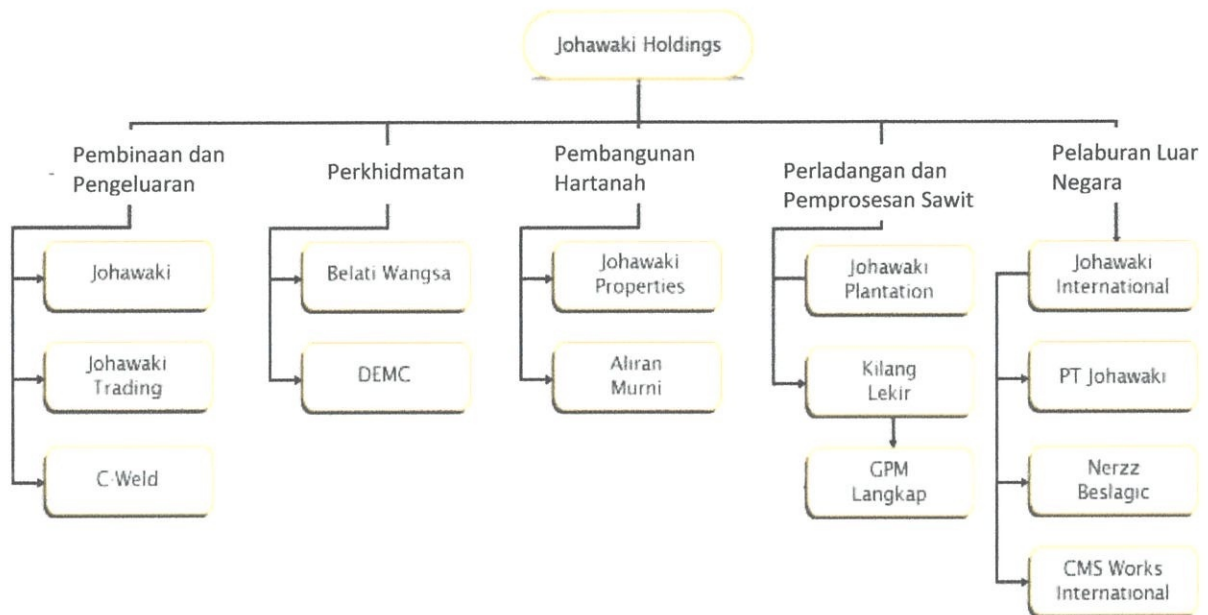
LATAR BELAKANG SYARIKAT

2.1 Pendahuluan

JOHAWAKI Sdn. Bhd. ialah sebuah syarikat pembinaan kelas A di Malaysia milik bumiputera sepenuhnya. Ia telah memulakan operasi sejak lebih daripada 2 dekad iaitu sejak 1982. Syarikat pembinaan yang terulung ini telah ditubuhkan oleh pengarahnya, Datuk Johari Bin Mat. Terlibat dalam berbagai-bagai skop ataupun cabang berkenaan dengan pembinaan seperti kerja-kerja kejuruteraan, penyelenggaraan jalan raya dan bangunan serta kerja-kerja pengubahsuaian



Rajah 2.1: Logo Syarikat



Jadual 2.1: Struktur Korporat Johawaki

2.2 Sejarah Penubuhan

JOHAWAKI Sdn.Bhd telah mula bertapak di dalam industri pembinaan negara sejak tahun 1982. Berkat usaha gigih anak Malaysia iaitu Dato' Johari Bin Mat, JOHAWAKI yang dahulunya hanya dikenali sebagai HAWAKI Sdn. Bhd mengambil nama sempena nama Hawa, bonda Dato' Johari serta Kompeni Industri. Ia kemudian diubah dengan penambahan nama Dato' Johari di bahagian pangkal nama JOHAWAKI. Memulakan langkah dengan membekal perkhidmatan menyewa alatan serta jentera pembinaan di bawah nama JOHAWAKI Trading And Machineriies, kini ia telah melangkah jauh menceburi bidang-bidang lain seperti perladangan, perubatan serta pelaburan. Bidang ini sedikit sebanyak dapat membantu syarikat dalam menyumbangkan dana dan modal bagi membiayai sebarang projek yang dipertanggungjawab kepada syarikat.

Kini, JOHAWAKI adalah salah satu syarikat pembinaan kelas A terulung di Malaysia di mana ia boleh dibanggakan kerana hasil berkat usaha anak bumiputera Malaysia.



Gambarfoto 2.1: Bangunan Ibu Pejabat Kumpulan Johawaki

2.3 Misi dan Visi

Visi

Memainkan peranan utama dalam pembinaan bangunan dengan sentuhan istimewa pada infrastruktur dan kerja penyelenggaraan.

Misi

Merealisasikan impian dan idea kepada realiti melalui ketelusan, integrity dan kerahan kerja dgn professionalisme yang tinggi

2.4 Carta Organisasi



Jadual 2.2 : Carta Organisasi Kumpulan Johawaki

2.5 Senarai Projek Yang Telah Siap

Bil	Projek	Klien	Kontrak Sum (Rm)	Tarikh Mula	Trikh Berakhir
1	<u>Kompleks Dewan Undangan Negeri Melaka, Ayer Keroh</u> Cadangan Membina Kompleks Dewan Undangan Negeri Melaka Di Ayer Keroh, Melaka	Kumpulan Melaka Berhad, Tingkat 3 Blok C, Seri Negeri, Jalan Hang Tuah, Melaka	74,070,315.00	21/05/1996	10/07/1999
2	<u>Bangunan Kolej Islam Antarabangsa Selangor, Hulu Langat</u> Cadangan Membina Dan Menyiapkan Bangunan Islam Antarabangsa Selangor.Selangor Darul Ehsan	Pejabat Kerja Raya, Negeri Selangor Darul Ehsan, 40682 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan	84,000,000.00	20/10/1997	20/04/2000

3	<u>Masjid Wilayah</u> <u>Persekutuan,</u> <u>Jalan Duta, Kuala</u> <u>Lumpur</u> Cadangan Membina Dan Menyiapkan Masjid Wilayah Persekutuan, Jalan Duta Kuala Lumpur Joint Venture Dengan Ahmad Zaki Sdn Bhd	Jabatan Kerja Raya Malaysia, Ibu Pejabat JKR Malaysia, Jalan Sultan Salahuddin, 50582 Kuala Lumpur	228,000,000.00	15/03/1996	01/09/2000
4.	<u>Institut</u> <u>Kemahiran Belia</u> <u>Negara, Alor</u> <u>Gajah</u> Cadangan Membina Dan Menyiapkan Institut Kemahiran Belia Negara (IKBN) Bagi Zon Tengah Di Alor Gajah, Melaka	Jabatan Kerja Raya Malaysia, Ibu Pejabat JKR Malaysia, Jalan Sultan Salahudin, 50582 Kuala Lumpur	43,406,180.00	21/05/2001	11/05/2002

5	<u>Projek Hospital</u> <u>Baru, Kepala</u> <u>Batas</u> Cadangan Perlaksanaan Projek Hospital Baru Di Bawah RM7 Secara Turnkey Di Kepala Batas, Pulau Pinang	Jabatan Kerja Raya Malaysia, Ibu Pejabat JKR Malaysia, Jalan Sultan Salahuddin, 50582 Kuala Lumpur	82,860,453.56	17/01/2000	30/09*/2002
6	<u>Kolej Islam</u> <u>Selangor</u> <u>(Kisdar), Bangi</u> Cadangan Membina Dan Menyiapkan Kolej Islam Selngor (KISDAR) Fasa 2, Bangi Daerah Hulu Langat Selangor Darul Ehsan	Pejabat Kerja Raya, Negeri Selangor Darul Ehsan, 40682 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan	31,000,000.00	23/10/2000	20/02/2003

7	<u>Projek</u> <u>Perumahan Fasa</u> <u>4, Sungai Buloh</u> Cadangan Membina Dan Menyiapkan Perumahan Fasa 4, Mengandungi 152 Unit Rumah Teres Dua Tingkat Di Atas Sebahagian Tanah Pemberimilikan Kerajaan Seluas 100 Ekar, Seksyen U5, Bandar Shah Alam, Mukim Sg Buloh, Daerah Petaling Selangor Darul Ehsan	Aliran Murni Sdn Bhd. No 34, Jalan Pekaka 8/3 Seksyen 8, Kota Damansara, 47810 Petaling Jaya, Selanor Darul Ehsan	24,155,840.00	18/03/2002	30/04/2004
8	<u>Kompleks</u> <u>Kediaman Dan</u> <u>Mini KDN</u> <u>Melaka, Ayer</u> <u>Keroh</u> Cadangan	Kementeria n Dalam Negeri, Bahagian Pembangun an, Aras 3, Blok D1,	58,500,000.00	17/11/2003	30/12/2005

	Pembinaan Kompleks Kediaman Dan Mini KDN Melaka, Dusun Dato' Murad, Ayer Keroh, Melaka Joint Venture Dengan Subang Teknik (M) Sdn. Bhd.	Parcel D, Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan 62502 Subang Jaya, Selangor			
9	<u>Kompleks Mahkamah Baru Kuala Lumpur, Jalan Duta (Fasa 2-Bangunan)</u>	Jabatan Kerja Raya Malaysia, Ibu Pejabat JKR Malaysia, Jalan Sultan Salahuddin, 50582 Kuala Lumpur	205,444,954.68	01/03/2004	26/02/2007
10	<u>Aseania Megamall, Bukit Mertajam</u>	Aseania Development Sdn Bhd	64,052,367.85	18/11/2006	30/09/2007

	Cadangan Pembangunan Bercampur Yang Mengandungi 1 Blok Purata Membeli Belah Dengan 1 Tingkat Besmen (Aseania Megamall) Contract For Structural Works	Lot 868, Mk 7 Permatang Rotan, Bandar Perda, 14000 Bukit Mertajam, Pulau Pinang			
--	---	---	--	--	--

Jadual 2.3: Senarai Projek Yang Telah Siap

BAB 3

KECACATAN PADA KONKRIT BERTETULANG SERTA KAEDAH MEMBAIK PULIH

3.1 Pengenalan

Struktur bangunan ialah satu struktur yang menerima beban hidup dan mati pada bangunan. Ia berperanan sebagai tulang bagi memberi rekabentuk dan kekuatan pada bangunan. Kebiasaannya pada hari ini, struktur bangunan dibina daripada konkrit bertetulang. Konkrit bertetulang dikenali sebagai bahan yang mempunyai daya kekuatan mampatan serta lenturan yang tinggi . Konkrit wujud dalam dua keadaan sama ada dalam keadaan plastik ataupun yang mengeras menjadi konkrit padu (Whitneck and Hockney, 1989). Kecacatan pada konkrit boleh dikesan ketika masih basah ataupun apabila konkrit selesai mengeras. Setiap struktur bangunan mestilah dipastikan agar terhindar dari sebarang kecacatan. Kecacatan yang wujud akan mengakibatkan struktur bangunan kekurangan daya kekuatan menanggung beban. Ini akan memberi risiko kepada bangunan untuk rosak dan lebih berbahaya lagi, bangunan akan runtuh.

3.2 Jenis dan Punca Kecacatan Konkrit Bertetulang

Kecacatan pada konkrit ialah keadaan dimana struktur konkrit mengalami perubahan rupa yang teruk dari rekabentuk asal struktur tersebut. Kecacatan boleh

muncul dalam berbagai- bagai jenis pada struktur konkrit. Antara jenis kecacatan konkrit adalah ;

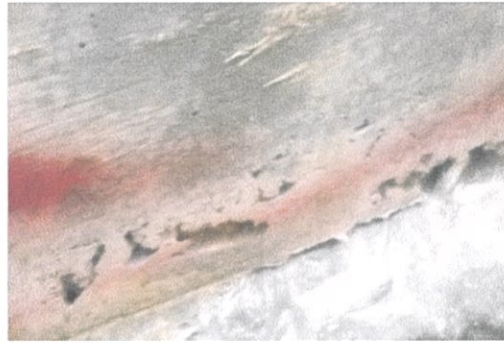
- i. Rongga indung madu.
- ii. Keretakan pada konkrit .
- iii. Pengembungan konkrit
- iv. Serpihan atau umpilan konkrit.
- v. Pengaratan pada tetulang keluli

3.2.1 Rongga Indung Madu

Struktur konkrit yang dibina dengan kaedah tuang di tapak kebiasaannya berpotensi menghasilkan rongga-rongga atau lompong pada permukaan konkrit.. Ini terhasil akibat daripada mortar yang gagal memenuhi ruang-ruang yang wujud diantara batu-batu baur.

Lompong yang wujud pada permukaan konkrit ini di sebut indung madu. Indung madu dapat dikenal pasti dengan keadaan rupa rongga pada konkrit sehingga menampakkan gumpalan batu baur.

Rongga indung madu dapat dikelaskan kepada tahap serius dan tidak serius. Rongga indung madu wujud apabila gelembung udara atau air terperangkap pada bahagian dalam konkrit yang masih basah. Ia juga wujud apabila berlaku kesesakan perletakan atau susunan tetulang dalam konkrit mengakibatkan ruang yang sempit bagi kerja-kerja pemadatan konkrit.



Gambarfoto 3.1: Kecacatan Indung Madu Pada Asas Konkrit

Bagi kecacatan indung madu di tahap serius, ia mempunyai kedalaman yang tinggi dari jarak permukaan konkrit ke dasar lompong. Indung madu yang serius adakalanya menampakkan tetulang keluli yang di tanam dalam konkrit dengan jelas.



Gambarfoto 3.2: Kecacatan Indung Madu Di Tahap Serius.

Kewujudan indung madu adalah bergantung pada tahap pemadatan konkrit serta keboleh telapan bahan konkrit iaitu simen, agregat dan air. Saiz agregat yang tidak seragam menghasilkan liang udara yang berlainan saiz. Kehadiran sebanyak dua peratus indung madu berbanding dengan isipadu konkrit dalam zon momen mengurangkan kekuatan muktamad rasuk sebanyak lebih kurang 13% hingga 22% berbanding dengan struktur konkrit serupa yang tidak mempunyai indung madu.



Gambarfoto 3.3 : Kesesakan tetulang keluli dalam kekotak acuan konkrit

Kewujudan indung madu sering dianggap remeh oleh sesetengah pihak. Ia adalah akibat tidak mengetahui akibat yang bakal menimpa struktur konkrit kelak serta kurang kajian terperinci serta tidak menyeluruh terhadap kecacatan konkrit jenis ini.

3.2.2 Keretakan Pada Konkrit

Keretakan pada konkrit ialah satu keadaan dimana wujudnya aliran atau lurah-lurah yang mempunyai kedalaman tertentu pada permukaan konkrit. Secara umumnya keretakan boleh dikelaskan kepada dua jenis iaitu keretakan aktif dan keretakan tidak aktif.

Retakan aktif biasanya mengalami perubahan saiz pada keretakan apabila daya dikenakan ke atas struktur tersebut. Retakan aktif wujud ekoran daripada kesan pergerakan berterusan atau pembenanan yang terlalu tinggi dikenakan ke atas struktur konkrit tersebut. Kerja-kerja membaiki pulih keretakan aktif adalah sangat rumit dan perlukan kepakaran yang tinggi bagi mengawal penyebaran keretakan yang berterusan.

Retakan tidak aktif pula tidak akan mengalami perubahan pada saiz dan wujud akibat daripada berlaku pengecutan pada sokongan atau pembebanan yang berlebihan pada struktur (Turton, 1992). Kerja membaiki pulih retakan tidak aktif bergantung kepada saiz serta lokasi wujudnya keretakan tersebut. Sesetengah keretakan jenis ini hanya mencatitkan rupa struktur tetapi tidak mendatangkan bahaya jika tidak diperbaiki.

Retakan pada struktur konkrit boleh ditentukan tahap keadaanya berdasarkan tiga faktor utama iaitu dari segi arah, kelebaran dan kedalaman keretakan tersebut. Ia boleh wujud dalam bentuk membujur, melintang, menegak, pepenjuru ataupun rawak. Saiz bagi penentuan tahap keretakan adalah dalam lingkungan :

- i. Kurang daripada 1 mm – halus
- ii. Antara 1 mm dan 2 mm – sederhana
- iii. Lebih daripada 2 mm – lebar

Secara umumnya keretakan diklasifikasikan kepada dua jenis iaitu keretakan struktur dan keretakan bukan struktur.

Keretakan Struktur

Keretakan struktur mengakibatkan sesuatu struktur konkrit tidak dapat berfungsi seperti yang ditetapkan Keretakan jenis ini kebiasaannya wujud akibat daripada penyediaan tetulang keluli yang tidak mencukupi, mengakibatkan struktur konkrit tidak dapat menampung beban yang sepatutnya dikenakan ke atasnya.

Keadaan ini mewujudkan pemisahan pada bahagian struktur bangunan tersebut. Sesetengah keretakan jenis ini mudah dibaik pulih manakala sesetengah lagi perlu pembaikan khusus.

Terdapat kes-kes dimana penggantian struktur terpaksa dilakukan akibat daripada keretakan struktur di tahap amat membimbangkan. Retakan struktur berpunca daripada :

- i. Kesilapan rekabentuk
- ii. Beban yang dikenakan melebihi beban rekabentuk pada struktur bangunan walaupun ia lulus dari segi faktor keselamatan.
- iii. Kesilapan dalam kaedah atau bahan pembinaan yang digunakan.
- iv. Kemalangan yang tidak dijangka seperti gempa bumi atau letupan.

Keretakan Bukan Struktur

Retakan yang wujud kebanyakannya adalah disebabkan oleh retakan bukan struktur. Ia berpunca akibat daripada faktor-faktor fizikal konkrit, dedahan kepada bahan kimia dan suhu.

Semua faktor ini kurang menyumbang kepada masalah yang serius pada fungsi struktur konkrit. Ia boleh bertukar menjadi serius sekiranya tindakan membaikpulih tidak dijalankan bagi tempoh yang agak lama.

Secara fizikalnya, kewujudan keretakan memberi pandangan yang tidak menarik pada struktur konkrit. Melalui keretakan yang kecil, ia akan memberi ruang bagi kewujudan kerosakan-kerosakan lain pada struktur konkrit bertetulang seperti pengaratan tetulang keluli dan serpihan. Antara keretakan utama yang boleh berlaku ialah :

Keretakan Pengecutan Plastik

Keretakan pengecutan plastik biasanya wujud dalam keadaan garisan lurah-lurah halus dan pendek pada permukaan konkrit. Ia biasanya muncul pada lantai

konkrit yang masih basah. Ia mudah berlaku akibat kewujudan angin dan penghidratan lembapan secara mendadak pada permukaan konkrit.

Tekanan angin tinggi yang melalui permukaan lantai konkrit mengakibatkan wujud kawasan bertekanan rendah pada permukaan konkrit mengakibatkan lembapan pada permukaan konkrit mudah tersejat ke udara mengakibatkan penyingkiran air secara mendadak dalam isipadu konkrit.

Penyejatan lembapan pada permukaan konkrit yang mendadak sebelum diganti dengan lembapan dari dalam konkrit mengakibatkan bahagian permukaan mengalami pengecutan melebihi bahagian dalam struktur konkrit. Tekanan haba yang tinggi akibat sinaran terik matahari menjadi salah satu faktor air serta lembapan dalam konkrit tersejat secara mendadak dalam konkrit.



Gambarfoto 3.4 : Keretakan Pengecutan Plastik pada Lantai Konkrit

Keretakan Pengecutan Terma Awal

Keretakan jenis ini terjadi disebabkan berlakunya mekanisme pengembangan dan pengecutan yang dipengaruhi oleh perubahan haba semasa konkrit mengeras. pergerakan haba yang tersekat oleh penyejukan pada permukaan luar lebih cepat berpunca akibat daripada kerja-kerja membuka kotak acuan terlalu awal.

Retakan Akibat Tindak Balas Silika-Alkali

Tindak balas silika-alkali ialah tindakbalas kimia di antara sesetengah jenis agregat dan ion hidroksil bersama alkali yang terdapat dalam simen. Retakan jenis ini dapat dikenal pasti pada bentuk halus dari satu titik. Dalam suatu jangka masa, ia akan merebak dan bercantum seperti satu peta. Ia wujud akibat kehadiran alkali yang tinggi pada bancuhan konkrit. Alkali hadir daripada penggunaan simen portland beralkali tinggi dan agregat mengandungi silika yang tidak aktif.



Gambarfoto 3.5: Keretakan akibat tindak balas silika-alkali dalam konkrit

Dalam satu jangka masa, tindak balas silika-alkali pada konkrit boleh mengakibatkan kerosakan berterusan dan keretakan pada struktur konkrit. Tindak balas ini mungkin perlahan namun ia berterusan. Keretakan akibat daripada tindak balas silika-alkali menggalakkan pembentukan karat pada tetulang keluli.



Gambarfoto 3.6: Susunan Simen Portland

Langkah bagi mencegah berlakunya tindak balas silika-alkali ialah dengan:

- i. Menggantikan penggunaan simen portland beralkali tinggi dengan sanga relau bagus kerana ia boleh dijadikan simen beralkali rendah.
- ii. Penggunaan agregat dengan kandungan silika yang rendah



Gambarfoto 3.7: Tindak Balas Silika-Alkali Yang Kritikal Pada Struktur Konkrit

3.2.3 Serpihan Pada Konkrit

Serpihan ialah satu keadaan dimana lapisan nipis pada konkrit terumpil keluar dan tertanggal daripada konkrit. Serpihan terjadi akibat tindakan beban luaran atau tekanan akibat pengaratan besi keluli. Ia juga wujud akibat pengumpulan air atau udara pada ruang antara permukaan konkrit yang dipenuhi mortar dengan bahagian dalam struktur konkrit.

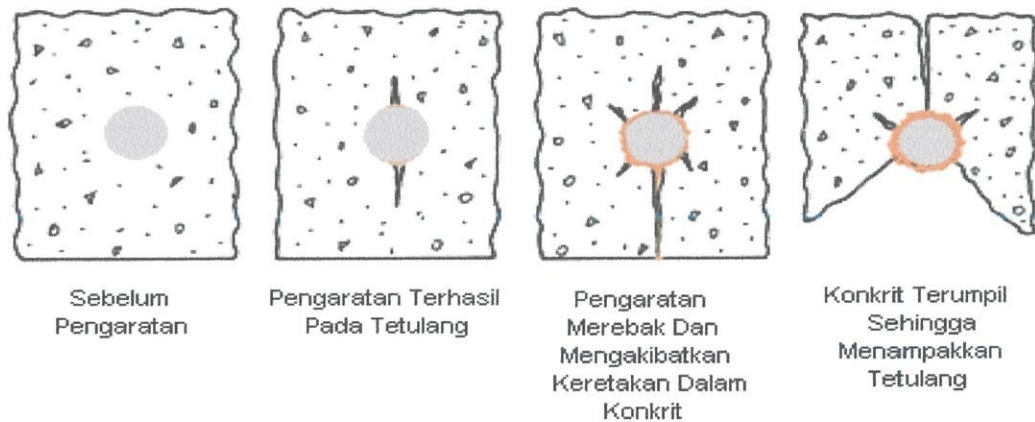
Ia mudah dikesan dengan kaedah manual seperti mengetuk dengan perlahan pada permukaan konkrit bagi mengenal pasti perbezaan antara bahagian kerak konkrit yang padat dengan kerak konkrit yang mempunyai ruang udara. Bunyi ketukan

lebih jelas kedengaran pada konkrit yang mempunyai ruang udara berdekatan permukaan konkrit yang dilapisi mortar.



Gambarfoto 3.8 : Serpihan Atau Umpilan Pada Konkrit Yang Tertanggal

Umpilan pada konkrit juga boleh terjadi akibat pengaratan tetulang keluli yang di tanam dalam konkrit. Karat yang terhasil mengakibatkan rekahan pada konkrit dan berlakunya serpihan iaitu konkrit tertanggal daripada bahagiannya. Serpihan pada konkrit boleh terjadi dalam tempoh jangka masa yang lama. Ia juga boleh terjadi berdasarkan faktor hentaman dan pelanggaran.



Rajah 3.1 : Urutan proses umpilan konkrit akibat pengaratan tetulang keluli

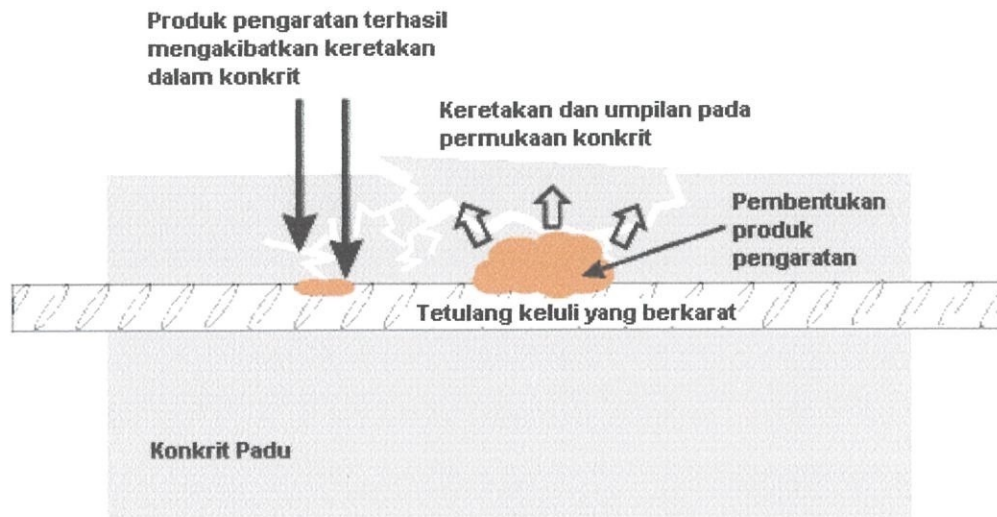
3.2.4 Pengaratan Tetulang Keluli

Pengaratan pada tetulang keluli ialah satu keadaan dimana tetulang keluli berubah dari segi fizikal, warna, rupa serta permukaan. Tetulang keluli yang berkarat akan berwarna keperang-perangan serta mempunyai permukaan yang kasar. Akan wujud produk pengaratan pada permukaan tetulang keluli. Kebanyakan punca berlakunya pengaratan adalah akibat daripada penembusan klorida ke dalam konkrit (Hobbs,1988). Antara kesan daripada berlakunya pengaratan ialah:

- i. Serpihan konkrit tertanggal akibat kewujudan produk pengaratan yang mengurangkan kekuatan lekatan antara konkrit dengan tetulang keluli
- ii. Wujud keretakan yang boleh menjejaskan kekuatan struktur konkrit
- iii. Tetulang keluli menjadi rapuh dan kurang kekuatan
- iv. Wujud warna-warna keperangan pada permukaan konkrit akibat kewujudan produk pengaratan pada tetulang keluli.

Ion klorida yang hadir mungkin berpunca daripada air garam. Kebiasaannya bangunan pelabuhan di tepi pantai lebih mudah terdedah kepada risiko pengaratan tetulang keluli kerana air laut mempunyai kandungan klorida yang sangat tinggi. Ion klorida boleh ditemui didalam garam laut.

Klorida yang hadir dalam konkrit akan memecahkan filem oksida yang meliputi permukaan tetulang. Filem ini ialah pasif dan bertindak sebagai pelindung kepada tetulang keluli.



Rajah 3.2 : Tetulang keluli yang berkarat mengakibatkan keretakan dan serpihan konkrit tertanggal.

Pengaratan juga boleh wujud akibat kehadiran oksigen dan lembapan. Lubang-lubang halus akibat keretakan kecil mampu memberi ruang yang cukup bagi penembusan oksigen dan lembapan ke permukaan tetulang keluli.

3.2.5 Pengembungan Konkrit

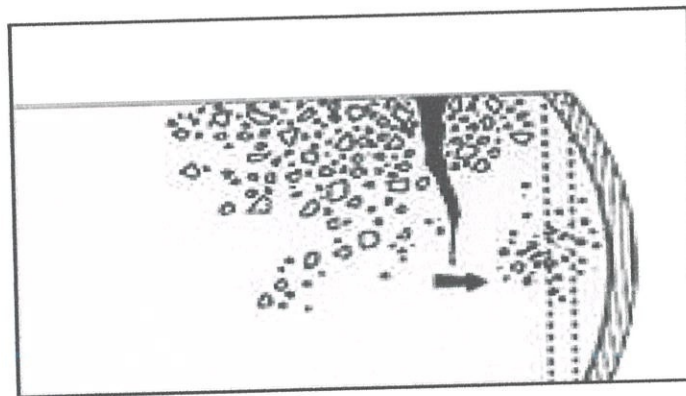
Pengembungan pada struktur konkrit ialah keadaan dimana struktur konkrit di dapati berubah bentuk dengan tambahan isipadu dengan lebih rupa lengkung pengembungan pada struktur konkrit seperti struktur asas, rasuk dan tiang.

Pengembungan pada konkrit memberikan kelebihan daya mampatan bagi menerima beban namun ia akan menambahkan jumlah beban mati yang terpaksa ditanggung oleh struktur konkrit lain. Ia berlaku apabila kekotakan membengkok akibat tidak mampu menahan daya mampatan yang diberikan oleh konkrit yang masih basah ke atasnya semasa kerja-kerja pemadatan konkrit..

Pemasangan kekotak acuan yang tidak kemas adalah punca berlakunya pengembangan pada konkrit. Penggunaan kekotak acuan yang sudah rosak akan meningkatkan potensi berlakunya pengembangan pada struktur konkrit.



Gambarfoto 3.9 : Bulatan Menunjukkan Pengembangan Pada Struktur Rasuk Konkrit



Rajah 3.3 : Keratan Menunjukkan Arah Pengembangan Dan Keretakan Pada Konkrit

Penupangan yang kemas dan kuat mampu mengurangkan kecenderungan berlakunya pengembangan pada konkrit. Kayu yang digunakan bagi kerja-kerja penupangan mestilah dalam keadaan baik disamping keadaan kekotak acuan yang baik.



Gambarfoto 3.10: Kayu tupang 1x2 inci digunakan sebagai penyokong bagi kekotak acuan bagi rasuk

3.3 Penggunaan Sika Bagi Membaiki Kecacatan Konkrit

Simen epoksi ialah jawapan bagi setiap masalah berkaitan kecacatan pada konkrit. Simen Epoksi Sika ialah sejenis simen epoksi yang mampu memberi kekuatan serta perlindungan pada struktur konkrit. Simen Epoksi Sika digunakan dalam kerja kerja membaiki kecacatan pada konkrit kerana sifat-sifat istimewanya, dimana ia tidak mengecut, boleh dipamkan, menjadi rata secara automatik dan sesuai dengan suhu persekitaran. Ia wujud dalam berbagai – bagai keadaan dan rupa bentuk.:

Sika Grout-215



Gambarfoto 3.11: Sika Grout-215

Sika Grout-215 ialah sejenis simen epoksi yang bertindak sebagai penyumbat dan pengisi bagi memperbaiki keretakan dan rongga-rongga pada konkrit. Ia bertindak bagi menutup segala keretakan dan lubang pada struktur konkrit daripada merebak menjadi lebih kritikal. Ia adalah bahan utama yang sering digunakan semasa kerja-kerja memperbaiki kecacatan konkrit.. Rupa fizikal baginya ialah seperti serbuk tepung berwarna kelabu. Jangka hayat Sika Grout-215 ialah dalam tempoh 6 bulan dari tarikh pembungkusan. Dalam tempoh tersebut, bungkusan Sika haruslah dipastikan dalam keadaan sedia asal, baik tanpa kebocoran jika belum pernah dibuka atau digunakan. Ia mesti disimpan di tempat kering dalam lingkungan 5°C hingga 30°C.

Penggunaan Sika Grout-215 adalah mudah kerana bancuhan hanya perlukan air bersih dan simen Sika Grout-215 tanpa sebarang tambahan aggregate atau campuran lain..

Nisbah bancuhan yang sesuai bagi simen Sika Grout-215 ialah :

Konsisten bagi penyaluran

SikaGrout-215	1.84 kg	25 kg	74 x 25kg beg
Air	0.31 liter	4.2 liter	309 liter
Isipadu Mortar	1 liter	13.8 liter	1 m ³

Konsisten bagi penuangan

SikaGrout-215	1.90 kg	25 kg	76 x 25kg beg
Air	0.30 liter	4.0 liter	303 liter
Isipadu Mortar	1 liter	13.2 liter	1 m ³

Jadual 3.1 : Bancuhan Konsisten Bagi Penyaluran Dan Penuangan Simen Epoksi

Sika Anchor Fix – 1

Sika Anchor Fix – 1 ialah simen epoksi yang telah sedia dibancuh dalam bentuk mortar cair bagi memudahkan kerja-kerja penyaluran ke dalam lubang-lubang halus. Kebiasaannya digunakan apabila wujud keretakan atau rongga yang jauh di dalam konkrit. Kebiasaannya ia digunakan bersama penembak mortar bertekanan udara.



Gambarfoto 3.12: Sika Anchor Fix -1



Gambarfoto 3.13: Penembak Mortar Bertekanan Udara

Kerja-kerja memasukkan lubang pada tiang bagi memasukkan batang-batang keluli untuk kerja mengikat bata perlu diisi dan dipadatkan dengan mortar epoksi. Ia mengelakkan batang keluli hilang kekuatan pegangan dengan tiang konkrit.

Sikacrete-08 SCC

Sikacrete-08 SCC ialah sejenis mortar yang siap dibancuh bagi kerja-kerja konkrit kawasan yang sempit dimana sukar bagi kemasukan penggetar konkrit. Ia mampu padat dengan sendiri tanpa perlu bantuan penggetar konkrit. Ia juga sesuai bagi kerja-kerja membaiki pulih kecacatan konkrit yang halus dan sempit. Ia berbentuk cecair pekat yang mudah mengalir dengan tekanan yang tinggi pada 50 hingga 60 Mpa. Penghasilan permukaan struktur konkrit adalah sangat baik dan licin berbanding struktur konkrit biasa dan dijamin tanpa kecacatan indung madu dan keretakan.



Gambarfoto 3.14: Sikacrete-08 SCC



Gambarfoto 3.15: Penuangan Sikacrete-08 SCC dengan berhati-hati

3.4 Kaedah Membaik Pulih Kecacatan Konkrit

Kaedah membaik pulih setiap kecacatan adalah berbeza mengikut kepada jenis dan tahap kecacatan tersebut. Sebelum sesuatu pembaikan dijalankan, beberapa perkara perlu dikenalpasti antaranya kos, jenis bahan, jentera dan peralatan, tenaga kerja, tempoh masa dan jenis kecacatan.

Penentuan kaedah pembaikan yang sesuai dapat membantu menjimatkan dan mengurangkan pembaziran yang berlaku. Ia sekaligus memberi kekuatan yang cukup kepada struktur konkrit. Penggunaan bahan pengikat dan epoksi sebagai pengisi dan pelindung adalah langkah terbaik bagi mengembalikan rupa dan kekuatan struktur konkrit.

Penggunaan jentera juga adalah penting bagi membantu tenaga manusia menjalankan kerja- kerja pembaikan dengan lebih baik. Antara jentera dan alatan yang sering digunakan semasa kerja membaik pulih dan mengelak kecacatan konkrit ialah:

i. Penyembur cecair bertekanan udara rendah

Ia digunakan ketika kerja-kerja menyembur cecair sebatian pengawet ketika kerja-kerja pembinaan lantai konkrit.



Gambarfoto 3.16: Penyembur Cecair Bertekanan Udara Rendah

ii. Mesin Pemampat udara

Ia digunakan ketika kerja-kerja membersihkan kawasan yang hendak di baiki dengan semburan udara bertekanan tinggi. Selain itu ia juga berupaya menyedut air pada lokasi konkrit yang hendak dibaiki seperti pada bahagian asas..



Gambarfoto 3.17: Mesin Pemampat Udara

iii. Mesin Pemecah dan Pemahat Konkrit

Ia digunakan semasa kerja-kerja memecah dan memotong struktur konkrit yang berlebihan. Ia digunakan semasa kerja membaiki pengembungan pada struktur. Ia juga berguna bagi kerja membersihkan struktur konkrit sebelum kerja-kerja membaik pulih dijalankan



Gambarfoto 3.18: Mesin Pemecah Dan Pemahat konkrit

3.4.1 Perlindungan Permukaan

Jenis bagi perlindungan adalah terpulang kepada keadaan struktur konkrit., (Walker,1999). Perlindungan permukaan adakalanya dijalankan semasa kerja-kerja konkrit dijalankan dan adakalanya dijalankan selesai konkrit mengeras. Teknik penyemburan dengan cecair pengawet adalah satu kaedah perlindungan permukaan. Ia bertujuan mengelakkan berlakunya pengecutan pada permukaan konkrit akibat penyejatan mendadak yang boleh mengakibatkan keretakan halus pada permukaan konkrit. Bagi keretakan halus yang dikenal pasti selepas konkrit selesai mengeras, kaedah salutan permukaan dengan menggunakan simen epoksi adalah cukup bagi mengekalkan kekuatan dan permukaan struktur konkrit.



Gambarfoto 3.19: Kerja-Kerja Penyemburan Sebatian Pengawet

3.4.2 Penampalan Rongga Pada Konkrit

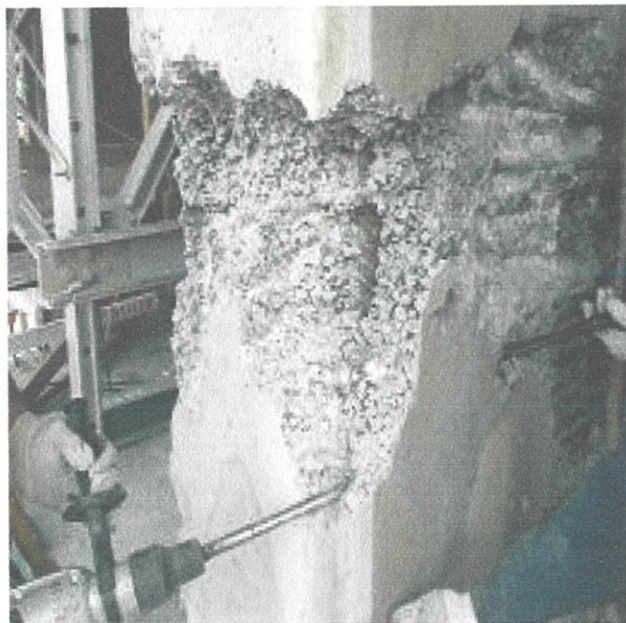
Kerja-kerja penampalan pada rongga konkrit seperti lubang, indung madu atau keretakan sederhana pada permukaan konkrit boleh dibaiki dengan kaedah penampalan pada bahagian bermasalah. Simen epoksi boleh digunakan sebagai bahan grout bagi kerja- kerja penampalan kecacatan pada konkrit. Simen grout

yang dibancuh tidak terlalu cair bagi memberi daya lekatan pada bahagian yang hendak dibaiki.

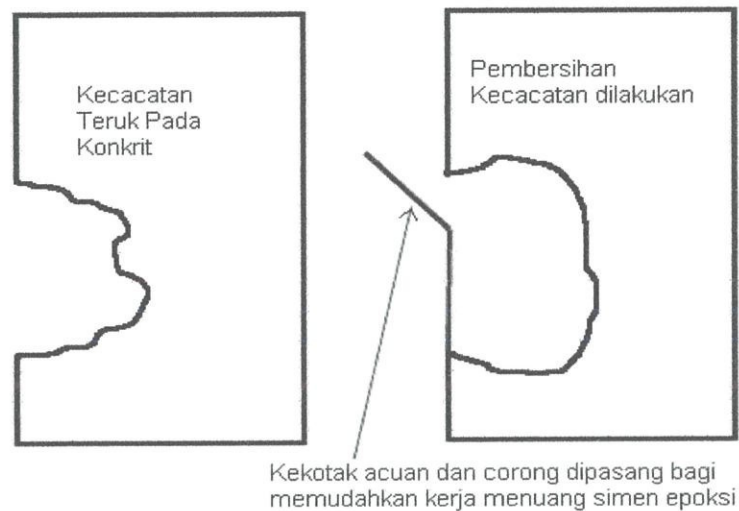
3.4.3 Grout Graviti

Teknik ini diguna pakai apabila wujudnya kecacatan yang teruk pada struktur konkrit. Teknik ini menggunakan kekotak acuan bagi memberi rekabentuk asal struktur konkrit yang bermasalah. Bancuhan simen epoksi akan diisi kedalam kekotak acuan tersebut. Simen epoksi dipilih sebagai bahan membaik pulih kecacatan pada konkrit kerana kekuatan dan ciri-ciri istimewanya seperti tidak mudah mengecut, dan tegar berbanding konkrit biasa.

Kebiasaannya bahagian yang bermasalah tidak akan diisi terus dengan simen epoksi tetapi dibersihkan terlebih dahulu dengan mesin pemecah konkrit bagi memberi struktur baru yang melekat dan bercantum kuat dengan struktur konkrit asal.



Gambarfoto 3.20: Pembersihan Struktur Konkrit Bermasalah



Rajah 3.4: Kecacatan Konkrit Sebelum Dan Selepas Dibersihkan

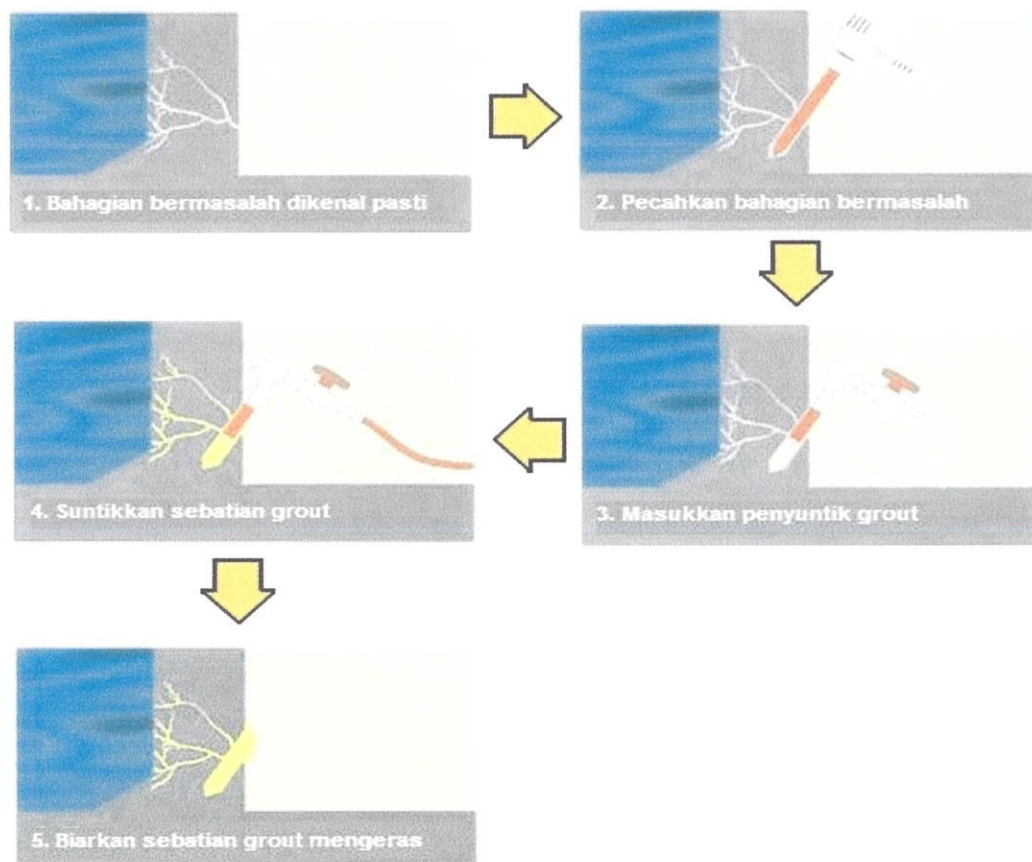
3.4.4 Suntikan Epoksi Ke Dalam Rekahan

Rekahan yang wujud dalam struktur konkrit kebiasaannya sukar untuk dibaiki kerana ruang bukaan yang sempit menyukarkan bahan penyumbat epoksi atau cecair grout memenuhi seluruh kawasan rekahan. Kaedah yang paling sesuai bagi membaiki kecacatan ini ialah dengan membersihkan dan menghasilkan ruang bukaan bagi memudahkan akses alat penyuntik simen grout bagi menyalurkannya terus memenuhi alur keretakan. Langkah yang perlu dituruti:

- i. Kenal pasti bahagian struktur konkrit yang mengalami keretakan pada bahagian dalam. Bersihkan bahagian yang hendak dibaiki terlebih dahulu bagi memudahkan kerja- kerja pembaikan keretakan konkrit.
- ii. Pecahkan dan tebuk bahagian yang hendak dibaiki bagi memudahkan kerja- kerja menyuntik simen grout. Kerja – kerja pemecahan struktur konkrit dilakukan dengan menggunakan alat pemecah dan pemahat konkrit.
- iii. Muncung alat penyuntik dimasukkan ke dalam ruang pada kawasan bermasalah yang telah dipecahkan terlebih dahulu. Muncung di masukkan tidak telalu dalam

bagi memudahkan pengaliran bahan cecair grout untuk memastikan seluruh kawasan yang mengalami alur keretakan diisi penuh dengan cecair grout.

- iv. Cecair grout di suntik secara perlahan-lahan agar tiada gelembung udara yang terperangkap akibat pengeluaran bahan cecair grout yang pada tekanan yang tinggi. Pastikan cecair grout terkeluar sedikit pada permukaan struktur konkrit bagi memastikan seluruh alur keretakan di isi penuh dengan sebatian cecair grout bagi mengelakkan kemasukan udara yang boleh mengakibatkan beberapa kecacatan struktur konkrit bertetulang seperti keretakan tetulang keluli.
- v. Alat penyuntik dikeluarkan perlahan-lahan bagi mengelakkan pemerangkapan udara pada bahagian dalam ruang yang dipecahkan. Sebatian cecair grout dibiarkan mengeras selama 24 jam.



Rajah 3.5 : Urutan proses suntikan grout ke dalam rekahan konkrit

3.4.5 Sistem Elektrokimia

Sistem perlindungan ini bertujuan mengelakkan berlakunya pengaratan yang boleh mengakibatkan serpihan dan pengelupasan pada konkrit. Pengaratan tetulang juga akan mengakibatkan keretakan pada struktur konkrit.

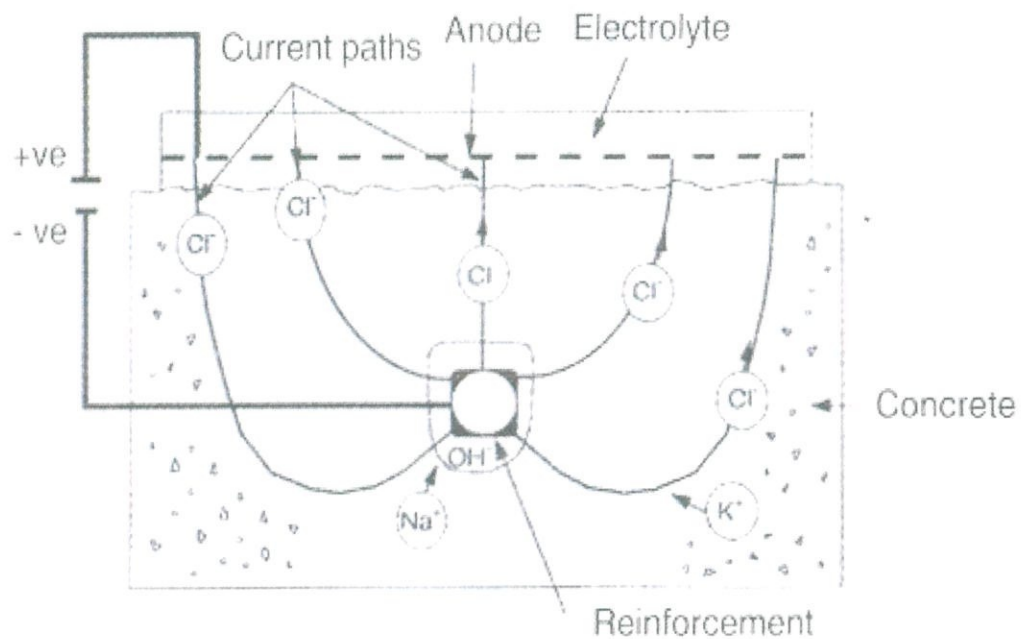
Ia berfungsi dengan mengekalkan tahap kealkalian konkrit dan kapasitan tetulang. Apabila kawasan berkarat dibersihkan, perlindungan sistem elektrokimia akan dijalankan. Tetulang keluli akan disalut dengan logam yang lebih reaktif bagi melindungi bahagian tetulang keluli utama daripada berkarat.

3.4.6 Pembalikan Alkali

Kandungan Alkali yang tinggi akan mencenderungkan konkrit untuk retak dan tetuli keluli berkarat. Kaedah pembalikan alkali adalah satu jawapan bagi mengatasi masalah kecacatan konkrit akibat daripada kewujudan alkali. Kealkalian konkrit menyebabkan sekeliling tetulang keluli menjadi pasif dan mendorong pengaratan.

Apabila pengkarbonatan sampai pada tetulang keluli maka keadaan pasif menjadi lemah dan tiada perlindungan pengaratan. Melalui kaedah pembalikan alkali, kealkalian pada konkrit boleh dikumpul dan membina lingkaran pasif pada tetulang keluli. Sistem ini menggunakan arus elektrik dengan melalui konkrit sampai ke tetulang melalui anod yang berada pada permukaan konkrit.

Kandungan alkali yang tinggi terdapat dalam bahan pembinaan seperti simen portland dan aggregate akan berisiko mewujudkan keretakan alkali-silika yang akan di sebabkan oleh pengaratan pada tetulang keluli. Serpihan dan pengelupasan pada penutup konkrit akan merosakkan rupa dan penyusutan pada kekuatan struktur konkrit.



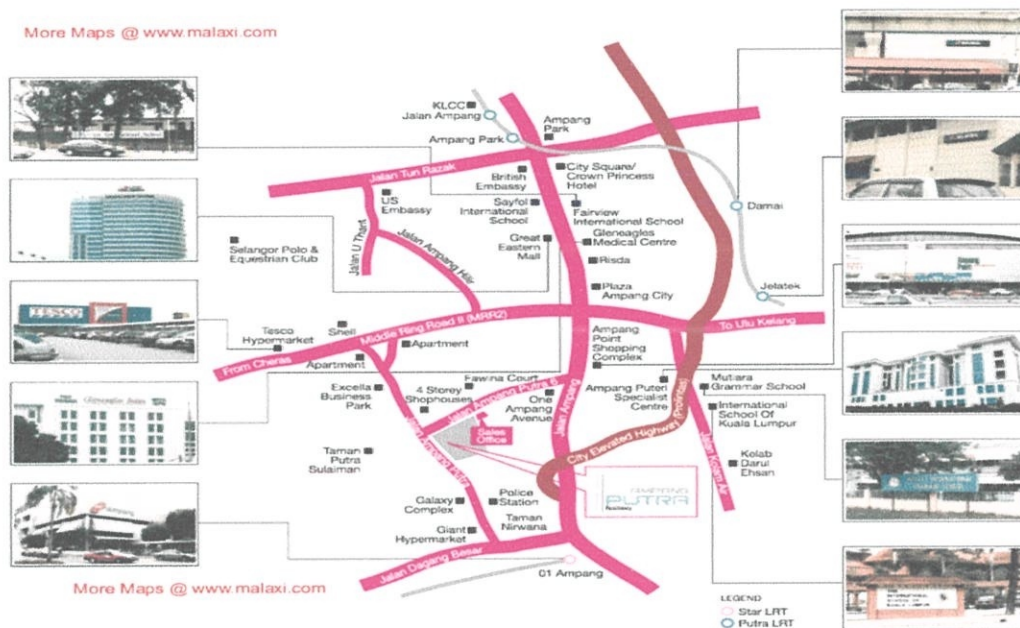
Rajah 3.6 : Proses Pembalikan Alkali Pada Konkrit Bertetulang

3.5 Keretakan Jalan Lingkaran Tengah 2(MRR2), Kuala Lumpur

Lebuhraya Lingkaran Tengah 2 Kuala Lumpur (MRR2) adalah sebuah lebuhraya lingkaran yang telah dibina dan dipertanggungjawabkan kepada Jabatan Kerja Raya bagi menghubungkan kawasan-kawasan di sekitar sempadan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur – Selangor. Secara keseluruhannya, sistem lebuhraya lingkaran ini merangkumi Laluan Persekutuan, Lebuhraya Damansara – Puchong dan Lebuhraya Shah alam.

Sejarah kerja pembinaan lebuhraya lingkaran ini terbahagi kepada beberapa fasa dan atau peringkat iaitu Sri Damansara – Kepong – Gombak, Gombak – Ulu klang – ampang dan Ampang – Cheras – Sri Petaling. Kerja-kerja pembinaan fasa pertama dijalankan pada tahun 1996 dengan usahasama Bumi Highway Sdn. Bhd bersama Jabatan Kerja Raya Malaysia.

Bagi pembinaan fasa kedua, ia bermula pada tahun 1998 dengan usahasama Sukmin Sdn. Bhd sebagai kontraktor Utama.



Rajah 3.7 : Peta MRR2

Rekahan pada 31 daripada 33 tiang jejambat Kepong telah dikenalpasti. Jumlah bagi rekahan adalah melebihi 7000 rekahan pada beberapa tiang yang bermasalah. Jejambat tersebut digunakan sehari-hari oleh lebih 4,300 kenderaan pada satu-satu masa dan ia menimbulkan kerisauan pengguna dan penduduk berdekatan.

Pada 4 februari 2006, jejambat Kepong ditutup terus kepada lalu lintas apabila kerosakan serius dikenal pasti pada jejambat itu sendiri mengakibatkan kesesakan jalan raya yang amat teruk sepanjang jalan susur Jejambat Kepong. Jejambat itu akhirnya dibuka semula kepada lalulintas pada 8 Disember 2006.

Jejambat Kepong ditutup buat kali sekali lagi kepada semua lalu lintas pada 3 Ogos 2008 selepas rekahan dijumpai pada tiang 28. 4 lorong tengah bagaimanapun dibuka semula pada petang hari yang sama.



Gambarfoto 3.21: Jejambat Kepong MRR2

Hasil siasatan awal menerangkan bahawa keretakan yang terhasil adalah akibat 3 daripada 18 tetulang gentian karbon yang digunakan ketika pembinaan struktur konkrit lebuh raya tersebut putus.

Antara faktor wujudnya keretakan pada struktur konkrit tersebut ialah kegagalan dalam mereka bentuk serta cuaca Malaysia yang tidak menentu. Rekabentuk yang tidak bersesuaian dengan beban yang terpaksa di tampung oleh struktur konkrit adalah berisiko mendatangkan masalah seperti keretakan.

Bagi faktor cuaca, hujan yang lebat dan kadang kala berterusan menyebabkan air meresap masuk ke dalam struktur tiang konkrit sekaligus menyumbang kepada beberapa masalah kecacatan seperti keretakan dan pengelupasan permukaan konkrit akibat kakisan pada tetulang.

Langkah memasang mebran kalis air telah dijalankan bagi membaik pulih keretakan tersebut dan kos membaik pulih di anggarkan bernilai 3 juta Ringgit Malaysia



Gambarfoto 3.22: Anak Panah Menunjukkan Keretakan Pada Struktur Rasuk Jejambat

BAB 4

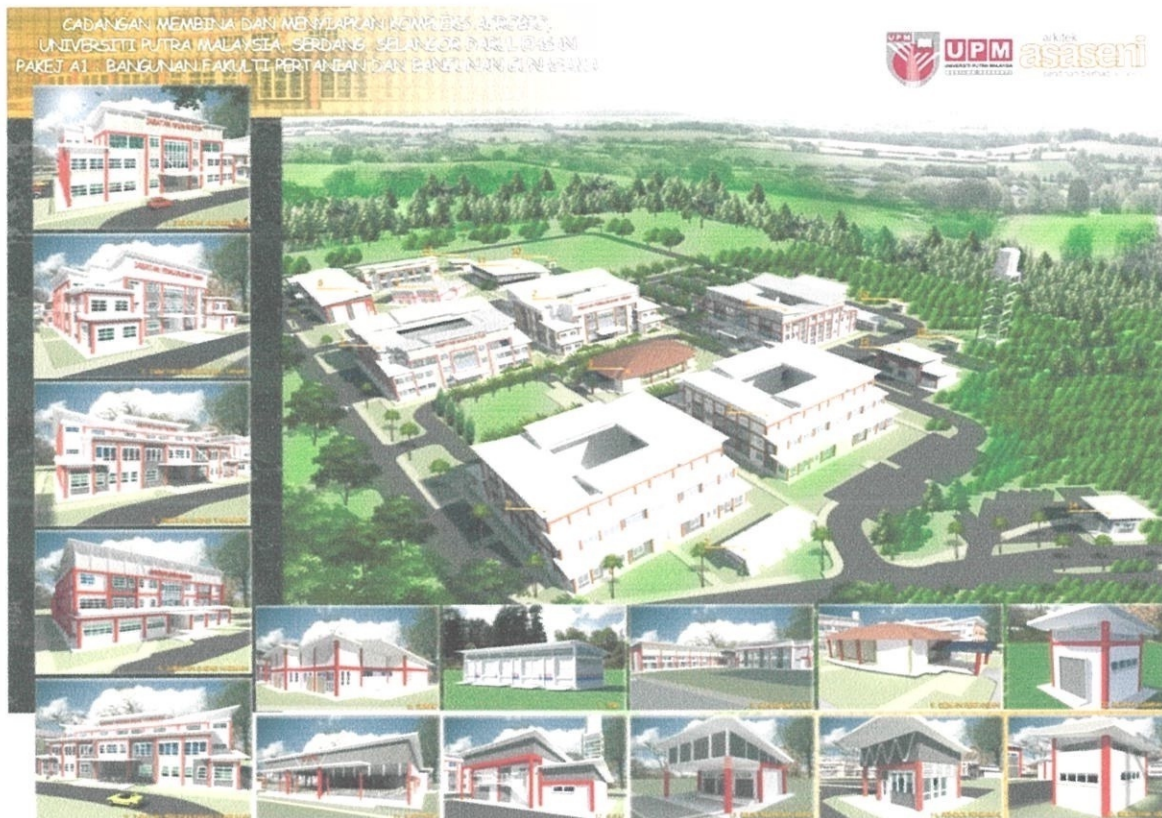
PENGUNAAN SIMEN EPOKSI DALAM MEMBAIKI KECACATAN KONKRIT

4.1 Pengenalan

Kompleks Agrobio Universiti Putra Malaysia, Serdang, ialah sebuah kompleks fakulti yang mengandungi beberapa bangunan Fakulti Pertanian dan bangunan gunasama:

CADANGAN MEMBINA DAN MENYIAPKAN KOMPLEKS AGROBIO UPM, SERDANG, PAKEJ A1:-

- i. 5 BANGUNAN FAKULTI PERTANIAN
- ii. 2 BLOK BANGUNAN GUNASAMA MENGANDUNGI DEWAN KULIAH DAN PUSAT SUMBER
- iii. 1 UNIT SUBSTATION UTAMA
- iv. 1 UNIT DEWAN PERTANIAN
- v. 1 UNIT SURAU
- vi. 1 UNIT KAFETERIA
- vii. 1 UNIT BANGUNAN PERLUPUSAN KIMIA
- viii. 1 UNIT PUSAT PENYEMBELIHAN
- ix. 2 UNIT RUMAH SAMPAH
- x. 4 UNIT PENCAWANG ELEKTRIK TNB
- xi. 1 UNIT TANGKI AIR



Rajah 4.1: Lakaran Grafik Kompleks Agrobio UPM Serdang

Tapak bagi projek Kompleks Agrobio ini adalah di atas tanah milik Universiti Putra Malaysia, Serdang bersebelahan Pusat Ekuin UPM dan berhampiran dengan Universiti Kolej Infrastruktur Kuala Lumpur, KLIUC.

Tujuan pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang ini adalah bagi menyeragamkan serta memudahkan penempatan jabatan-jabatan bagi fakulti pertanian agar lebih tersusun dan teratur. Ini adalah akibat daripada pertambahan jumlah pelajar serta memastikan pelajar dapat menjalankan kajian di dalam suasana yang cukup lengkap, mudah dan tersusun. Lokasi bangunan jabatan yang dibina adalah berdekatan ladang dan padang ragut. Ia memudahkan akses pelajar ke ladang-ladang selain penyediaan infrastruktur yang cukup lengkap.

Projek ini telah dipertanggungjawabkan kepada syarikat kontraktor Johawaki Sdn. Bhd. Seluruh rekabentuk bagi bangunan disediakan oleh firma Arkitekt Asaseni. Struktur Bangunan telah diperkemas dan disediakan lukisan serta perinciannya oleh syarikat RY Engineering Sdn.Bhd. Kerja-kerja pemasangan paip bagi saluran air bersih, sisa makmal dan sisa kumbahan dalam bangunan di-subkan kepada syarikat . Kerja-kerja pemasangan kabel dan pendawaian elektrik telah dipertanggungjawabkan kepada syarikat DoYes Sdn.Bhd. Kerja-kerja pembinaan longkang di-subkan kepada syarikat Jaringan Melati Sdn. Bhd manakala kerja-kerja pembinaan Loji Rawatan Kumbahan di-subkan kepada syarikat Jutabina Sdn. Bhd..Bagi kerja-kerja saluran kumbahan ke loji rawatan kumbahan telah di jalankan oleh syarikat kontraktor utama iaitu Johawaki Sdn. Bhd.

Secara keseluruhannya projek ini menelan kos dengan anggaran 80 juta Ringgit Malaysia. Projek pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang telah bermula pada Julai 2009 dan dijangka siap sepenuhnya pada bulan November 2010. Bagi projek bernilai besar seperti ini, tempoh atau durasi bagi projek selesai adalah sangat pendek dan terhad



Gambarfoto 4.1: Keadaan Tapak Pembinaan Kompleks Agrobio UPM Serdang

4.2 Kerja- Kerja Pemeriksaan

Setiap kerja yang dijalankan di tapak perlu mendapat persetujuan dan kebenaran pihak perunding yang mewakili klien. bagi projek pembinaan struktur bagi Projek Kompleks Agrobio UPM Serdang, syarikat jurutera awam RY Engineering telah memegang tanggungjawab mewakili klien selaku perunding jurutera struktur dan awam.

Pemeriksaan Sebelum Kerja Konkrit

Sebelum memulakan sesuatu kerja seperti kerja-kerja konkrit, satu sesi pemeriksaan akan dijalankan oleh wakil perunding jurutera struktur .Tujuan bagi kerja-kerja pemeriksaan sebelum kerja- kerja konkrit dijalankan ialah :

- i. Memastikan tetulang keluli sentiasa dalam keadaan baik dengan bilangan yang mencukupi serta saiz yang betul.
- ii. Memastikan ukuran kekotak acuan mengikut spesifikasi serta lukisan jurutera struktur.
- iii. Memastikan kekotak dalam keadaan baik tanpa sebarang kerosakan dan kebocoran..
- iv. Memastikan bahagian ruang yang hendak dikonkrit dibersihkan terlebih dahulu bagi mengelakkan sampah bercampur dengan bancuhan konkrit.



Gambarfoto 4.2: Kerja Pemeriksaan Sebelum Mengkonkrit Rasuk.

Segala kesilapan yang dikenalpasti seperti kesilapan dalam susunan tetulang perlu di perbaiki terlebih dahulu sebelum kerja-kerja konkrit dijalankan. Segala kesilapan yang telah diperbaiki perlu mendapat kelulusan daripada wakil perunding jurutera struktur. Kebocoran yang dikenalpasti pada kekotak acuan perlu ditutup terlebih dahulu dengan menggunakan penyumbat span bagi mengelakkan pembaziran yang banyak akibat pengaliran keluar konkrit serta mengurangkan kebarangkalian wujudnya kecacatan pada konkrit.

Sebelum kerja- kerja pemeriksaan dijalankan, pihak kontraktor perlulah terlebih dahulu mengemukakan borang permohonan menjalankan pemeriksaaan ke atas kekotak acuan, teteulang keluli serta bahagian yang hendak di konkrit. Setiap permohonan akan direkodkan bagi kegunaan rujukan masa hadapan jika berlaku sebarang kerosakan struktur dalam tempoh masa tertentu. Permohonan kerja-kerja pemeriksaan perlu dikemukakan selewat-lewatnya sehari dari tarikh sebenar pemeriksaan hendak dijalankan.



Gambarfoto 4.3: Span disumbat pada lubang yang terdapat pada kekotak acuan

Pemeriksaan Selepas Kekotak acuan Dibuka

Konkrit yang selesai dituang akan dibiarkan mengeras dalam tempoh 7 hari. Kekotak acuan konkrit boleh dibuka apabila tempoh pengawetan konkrit selama 7 hari selesai. Kerja-kerja pemeriksaan perlu dijalankan bagi memeriksa kewujudan sebarang kecacatan pada konkrit. Sebelum kerja pemeriksaan boleh dijalankan, terlebih dahulu pihak kontraktor perlu mengemukakan permohonan lengkap bagi menjalankan kerja-kerja pemeriksaan selepas konkrit selesai mengeras. Borang senarai pemeriksaan akan disediakan oleh pihak kontraktor dan dibawa bersama semasa kerja pemeriksaan dijalankan. Didalam borang senarai pemeriksaan selepas konkrit mengeras perlu disediakan beberapa perkara yang perlu dititik beratkan sebagai perkara utama yang akan diperiksa seperti :

- i. Penentuan jenis binaan - jenis anggota struktur atau bukan struktur, pelan struktur ada atau tidak
- ii. Kesan karat dan anggaran tahap kakisan, kesan kekosongan di permukaan, permukaan berkapur akibat pengkarbonatan, pelupasan , kehadiran rekahan

(lurus, rawak, berarah, aktif atau tidak aktif, saiz rekahan), konkrit mengembung (bulging), keadaan lembapan pada binaan, kecacatan indung madu serta kesan kerosakan lama

- iii. Halangan atau kerumitan dalam melakukan pemeriksaan dan cadangkan ujian yang perlu dilakukan untuk penentuan lanjut.

Borang senarai pemeriksaaan akan dibawa bersama ketika kerja pemeriksaan di jalankan. Setiap perkara yang dikenalpasti seperti kecacatan dan halangan akan direkodkan dalam borang senarai pemeriksaan. Wakil perunding struktur bangunan bersama penyelia tapak akan melakukan pemeriksaan bagi:

- i. Kenal pasti jenis jenis kecacatan yang wujud pada struktur konkrit
- ii. Menganalisa tahap kecacatan melalui pengukuran saiz, kedalaman dan beberapa ujian manual
- iii. Mengambil keputusan tentang kaedah membaik pulih setiap kecacatan bergantung pada jenis, tahap kecacatan serta lokasi berlakunya kecacatan pada struktur bagi menyediakan penupangan yang cukup jika perlu.



Gambarfoto 4.4: Kerja Pemeriksaan Selepas Kekotak Acuan Konkrit Siap Dibuka

Bagi setiap kecacatan yang ditemui, ia akan ditandakan dengan cat merah memudahkan pekerja mengenalpasti lokasi serta jumlah kecacatan yang perlu dibaiki. Ia juga memudahkan pihak kontraktor merekodkan setiap kecacatan sebelum dan selepas dibaiki mengikut kecacatan yang ditanda.



Gambarfoto 4.5: Kecacatan Pada Asas Konkrit Ditanda Cat Merah

4.3 Keretakan Pengecutan Plastik Serta Pencegahannya

Keretakan Pengecutan Plastik ialah kecacatan yang diklasifikasi sebagai keretakan yang tidak terlalu serius. Ia tergolong dalam keretakan bukan struktur. Kebiasaannya ia wujud pada konkrit yang masih basah di bawah panas terik matahari.

Ia wujud sebagai garis-garis halus dengan lebar serta kedalaman retakan tidak mencecah 1mm. Kebiasaannya ia wujud pada struktur konkrit lantai. Ia boleh di elakkan dengan penggunaan cecair sebatian pengawet. Sebatian pengawet akan disembur dengan penyembur khas semasa konkrit masih basah.



Gambarfoto 4.6: Alat Penyembur Sebatian Pengawet



Gambarfoto 4.7: Semburan Sebatian Pengawet Pada Konkrit Yang Masih Basah

4.4 Indung Madu Serta Langkah Membaik Pulih

Indung madu ialah kecacatan yang mudah ditemui apabila kekotak acauan selesai di buka. Akibat daripada pemadatan dan penggetaran yang tidak begitu baik serta keadaan konkrit yang kering serta kurang kelembapan menggalakkan kewujudan indung madu. Antara bahagian struktur konkrit yang sering wujudnya indung madu ialah di

bahagian asas, rasuk dan tiang. Setiap indung madu akan di baiki mengikut tahap keadaan indung madu tersebut.

4.4.1 Penampalan Indung Madu

Indung madu yang tidak serius dikenalpasti sebagai lompong-lompang kecil yang menampakkan gumpalan batu agregat. Langkah-langkah membaiki pulih indung madu yang tidak serius adalah berlainan berbanding indung madu yang teruk serta kritikal dan perlu perhatian yang lebih serius. Kaedah yang digunakan bagi membaiki indung madu yang tidak terlalu serius lebih kepada kaedah penampalan bagi menutup setiap lompong-lompang indung madu pada permukaan konkrit. Langkah-langkah membaiki pulih kecacatan indung madu dengan kaedah penampalan,:

- i. Pemeriksaan oleh penyelia tapak mewakili kontraktor utama bersama-sama wakil perunding struktur bahan akan dijalankan apabila kekotak acuan selesai dibuka. Setiap indung madu yang dikenal pasti akan ditandakan dengan cat merah bagi memudahkan pengenalan lokasi bahagian yang perlu dibaiki. Setiap indung madu yang ditanda akan diambil gambar foto bagi tujuan rekod projek tersebut.



Gambarfoto 4.8: Penyelia Tapak Menandakan Indung Madu Dengan Cat Merah

- ii. Simen epoksi Sika Grout-215 disediakan dan dibancuh oleh pekerja berpengalaman. Bancuhan simen epoksi dipastikan agar tidak terlalu cair bagi kerja- kerja penampalan indung madu. Bancuhan simen epoksi Sika Grout-215 tidak memerlukan penambahan aggregate. Ia hanya mencukupi dengan bancuhan bersama air bersih sahaja. Pastikan air yang benar-benar bersih digunakan. Penggunaan air yang berlumpur dan beralga akan memudaratkan struktur konkrit akibat penghasilan asid dan sulfur daripada mikroorganisma yang terdapat dalam air yang tidak bersih.



Gambarfoto 4.9: Simen Epoksi Sika Grout-215 Yang Digunakan Di Tapak



Gambarfoto 4.10: Pekerja Membancuh Simen Epoksi

- iii. Kerja-kerja penampalan dijalankan dengan menyelaputi kawasan indung madu dengan simen epoksi. Kerja-kerja menyelaput atau menampal adalah menggunakan tangan. Sebagai langkah-langkah keselamatan, sarung tangan wajib dipakai semasa kerja-kerja membaiki pulih dengan menggunakan tangan bagi mengelak kerosakan pada tangan. Simen epoksi mempunyai bahan kimia yang berbahaya dan boleh mengakibatkan kulit mengelupas jika disentuh tanpa sebarang perlindungan kepada kulit. Bahagian yang ditampal perlu diratakan mengikut permukaan struktur konkrit. Setiap kerja penampalan perlu dipastikan diisi penuh dengan simen epoksi agar tidak wujud bahagian yang memerangkap udara dimana ia akan mengakibatkan kecacatan lain di masa depan.



Gambarfoto 4.11: Kerja Menampal Indung Madu

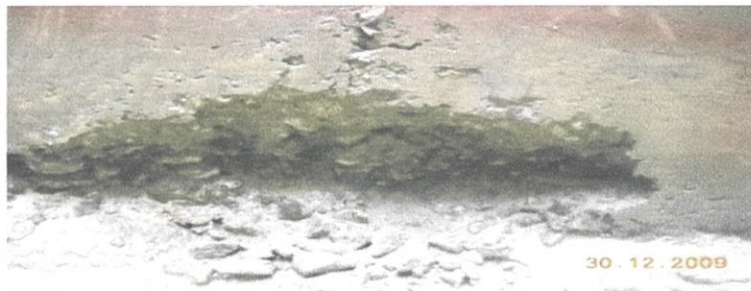
- iv. Setiap indung madu yang siap ditampal dengan simen epoksi akan diambil gambar bagi kerja-kerja merekod setiap kecacatan pada struktur konkrit bagi memudahkan penyemakan jika berlaku sebarang perkara yang tidak diinginkan di masa hadapan.



Gambarfoto 4.12: Indung Madu Yang Siap Ditampal

4.4.2 Grout Graviti

Bagi indung madu di tahap kritikal dan perlukan perhatian, kaedah penampalan tidak boleh diguna pakai. Kaedah lebih terperinci perlu dilakukan bagi membaiki pulih kecacatan konkrit yang serius. Kaedah grout graviti ialah satu kaedah mengisi bahagian yang dikenalpasti pada struktur konkrit dengan penuangan dari atas ke bawah. Bahagian yang perlu dibaiki akan di pasang kekotak acuan bagi memastikan bancuhan simen epoksi meliputi seluruh kawasan yang bermasalah. Langkah-langkah membaiki struktur konkrit dengan kaedah grout graviti perlualah melalui beberapa prosedur yang betul.



Gambarfoto 4.13: Keadaan Indung Madu Ditahap Kritikal

- i. Setiap indung madu yang kritikal akan di analisa terlebih dahulu saiz serta kedalamannya. Ia memudahkan kerja-kerja memasang kekotak acuan bagi mengisi bahagian yang mengalami masalah dengan simen epoksi Tupang di perlukan bagi menyokong kekotak acuan semasa kerja menuang simen epoksi.



Gambarfoto 4.14: Kekotak Acuan Siap DiPasang Dan Ditupang

Jika bahagian yang bermasalah ialah pada bahagian tingkat atas dan terapung seperti pada rasuk bumbung, tupang mati diperlukan bagi menyokong kekotak acuan simen epoksi. Pastikan kekotak acuan yang dipasang benar-benar kuat dan kemas.

- ii. Simen epoksi Sika grout-215 dibancuh dengan air dan dipastikan bancuhan tidak terlalu pekat serta tidak terlalu cair. Bancuhan yang cair akan mengurangkan kekuatan pada simen epoksi tersebut manakala bancuhan yang pekat menyukarkannya untuk memasuki ruang-ruang yang kecil. Pastikan air yang bersih sahaja digunakan bagi mengelakkan kerosakan yang lebih teruk akibat organism yang menghasilkan asid dan sulfur yang terdapat dalam air kotor.



Gambarfoto 4.15: Pekerja membancuh Simen Sika Grout-215

- iii. Simen epoksi yang dibancuh dituang ke dalam kotak acuan konkrit secara perlahan-lahan bagi mengelakkan daya tekanan yang diberikan ke atas kekotak acuan akan merosakkannya. Pastikan seluruh bahagian yang bermasalah dilitupi sepenuhnya dengan simen epoksi.



Gambarfoto 4.16: Simen Epoksi Dituang Ke Dalam Kekotak Acuan

- iv. Simen epoksi yang selesai dituang akan dipadatkan. Ia bertujuan bagi memastikan simen epoksi memasuki seluruh bahagian dalam kawasan yang bermasalah. Ia juga bertujuan menyingkirkan gelembung udara yang terperangkap dalam sebatian simen epoksi semasa kerja - kerja penuangan dijalankan. Gelembung udara yang terperangkap adalah punca kepada beberapa masalah konkrit seperti indung amdu dan serpihan pada konkrit.



Gambarfoto 4.17: Simen Epoksi Dipadatkan

- v. Simen epoksi dibiarkan mengeras selama 24 jam sebelum acuannya boleh dibuka. Setiap simen epoksi yang selesai mengeras akan diambil gambar bagi tujuan merekodkannya dalam laporan kecacatan konkrit yang akan diserahkan kepada pihak perunding struktur bangunan.



Gambarfoto 4.18: Simen Epoksi Dibiarkan Mengeras Selama 24 Jam



Gambarfoto 4.19: Keadaan Simen Epoksi Apabila Kekotak Acuan Dibuka

4.5 Pengembungan Konkrit Serta Langkah Membaikinya

Pengembungan konkrit berlaku apabila kekotak acuan tidak mampu menahan daya yang dikenakan oleh konkrit yang masih basah. Kekotak acuan yang membengkok akan mempengaruhi rupa struktur konkrit tersebut. Pengembungan pada konkrit dikenal pasti pada rupa bentuk yang mengembung dan penambahan isipadu berbanding struktur konkrit asal. Langkah yang perlu dijalankan bagi membaiki struktur konkrit yang mengembung ialah dengan mengetuk bagi membuang konkrit yang mengembung dan dibaiki dengan simen epoksi.

- i. Pengembungan pada konkrit dikenal pasti lokasi serta saiz pengembungannya. Jika wujud pengembungan pada struktur asas konkrit, ia boleh diabaikan tanpa sebarang kerja membaik pulih kerana dipercayai ia mampu memberi kekuatan yang lebih bagi menyangga beban yang dikenakan ke atasnya. Bagi struktur konkrit tiang dan rasuk ia perlu dibaiki bagi mengelakkan daya yang berlebihan terpaksa ditampung oleh asas dan menyukarkan kerja-kerja lain mengikat bata..
- ii. Mesin mengetuk dan memahat struktur konkrit disediakan dan dipastikan mata pemahat berada pada keadaan baik. Sebarang kerja yang melibatkan mesin yang berada dalam keadaan yang tidak baik akan berisiko mendatangkan kecederaan pada pekerja dan melambatkan kerja.



Gambarfoto 4.20: Mesin Pemahat Struktur Konkrit

- iii. Bagi bahagian struktur yang siap dipahat, kekotak acuan dipasang meliputi kawasan yang hendak dibaiki. Kaedah grout graviti diguna pakai bagi memperbaiki struktur konkrit yang siap dipahat.



Gambarfoto 4.21: Pemasangan Kekotak Acuan Pada Tiang Yang Siap Dipahat

- iv. Simen epoksi Sika Grout-215 digunakan bagi kerja-kerja membaik pulih bahagian yang siap dipahat..Kaedah grout graviti juga diguna pakai bagi memperbaiki struktur konkrit yang siap dipahat. Ia dibancuh terlebih dahulu dengan air tanpa penambahan agregat dan campuran lain.



Gambarfoto 4.22: Sika Grout-215 Dibancuh Dengan Air Pada Kadar Ditetapkan

- v. Simen epoksi Sika Grout-215 yang siap dibancuh dituang ke dalam kekotak acuan dari bahagian atas bukaan. Memandangkan kerja-kerja pemadatan tidak dapat dijalankan akibat ruang yang terhad, penuangan perlu dilakukan perlahan-lahan dan pastikan ia mengalir keluar sedikit pada hujung kekotak acuan. Ia bagi memastikan simen epoksi memenuhi seluruh kawasan yang hendak dibaiki.



Gambarfoto 4.23: Bancuhan Simen Epoksi Dituang Ke Dalam Kekotak Acuan



Gambarfoto 4.24: Simen Epoksi Mengalir Keluar Dari Bawah Kekotak Acuan

- vi. Bancuhan simen epoksi dibiarkan mengeras selama 24 jam. Kekotak acuan dibuka berhati-hati apabila sampai tempoh pengerasan simen epoksi tersebut. Lebihan simen epoksi yang selesai mengeras akan dilicinkan dengan mesin jika perlu.



Gambarfoto 4.25: Struktur Konkrit Yang Siap Dibaiki

BAB 5

MASALAH SERTA LANGKAH PENYELESAIAN

5.1 Pengenalan

Secara umumnya, kecacatan konkrit akan memberi masalah sama ada kesan daripada kecacatan mahupun masalah yang timbul apabila kerja-kerja memperbaikinya dijalankan.

5.2 Masalah Dan Penyelesaian

Bagi pernyataan masalah ini, ia lebih difokuskan kepada masalah wujud akibat kecacatan konkrit serta masalah semasa hendak memperbaikinya. Antara masalah yang wujud ialah:.

5.2.1 Penyusutan Kekuatan Struktur Konkrit

Secara umumnya diketahui, struktur konkrit yang direka bentuk mempunyai suatu kekuatan yang ditetapkan bagi menampung jumlah beban yang di hadkan ke atasnya. Apabila wujudnya kecacatan seperti rongga indung madu, keretakan konkrit dan serpihan konkrit tertanggal, maka sekaligus akan menyusutkan jumlah kekuatan daya yang boleh ditampung oleh struktur konkrit. Struktur

konkrit yang mengalami penyusutan dari segi kekuatan boleh memberi kesan buruk kepada bangunan serta terdedah kepada risiko runtuh bangunan.

5.2.2 Rupa Yang Tidak Menarik Pada Bangunan

Sesebuah bangunan dinilai daripada keteguhan dan rupa serta nilai estetika sesebuah bangunan. Kecacatan yang wujud pada struktur bangunan memberi kesan yang teruk bagi rupa bangunan tersebut.

Kecacatan Pada Konkrit juga kadang kalanya menyukarkan dan melambatkan kerja-kerja pembinaan yang lain seperti kerja-kerja mengikat bata dan mengambus tanah.

5.2.3 Pembaziran

Pembaziran adalah perkara yang perlu dan tidak dapat dielakkan ketika berlakunya kerja-kerja pembinaan. Setiap pembaziran ditentukan serta telah di hadkan mengikut peratus peratus tertentu. Jika wujudnya kecacatan pada konkrit, akan banyak perkara akan dibazirkan seperti masa, tenaga dan juga wang ringgit.

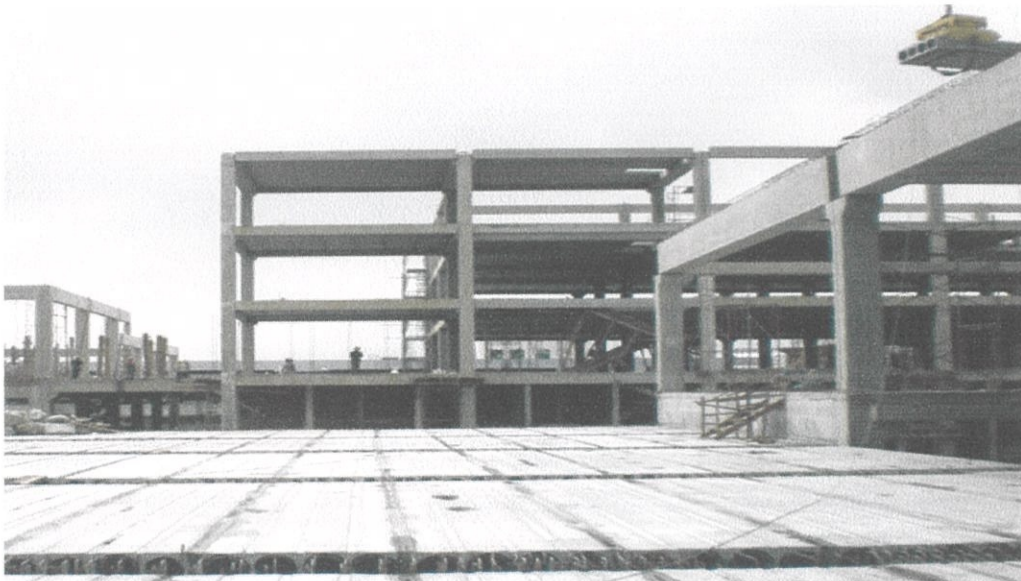
Setiap kecacatan pada konkrit perlu dibaiki terlebih dahulu sebelum kerja-kerja pembinaan lain boleh dijalankan. Ini akan menyebabkan kelewatan pada projek dan setiap kelewatan akan didenda mengikut kadar yang telah dipersetujui dalam perjanjian kontrak.

Kos bagi mendapatkan setiap bahan dan alatan yang digunakan untuk membaiki kecacatan pada konkrit adalah sangat tinggi. Kos pembinaan akan bertambah sekaligus mengurangkan keuntungan yang diperoleh.

5.3 Cadangan

Beberapa cadangan telah dikenalpasti bagi mengurangkan kecacatan pada struktur bangunan konkrit seperti :

5.3.1 Pembinaan Bangunan Industri, IBS



Gambarfoto 5.1: Pembinaan Bangunan Industri

Kaedah pembinaan bangunan industri ialah satu kaedah pembinaan terbaru yang mula diperkenalkan di Malaysia. Kaedah pembinaan ini menggunakan tenaga kerja yang kurang sekaligus mengurangkan pengambilan pekerja asing ke Malaysia. Kaedah pembinaan ini lebih cepat disiapkan berbanding kaedah biasa.

Kelebihan kaedah pembinaan jenis ini ialah, ia boleh beroperasi selama 24 jam sehari tanpa henti walaupun keadaan cuaca yang tidak menentu kerana secara

umunya, konkrit tuang di tapak tidak lagi diguna pakai dalam kaedah pembinaan ini.

Penggunaan struktur konkrit pra-tuang juga dapat mengurangkan risiko berlakunya kecacatan konkrit berbanding konkrit tuang di tapak. Ia dihasilkan di kilang dan mutu bagi konkrit dinilai terlebih dahulu bagi memastikan ia cukup kuat dan bebas dari sebarang kecacatan sebelum dihantar ke tapak bina.

Selain struktur pra-tuang, struktur konkrit pra-tegasan juga boleh di guna pakai sebagai struktur bangunan bagi mengurangkan kecacatan dan memberi kekuatan yang secukupnya bagi menampung beban yang dikenakan ke atas struktur bangunan.

Konkrit pra-tegasan juga mempunyai daya rentang yang sangat tinggi berbanding struktur konkrit biasa. Kebiasaannya struktur konkrit pra tegasan digunakan bagi mendapat daya rentang yang lebih luas dan mengurangkan penggunaan tiang pada bahagian tengah. Ia sesuai bagi pembinaan dewan, panggung wayang atau auditorium.



Gambarfoto 5.2: Rasuk Konkrit Pra-Tuang

Kelebihan Dan Kekurangan Penggunaan Sistem IBS

Bil	Kelebihan	Kekurangan
i.	Pembinaan dapat disiapkan pada atau sebelum tempoh yang ditetapkan dalam perjanjian kontrak.	Kos pembinaan yang tinggi akibat penggunaan tenaga kerja mahir dan jentera-jentera yang lebih canggih.
ii.	Meminimumkan pengambil pekerja kurang mahir sekaligus mengurangkan kemasukan pekerja asing ke dalam negara	Penyambungan yang rumit perlukan kemahiran yang tinggi
iii.	Meminimumkan kewujudan kecacatan pada struktur konkrit dan konkrit lebih kuat menampung beban yang dikenakan ke atasnya	Penghasilan bangunan dengan reka bentuk seragam mengurangkan nilai-nilai estetika pada bangunan
iv.	Proses pembinaan kering dan boleh dijalankan pada ruang yang terhad. Pembinaan boleh dijalankan dalam apa keadaan cuaca sekalipun	

Jadual 5.1: Kelebihan Dan Kekurangan Sistem IBS

5.3.2 Penggunaan Kotak Acuan Plastik, Fuvi.

Bagi kerja-kerja konkrit di tapak, kekotak acuan memainkan peranan yang penting dalam menghasilkan struktur konkrit yang bermutu dimana mengikut bentuk yang ditetapkan serta bebas dari sebarang kecacatan pada konkrit.



Gambarfoto 5.3: Kerja Pemasangan Kekotak Acuan Plastik Pada Struktur Lantai

Kotak acuan plastik boleh digunakan berkali-kali berbanding kotak acuan kayu dan bentuk yang di hasilkan adalah seragam. Kebocoran dan risiko bagi kotak acuan untuk pecah adalah sedikit berbanding kotak acuan kayu. Ini membantu mengurangkan kewujudan kecacatan pada konkrit.

Kotak acuan konkrit jenis plastik juga tahan serangan serangga dan juga cuaca. Penggunaan kotak acuan jenis plastik mampu menjimatkan kos pembinaan selain daripada mengelakkan kewujudan kecacatan pada struktur konkrit.

Perbandingan Kotak Acuan Plastik,Fuvi Dengan Kotak Acuan Kayu

Bil	Kotak Acuan Plastik	Kotak Acuan Kayu
i.	Lebih kuat menahan daya yang dikenakan oleh konkrit yang masih basah..	Perlu lebih penyokong bagi menahan daya yang dikenakan ke atasnya.
ii.	Penghasilan permukaan Konkrit yan lebih halus dan seragam.	Permukaan konkrit lebih kasar dan tidak seragam mengikut permukaan kayu.
iii.	Boleh dikitar semula tanpa perlu dilupuskan.	Pembakaran ialah langkah melupuskan kotak acuan kayu dan tidak mesra alam.
iv.	Boleh digunakan berulang kali dan mudah dibaiki jika terdapat kebocoran.	Jangka hayat penggunaan hanyalah tiga kali kerja konkrit. Jika digunakan lebih kerap ia akan mereputkan kayu dan struktur konkrit mengalami kecacatan seperti pengembungan konkrit.
i.	Kotak acuan lebih cepat dan mudah dipasang	Pemasangan lebih sukar dan perlukan lebih penyokong dan mengambil masa yang lama.

Jadual 5.2: Perbandingan Kotak Acuan Plastik Dengan Kotak Acuan Kayu

5.3.3 Struktur Keluli

Penggunaan struktur keluli pada bangunan adalah langkah bijak dan menjimatkan masa berbanding struktur konkrit. Ini dapat mengelakkan wujudnya kecacatan konkrit yang akan melambatkan proses pembinaan. Setiap pembinaan dapat dijalankan dalam masa singkat namun bahagian asas tetap perlukan penggunaan struktur konkrit kerana kekuatan konkrit menahan daya mampatan adalah sangat tinggi.



Gambarfoto 5.4: Pembinaan Dengan Struktur Keluli

Kelebihan Dan Kekurangan Penggunaan Struktur Keluli

Bil	Kelebihan	Kekurangan
i.	Kecacatan dapat diminimumkan pada struktur konkrit kerana hanya struktur asas yang dibina menggunakan konkrit.	Kos pembinaan yang tinggi akibat penggunaan struktur keluli yang siap ditempa di kilang.
ii.	Meminimumkan pengambil pekerja kurang mahir sekaligus mengurangkan kemasukan pekerja asing ke dalam negara	Penyambungan yang rumit perlukan kemahiran yang tinggi
iii.	Daya lenturan yang lebih tinggi dan daya rentang struktur rasuk yang lebih panjang.	Daya mampatan kurang berbanding struktur konkrit
iv.	Pembinaan lebih cepat disiapkan kerana struktur telah siap ditempa di kilang dan hanya perlu pemasangan di tapak.	Struktur bangunan menjadi lemah apabila berlakunya kebakaran.

Jadual 5.3: Kelebihan Dan Kekurangan Struktur Tetulang

BAB 6

KESIMPULAN

Berdasarkan tiga objektif kajian, mengenal pasti tahap kecacatan struktur konkrit, kaedah membaiki pulih kecacatan konkrit dan langkah mengatasi kecacatan pada konkrit.

Dapat disimpulkan bahawa pemeriksaan terhadap struktur yang siap dikonkrit adalah sangat penting. Daripada pemeriksaan, dapat ditentukan jenis dan tahap kecacatan serta kaedah yang paling sesuai bagi membaiki setiap kecacatan tersebut. Kecacatan di tahap serius perlu langkah-langkah membaiki pulih yang khusus serta pemantauan daripada pihak kontraktor dan wakil perunding. Daripada objektif yang pertama, membawa kepada objektif kedua iaitu membaiki pulih kecacatan pada konkrit.

Kaedah membaiki pulih dapat dikenal pasti berdasarkan jenis kecacatan pada konkrit. Pemilihan bahan yang bijak serta kaedah yang betul mampu memberi kekuatan yang cukup kepada struktur bangunan. Struktur bangunan perlulah kuat dan tegar bagi menahan dan menerima daya yang dikenakan atau daya transit yang sampai. Kerja membaiki pulih perlulah dilakukan dengan betul bagi mengelakkan berlaku perkara yang tidak diingini pada bangunan.

Setiap langkah mengatasi kecacatan konkrit perlu diambil bagi memudahkan kerja serta mengelakkan kelewatan kerja. Setiap langkah mengatasi akan mengelakkan kelewatan pada projek dan menghindarkan pembaziran wang, masa dan tenaga kerja.

SENARAI RUJUKAN

Buku

Hobbs.D.W (1988), Alkali Silika Reaction In Concrete, 1st Ed, Great Britain, Redwood Burn Ltd.

Whiteneck.L.L and Hockney L.A (1989), Structural Materials For Harbor And Coastal Construction, 2nd Ed, Great Britain, Mc Graw Hill Book Company.

Kenneth.L (1991), Reinforced Concrete Design, 2nd Ed, Great Britain, Mc Graw Hill International Editions.

Perkins.P.H (1997), Repair, Protection And Waterproofing Of Concrete, 3rd Ed, United Kingdom, Spon E & F N.

Internet

Tanner, P. (2006). Electrochemical Concrete Repair Methods. Retrieved March 3, 2010. From http://www.hkcra.com.hk/tech_corros_00_3.htm

Thomas, J. (2008). Honeycomb and Void Repairs in New Concrete Pours. Retrieved March 3, 2010. From <http://staging.spsrepair.com/tabid/436/contentid/537/Default.aspx>

EPC (2001). Repair Of Concrete Honeycomb Or Void . Retrieved March 6,2010. From http://www.epcserver.com/Structural/analysis/concrete/info_concrete_repair.asp

GSM. (2002,). Reinforced Cement Concrete Design. Retrieved March 6, 2010. From <http://www.aboutcivil.com/reinforced-cement-concrete-design.html>

Wikipedia (2010). Reinforced Concrete. Retrieved March 8, 2010. From http://en.wikipedia.org/wiki/Reinforced_concrete

NRHA (2006). How To Repair Concrete. Retrieved March 15, 2010. From <http://paint-and-supplies.hardwarestore.com/learning/how-to-repair-concrete.aspx>

Carter, T. (2007). Long Lasting Concrete Repair. Retrieved March 15, 2010. From http://www.askthebuilder.com/B123_Long_Lasting_Concrete_Repair.shtml

SIKA (2006). Grouting And Fixing (Anchoring). Retrieved March 15, 2010. From <http://www.sika.com.my/construction-groutingandfixing>

Carter, T. (2007). Long Lasting Concrete Repair. Retrieved March 15, 2010. From http://www.askthebuilder.com/B123_Long_Lasting_Concrete_Repair.shtml

SIKA (2006). Grouting And Fixing (Anchoring). Retrieved March 15, 2010. From <http://www.sika.com.my/construction-groutingandfixing>

LAMPIRAN