

TOPIK 3

PEMERIKSAAN & PENILAIAN STRUKTUR

Ir. MOHD FIRDAUS BIN MOHD
JURUTERA AWAM
BAHAGIAN PERKHIDMATAN FORENSIK STRUKTUR
CAWANGAN KEJURUTERAAN AWAM & STRUKTUR
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA





INTERAKSI JURUTERA & BANGUNAN

INTERAKSI DUA HALA

DOKTOR



PESAKIT



Kenalpasti gejala

Diagnosis

INTERAKSI SATU HALA

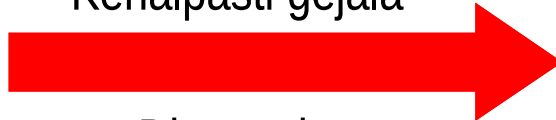


JURUTERA



Kenalpasti gejala

Diagnosis



STRUKTUR
BANGUNAN



PROSES MENENTUKAN RAWATAN



- Keturunan
- Aktiviti
- Pemakanan

- Suhu tinggi
- Batuk
- Sakit kepala

- Ujian darah
- X-ray
- ECG

- Rawatan ubat
- Terapi
- Pembedahan

SEJARAH

GEJALA

UJIAN

RAWATAN

- Kriteria rekabentuk
- Lukisan terbina
- Rekod pembinaan

- Retak
- Karat
- Pengelupasan

- Pemeriksaan visual
- Ujian tanpa musnah
- Ujian musnah

- Pembaikan
- Pengukuhan
- Roboh & bina semula





KEROSAKAN BANGUNAN

JENIS KEROSAKAN BANGUNAN

KECACATAN (DEFECT)

- Berpunca daripada ketidakcukupan sama ada dalam reka bentuk, spesifikasi atau mutu kerja (workmanship)

KEROSAKAN (DAMAGE)

- Berpunca daripada perubahan kefungsihan bangunan, hentaman (impact), lelasan (abrasion), kebakaran dan tumpahan bahan kimia

KEMEROSOTAN (DETERIORATION)

- Berpunca daripada penyusutan kualiti material



JENIS KEROSAKAN STRUKTUR (KONKRIT)



JENIS-JENIS RETAK



INTRINSIK

Shrinkage

Perubahan suhu

PENGARATAN

Carbonation

Chloride attack

BEBAN

Flexural

Shear

Torsion

Compression

PEMENDAPAN

Penenggelaman tanah

Kekurangan dalam rekabentuk asas bangunan

1a. RETAK INTRINSIK (SHRINKAGE)

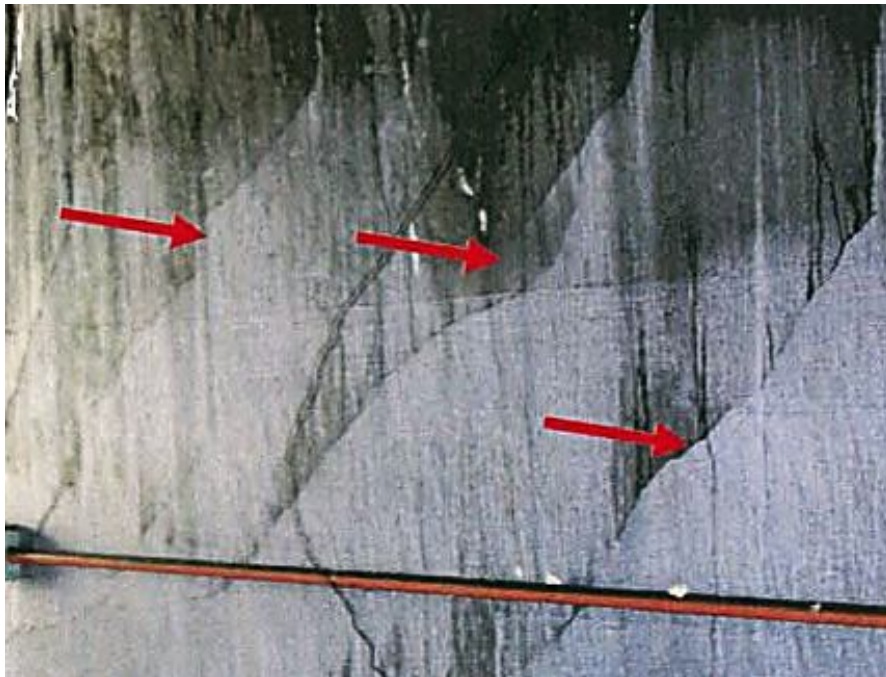


Retak pengecutan pada lepaan di sepanjang permukaan antara rasuk dan dinding bata

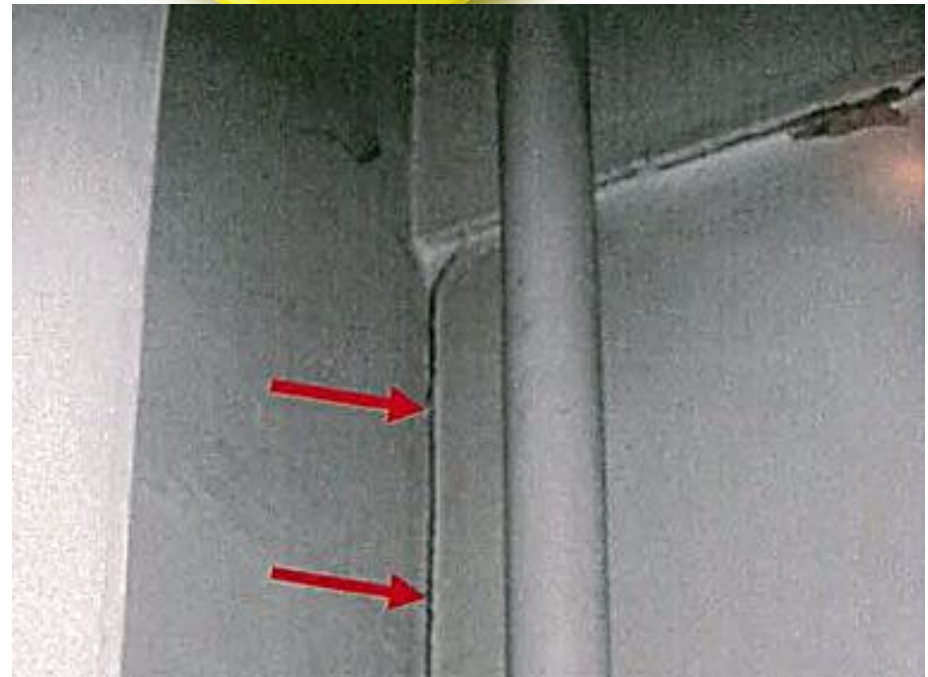


Retak pengecutan pada dinding akibat pengecutan bahan lepaan

1b. RETAK INTRINSIK (PERUBAHAN SUHU)



Retak pada lepaan dinding bata akibat haba



Retak antara sambungan struktur konkrit dan dinding bata

2a. RETAK DISEBABKAN PENGARATAN (CARBONATION)



Retak berhampiran soffit rasuk disebabkan pengembangan besi tetulang yang berkarat



Retak menegak di sepanjang garisan tetulang menunjukkan berlaku pengaratan besi tetulang

2b. RETAK DISEBABKAN PENGARATAN (CHLORIDE)



Retak menegak di sepanjang tiang bangunan yang terletak berhampiran dengan laut



Retak pada rasuk di sebuah jeti. Pengaratan disebabkan ion klorida dari laut

3. RETAK DISEBABKAN BEBAN

FLEXURAL



Vertical cracks near mid span

SHEAR



Diagonal cracks near the support due to shear failure

TORSION



Diagonal spiral cracks due to torsional rotation

3a. RETAK DISEBABKAN BEBAN (FLEXURAL)



Retak menegak yang bermula dari soffit dan di tengah-tengah rasuk

3b. RETAK DISEBABKAN BEBAN (SHEAR)



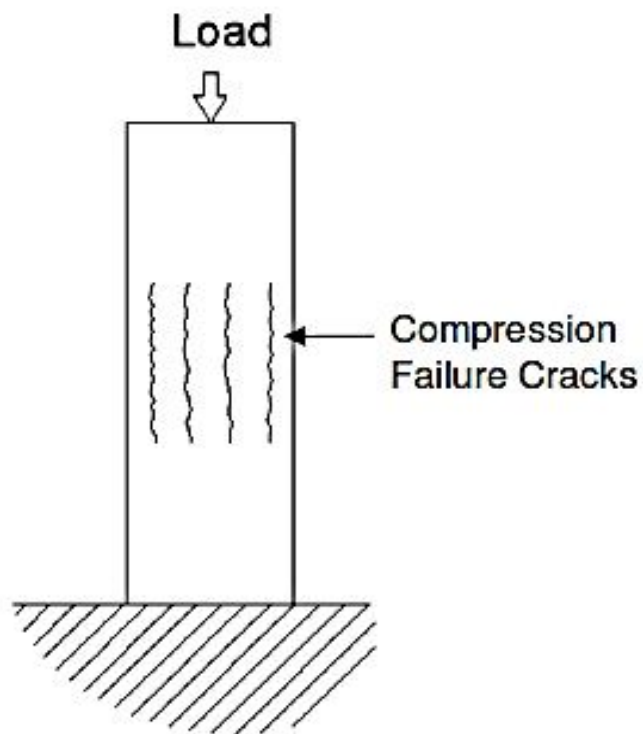
Retak diagonal yang berhampiran dengan penyokong

3c. RETAK DISEBABKAN BEBAN (TORSION)



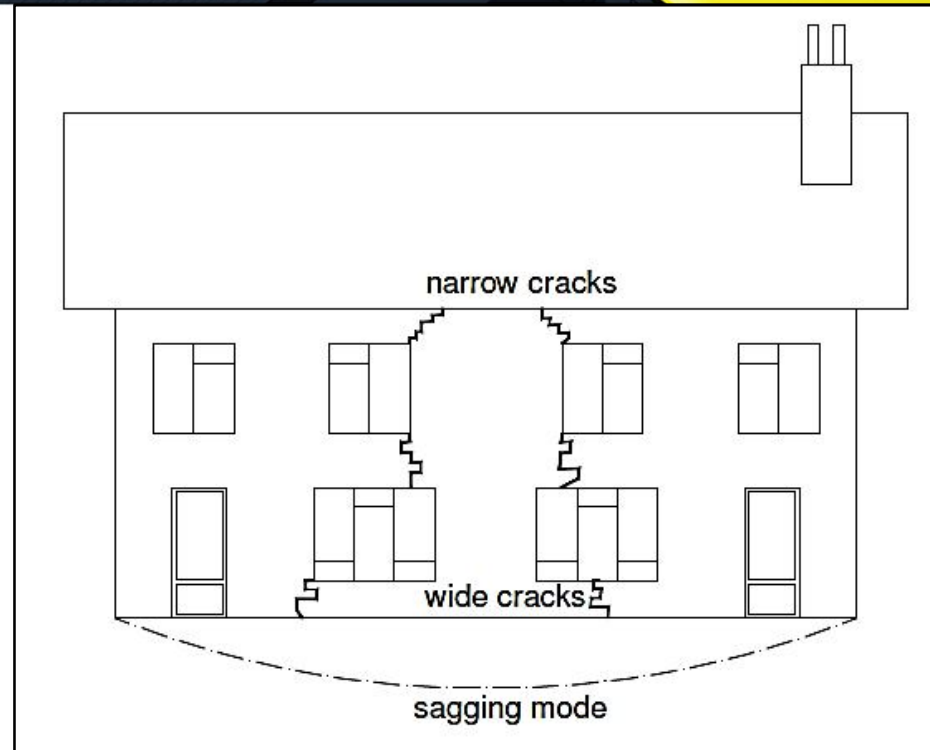
Retak diagonal yang berbentuk spiral pada tiang

3d.RETAK DISEBABKAN BEBAN (COMPRESSION)



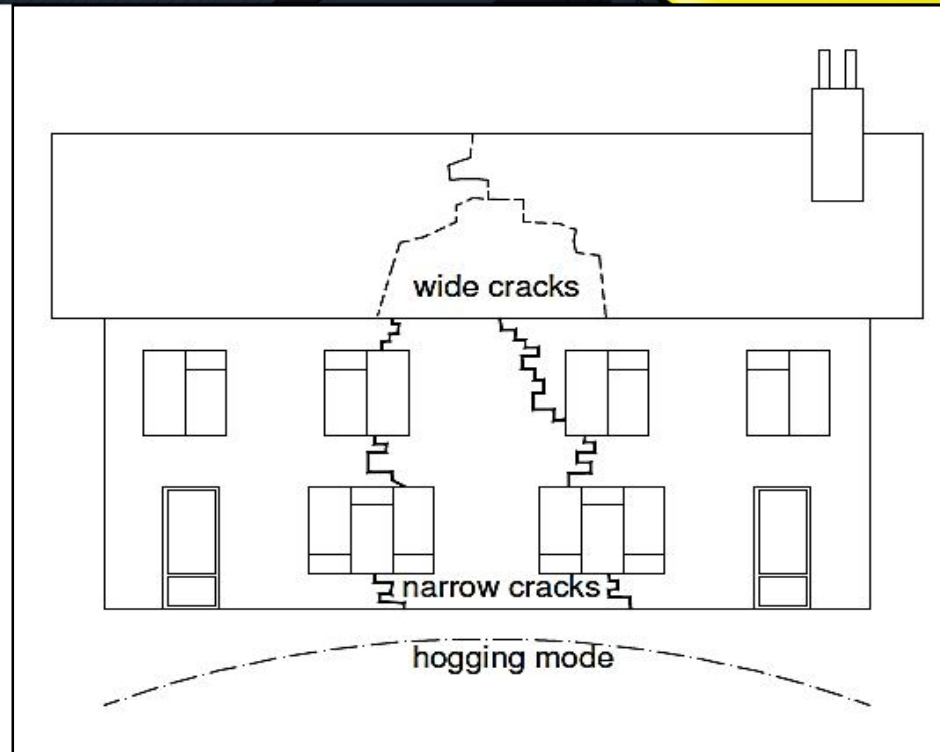
Retak “crushing and bulging” pada tiang

4. RETAK DISEBABKAN PEMENDAPAN



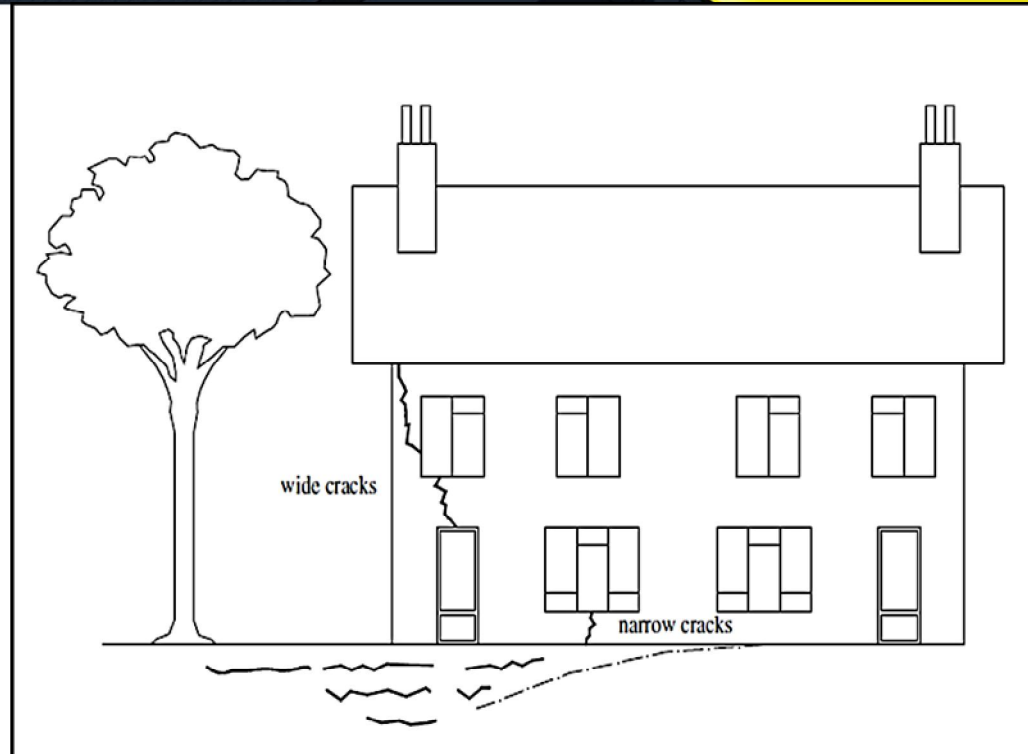
Pemendapan bahagian tengah sahaja

4. RETAK DISEBABKAN PEMENDAPAN



Pemendapan di bahagian tepi

4. RETAK DISEBABKAN PEMENDAPAN



Pemendapan di satu bahagian sahaja

4. RETAK DISEBABKAN PEMENDAPAN



Retak pada apron disebabkan pemendapan tanah



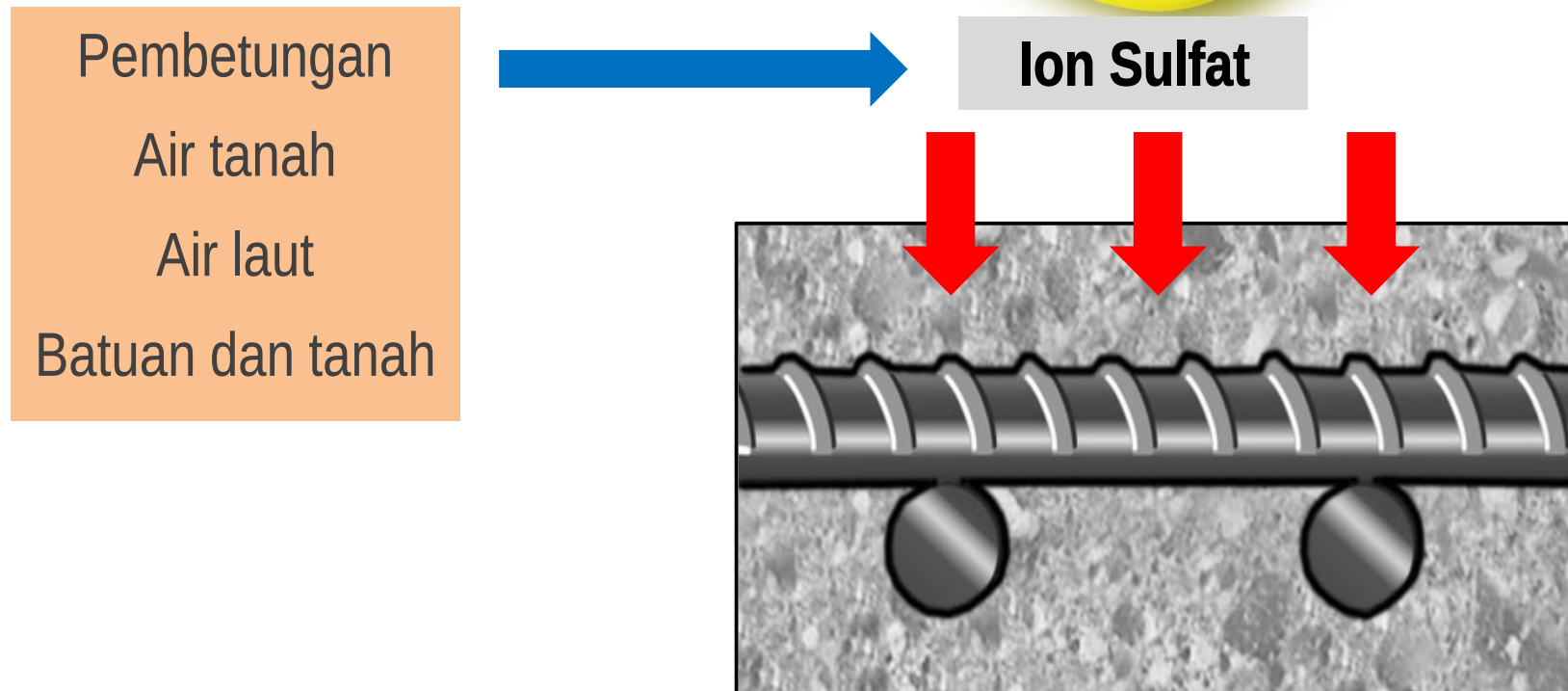
Retak pada dinding disebabkan pemendapan tidak sekata (differential settlement)

4. RETAK DISEBABKAN PEMENDAPAN

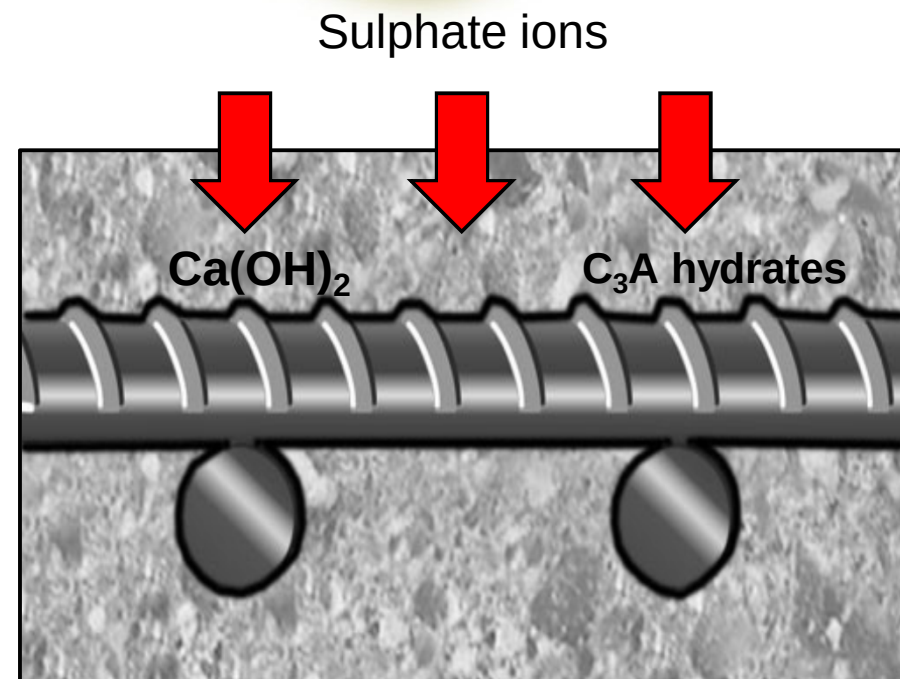
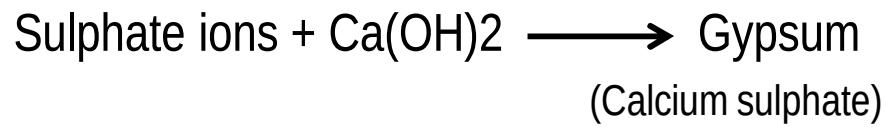
**Retak pada rasuk tanah
disebabkan
pemendapan tanah**



SULPHATE ATTACK



SULPHATE ATTACK

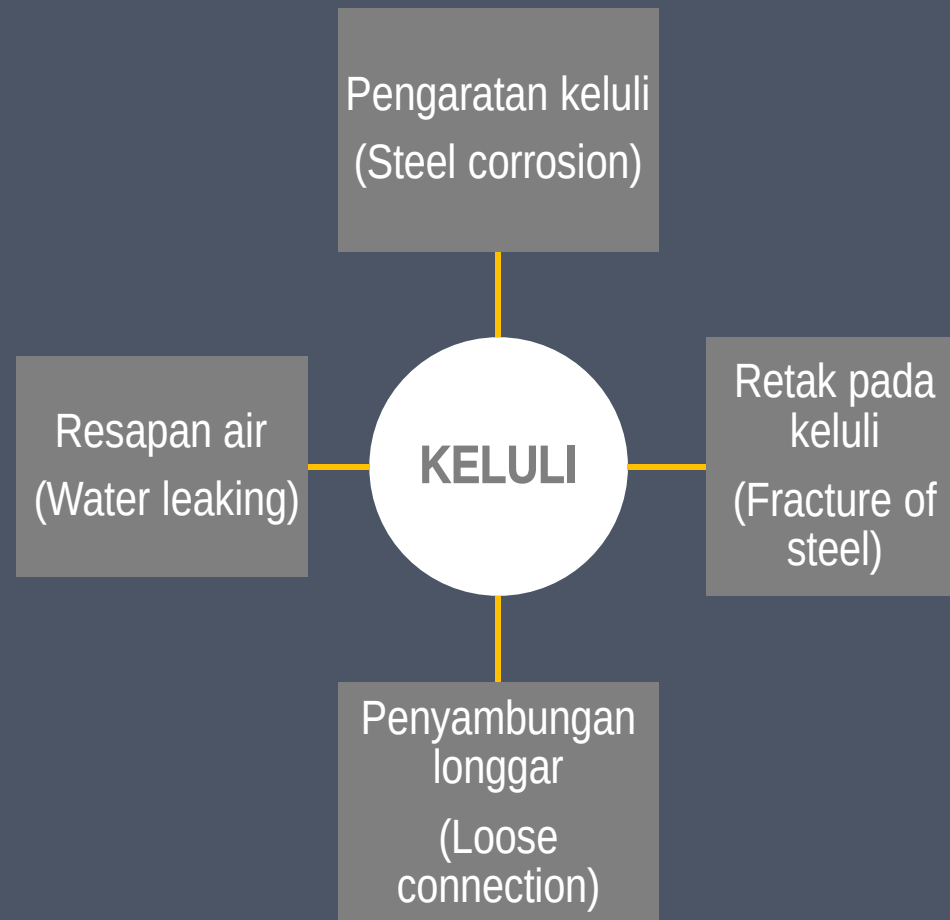


SULPHATE ATTACK



**Sulphate attack pada lantai.
Boleh menyebabkan
berlakunya retak dan
pengelupasan (spalling)**

JENIS KEROSAKAN STRUKTUR (KELULI)



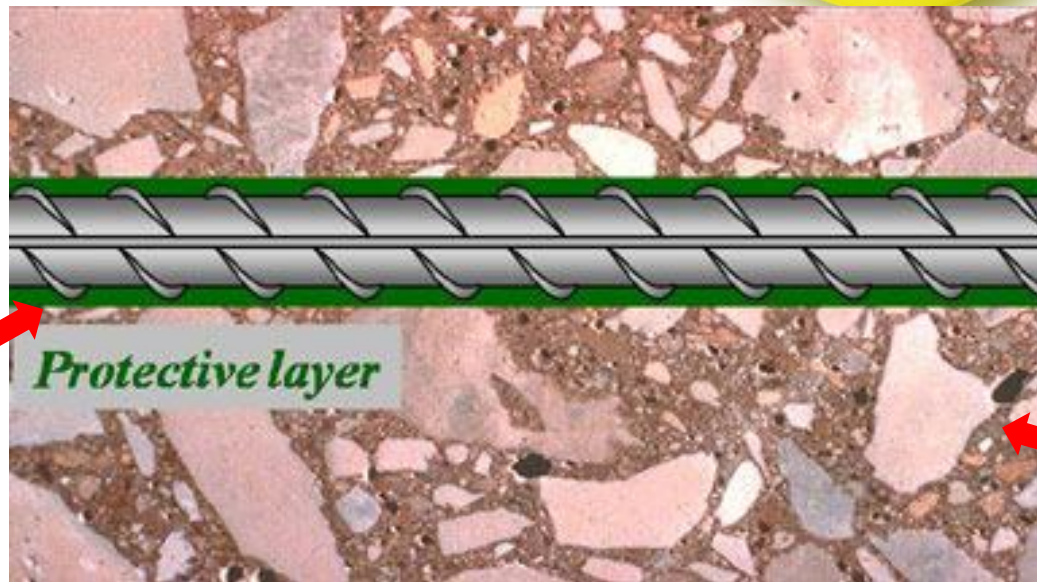
PENGARATAN KELULI

PENGARATAN TETULANG KELULI

Carbonation

Chloride attack

PENGARATAN KELULI

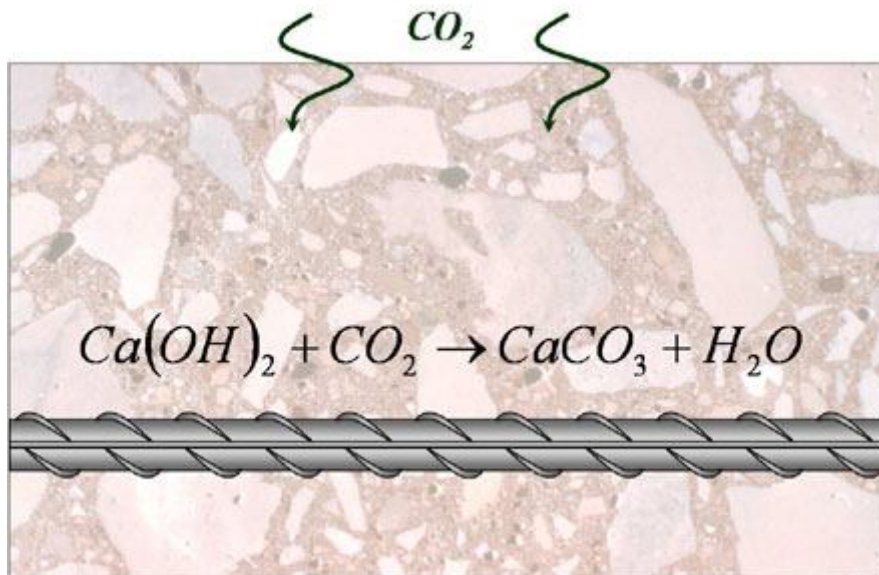


“Passivating Layer”
(Iron Oxide)

pH 12.5 to
13.5

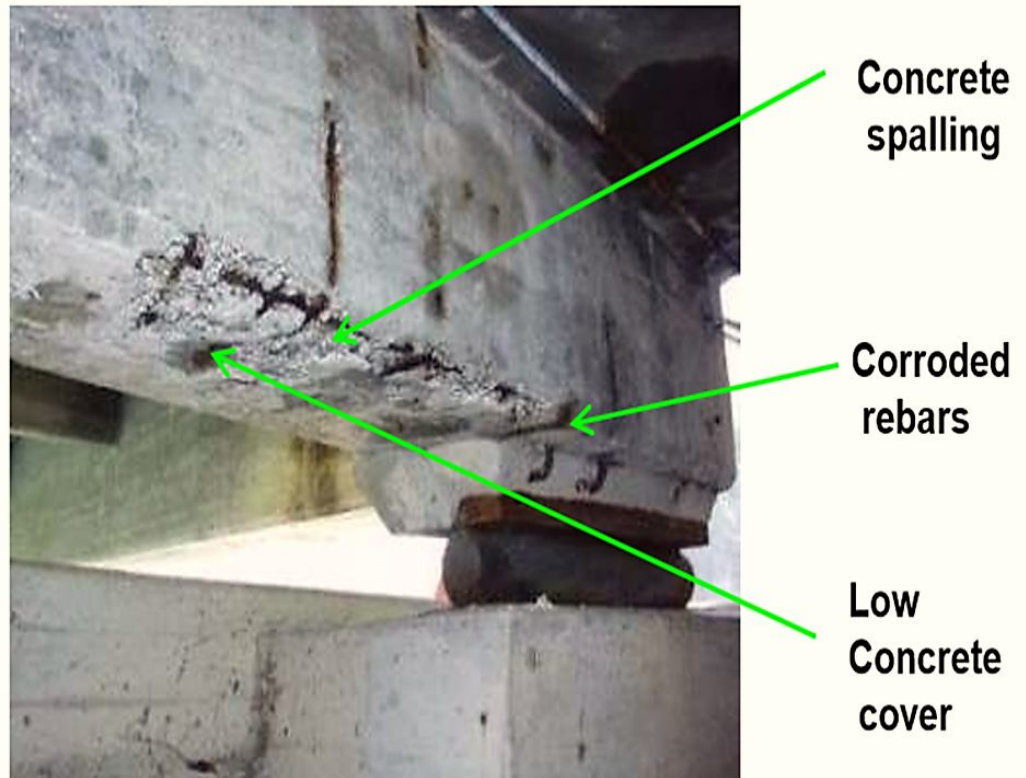
Keadaan alkali yang tinggi dalam konkrit akan melindungi tetulang keluli daripada berkarat

CARBONATION



- Konkrit akan terkarbonat jika CO_2 memasuki konkrit:
- $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
- Proses ini memerlukan kehadiran air kerana CO_2 larut dalam air bagi membentuk asid karbonik, H_2CO_3 .
- Asid karbonik akan meneutralkan kealkalian konkrit.
- Apabila pH konkrit berada di bawah 10, passivating layer akan musnah dan pengaratan besi tetulang bakal terjadi.

CARBONATION



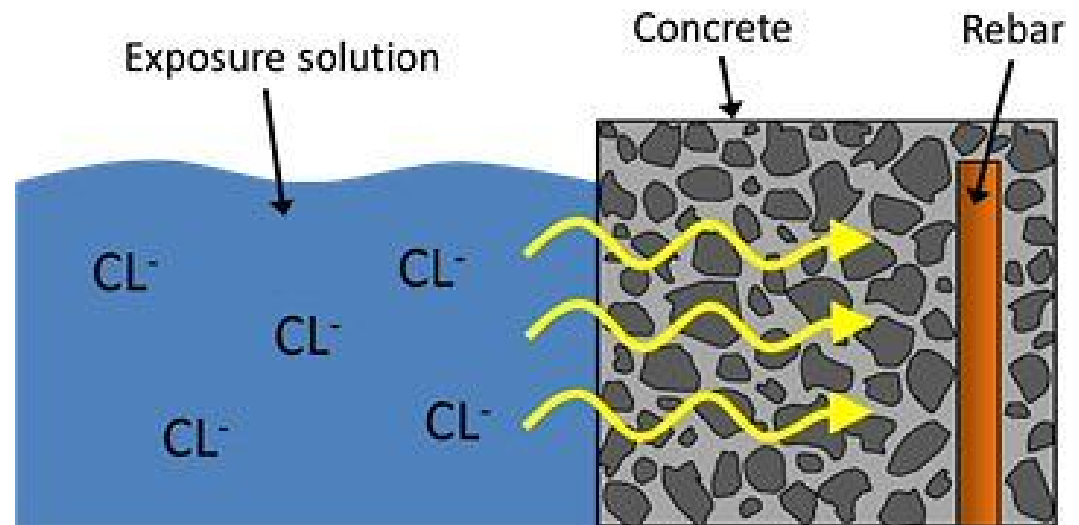
CHLORIDE ATTACK

Sumber ion klorida

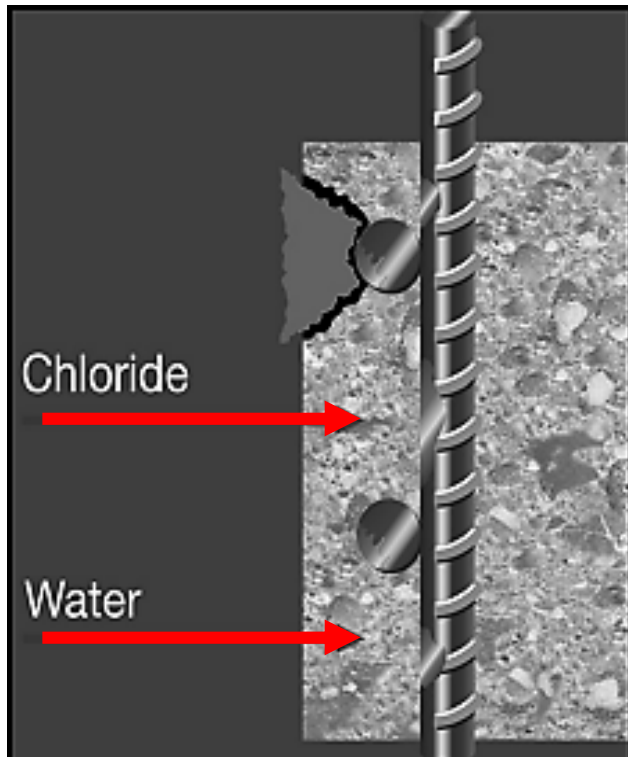
- Air laut
- Agregat
- Chloride-base admixture
- Garam penyah ais

Mekanisme pergerakan

- Penyebaran (Diffusion)
- Ketelapan (Permeation)
- Penyerapan (Absorption)



CHLORIDE ATTACK



PROSES CHLORIDE ATTACK

Kandungan klorida di permukaan
keluli $\geq 0.4\%$ berat simen

Kerosakan lapisan oksida (oxide
layer)

Keluli berkarat dan isipadu
mengembang

Konkrit retak dan mengelupas

CHLORIDE ATTACK

Kesan karat menunjukkan berlaku pengaratan pada tetulang keluli yang disebabkan oleh tindakan ion klorida air laut



**TUJUAN
PEMERIKSAAN &
PENILAIAN
STRUKTUR**

TUJUAN?

Kemerosotan
bahan

Kegagalan
struktur

PEMERIKSAAN & PENILAIAN

**KAPASITI SEMASA &
KEBOLEHFUNGSIAN**



Kebakaran

Perubahan
fungsi

Gempa bumi/
Letupan

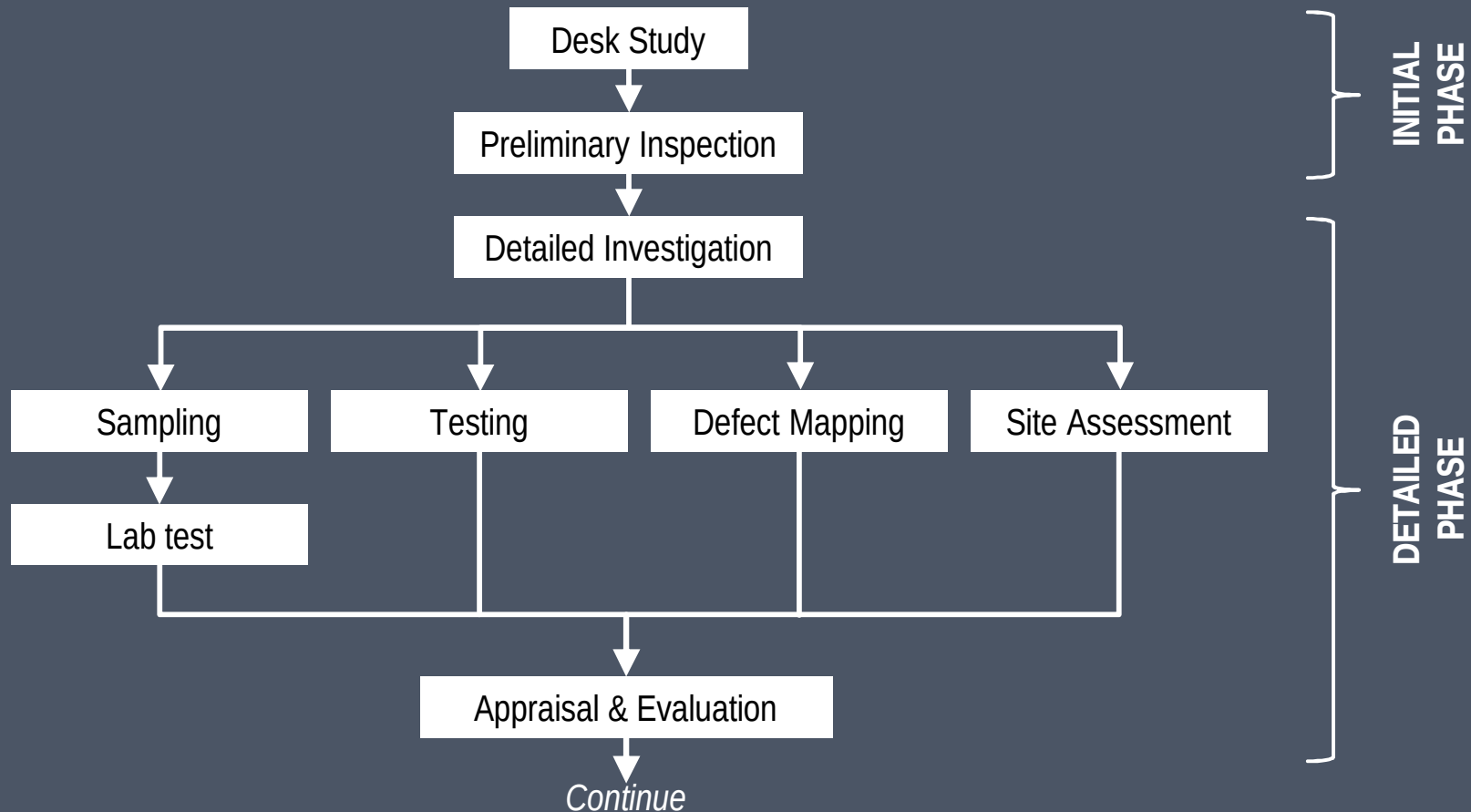


PENGESYORAN

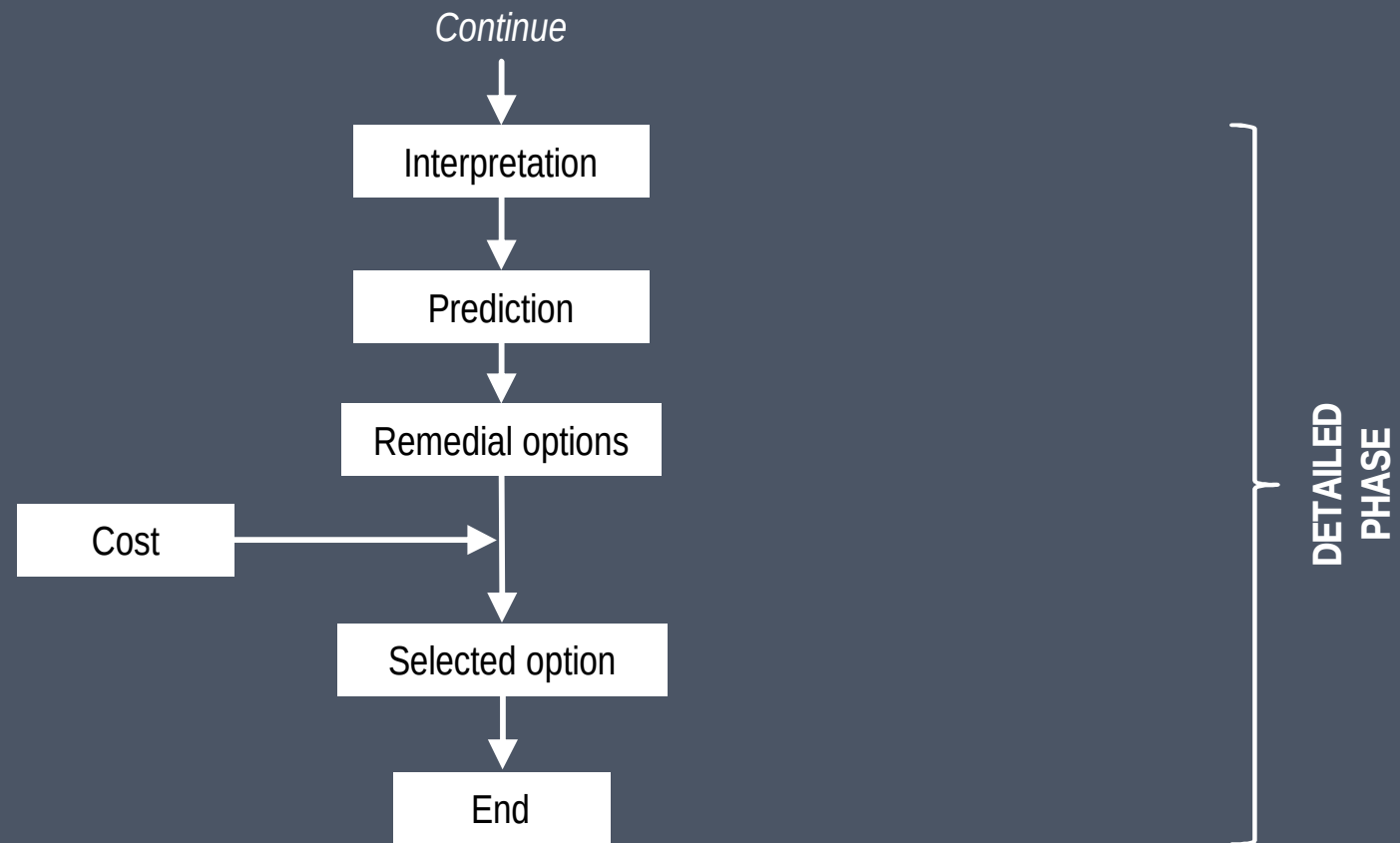
- PENGUKUHAN
- PEMBAIKAN
- ROBOH & BINA

**PROSES
PEMERIKSAAN &
PENILAIAN
STRUKTUR**

PROSES PENILAIAN STRUKTUR



PROSES PENILAIAN STRUKTUR



DESK STUDY?

Kumpul maklumat struktur

- Usia struktur
- Jenis struktur
- Lokasi struktur (bandar, perkampungan, berhampiran laut)
- Lukisan as-built
- Spesifikasi material
- Kegunaan struktur
- Rekod rekabentuk dan pembinaan (e.g. Ujian konkrit)



PRELIMINARY INSPECTION?

Kenalpasti masalah yang wujud “Gejala/Tanda”

- Retak (panjang, lebar, paten)
- Kesan karat, spalling, tumpahan kimia, pemendapan, kebocoran etc.
- Ukuran tapak
- Lokasi kerosakan
- Gambar (general view & close-up)



DETAILED INVESTIGATION

Mendapatkan maklumat lebih terperinci

- Tujuan: Untuk menilai keadaan sesebuah struktur secara lengkap dan terperinci bagi supaya kaedah pembaikan yang sesuai dapat dicadangkan
- Pemilihan ujian-ujian terperinci ditentukan melalui kesimpulan yang dibuat hasil daripada pemeriksaan awalan



EVALUATION

Membuat penilaian berdasarkan hasil keputusan ujian

- Untuk menentukan punca-punca serta tahap kerosakan
- Menilai integriti semasa struktur
- Menentukan langkah segera bagi menjamin keselamatan dan kebolehgunaan struktur
- Mencadangkan kaedah bagi mengembalikan integriti struktur
- Meminimalkan kos penyelenggaraan struktur semasa serta pada masa akan datang



REMEDIAL OPTIONS

Memilih kaedah yang sesuai

- Menyediakan pelbagai pilihan kaedah pemulihan seperti tidak melakukan apa-apa perubahan sehingga ke pelbagai kaedah baik pulih atau roboh sebahagian atau keseluruhan struktur.
- Banyak faktor harus diambil kira dalam memilih kaedah pemulihan yang sesuai.
- Anggaran kos bagi kerja baik pulih serta kerja penyelenggaraan pada masa akan datang adalah merupakan pertimbangan yang paling penting dalam menentukan pilihan yang sesuai.





TERIMA KASIH