



INTERNATIONAL SEMINAR
NATURAL RUBBER
IN ROADS

**RUBBERIZED ROAD:
TURNING RUBBER INTO ROAD MATERIALS**

Presented by

DR NORHIDAYAH ABDUL HASSAN
Pavement and Transportation Research Group
Faculty of Civil Engineering
Universiti Teknologi Malaysia
hnorhidayah@utm.my



ORGANISED BY





FACULTY OF
CIVIL ENGINEERING





2017
MELAKA, MALAYSIA



FACULTY OF
CIVIL ENGINEERING

MELAKA, MALAYSIA

2



2017
MELAKA, MALAYSIA

Highlights

- Rubber?
- Road problem?
- Modification?
- Issues?
- Performance?





Crumb rubber
(ambient grinding or
cryogenic)



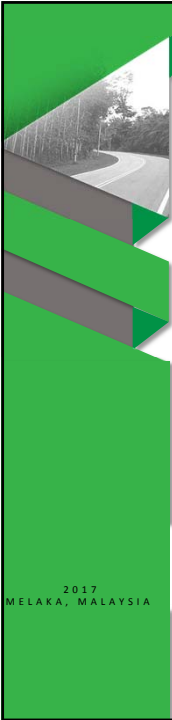
Concentrated Latex



Cup lump (coagulated
latex)







2017
MELAKA, MALAYSIA

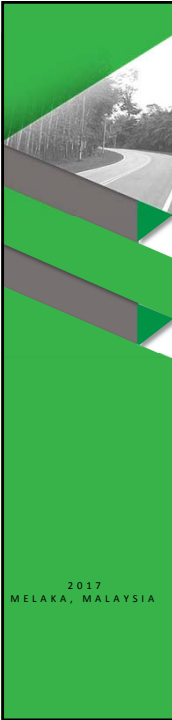
Composition

Latex:

Constituents	Percentage
Water	55-70
Rubber	30-40
Resins	1.5-2
Protein	1.5-3
Ash	0.5-1

Crumb rubber :

Composition	Car tyre	Truck tyre
Natural Rubber	14%	27%
Synthetic Rubber	27%	14%
Carbon Black	28%	28%
Steel	14-15%	14-15%
Fillers, Extender oils and Antioxidant	16-17%	16-17%



2017
MELAKA, MALAYSIA

Rubber to Pyrolysis oil

- Converting solid material at elevated temperatures in the absence of oxygen



Ingredient (Tire)

Oil



Rubberized road in Malaysia

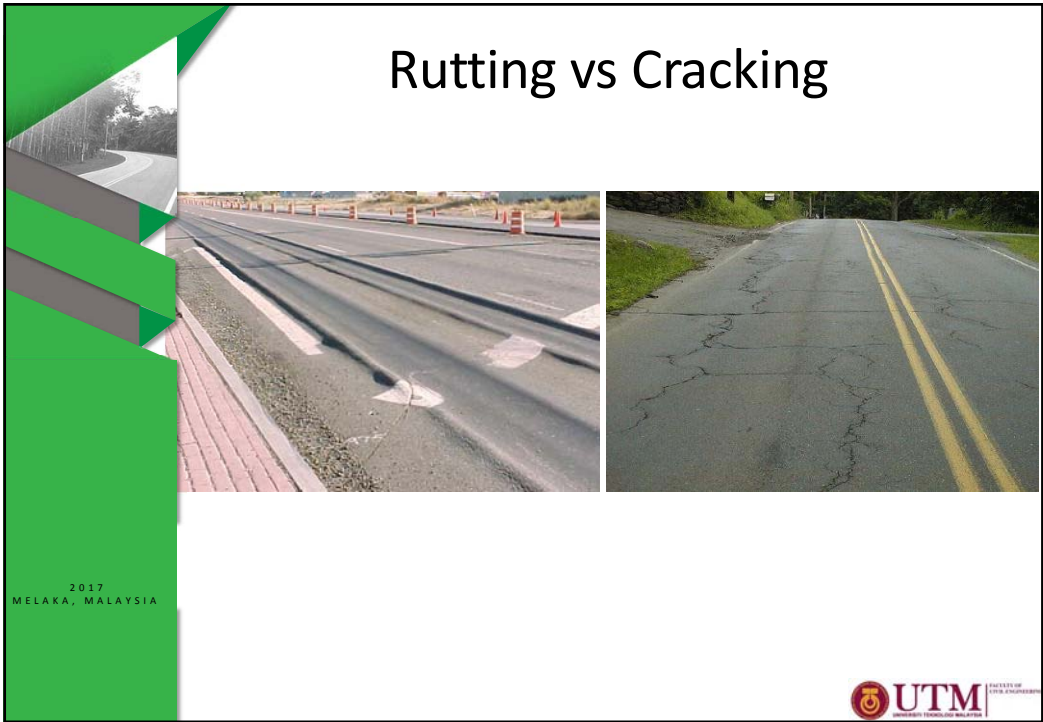
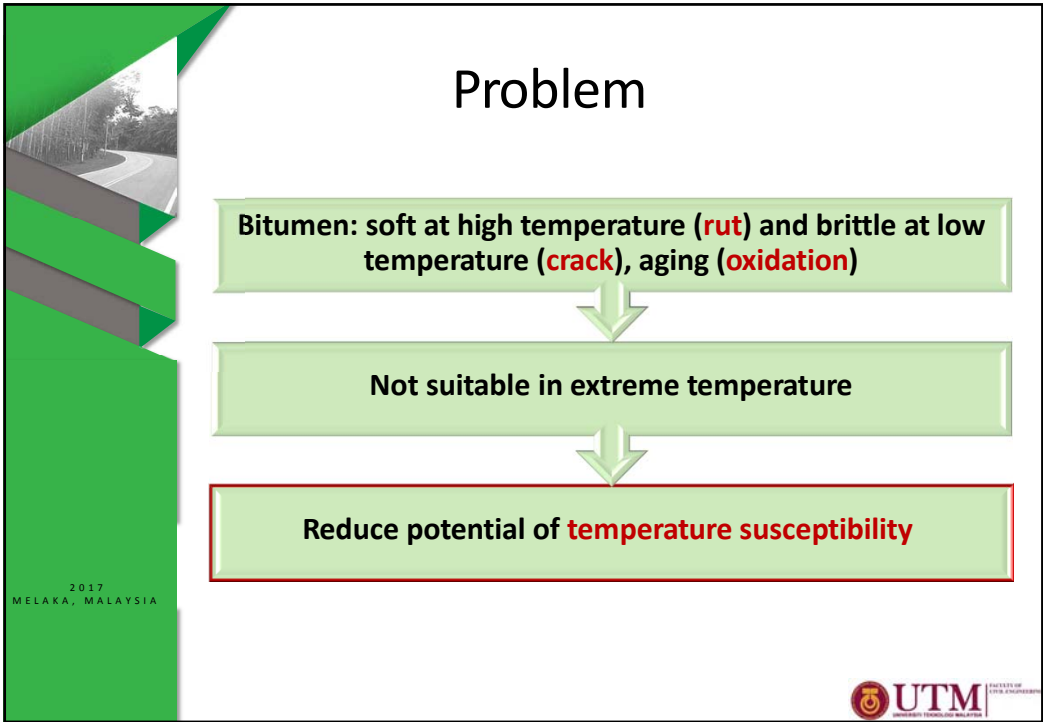
Year	Location	Rubber used (Wet process)
1950	Kota Bharu-Kuala Krai (90 m)	Crumb rubber and latex (5%)
1968	KL-Seremban, KL-Bentong	1.5% & 3% latex
1988	Klang	2% latex
1993	Rembau-Tampin (1 km)	Crumb rubber and latex
1996	Sungai Buluh (3 km)	Crumb rubber
	KLIA (50 km)	Crumb rubber
2003	Jalan Kuantan-Gambang (4 km)	Crumb rubber
2010	Bukit Kuantan (0.6 km)	Crumb rubber
2015	Kota Tinggi, Johor (1 km)	Cup Lump (5%)
2016 - 2017	Rubberized asphalt pilot projects in Negeri Sembilan, Pahang, Kedah, Kelantan and Johor	Cup Lump (5%)

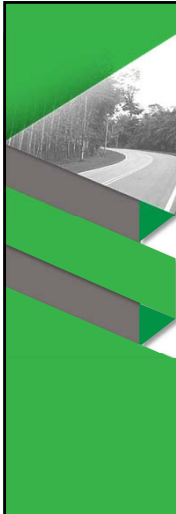

 UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

From observation?

- Modified bitumen **PG76, PG82**
- Low **density** mix, resistance to **compaction**
- Less sign of damage – **crack**
- High **stiffness modulus**
- Increase **initial** paving **cost** to 10-20%
- Reduce **maintenance cost, life cycle cost**

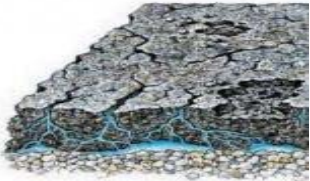
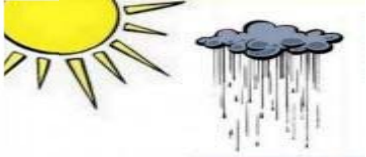

 UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA





2017
MELAKA, MALAYSIA

Aging



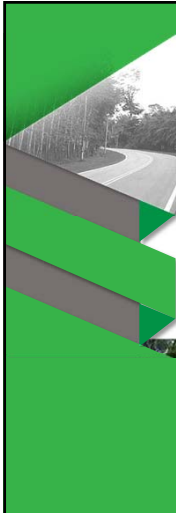
Oxidation process



NEW
OLD

Oxidation → binder aged and stiff





2017
MELAKA, MALAYSIA

Pothole



Guna besi buangan industri, bahan penyelidikan sendiri

Pelajar UTM turap jalan berlubang

Turap jalan berlubang di UTM

oleh SHARIF LONDING

SKUDAI – Buat julung-julung kalinya, Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA) Universiti Teknologi Malaysia (UTM) mengadakan aktiviti penurapan jalan berlubang melalui program Jom Turap Jalan di sini semalam.

Pensyarah Kanan Jabatan Geoteknik dan Pengangkutan FKA UTM, Dr. Norhidayah Abdul Hassan berkata, program yang disertai 50 pelajar kursus kejuruteraan jalan raya fakulti itu antara lain bertujuan mempraktikkan pembelajaran di luar kelas.

Menurutnya, kasadah tersebut juga membolehkan mereka lebih memahami teknik penyelenggaraan jalan raya berdasarkan apa yang dipelajari.

"Dalam aktiviti ini, pelajar dibahagikan kepada lima kumpulan dan mereka akan bergerak ke lokasi-lokasi yang dikenal pasti bagi melaksanakan kerja penurapan jalan berlubang di sekitar kawasan UTM.

"Kami menggunakan bahan-bahan penyelidikan sendiri seperti besi buangan industri yang dikitar semula sebelum dicampur dengan asfalt (bahan seperti tar yang digunakan memapir jalan) yang mengandungi nano," katanya selepas penutupan program Jom Turap Jalan di UTM di sini semalam.

Norhidayah memberitahu, bahan yang digunakan dalam kerja penurapan jalan ini akan dapat menguji serta menilai kualiti bahan yang digunakan.

Katanya, program tersebut juga dapat menjimatkan kos penyelenggaraan kepada pihak UTM sendiri dengan menggunakan kehebatan teknologi terdahulu produk sedia ada di pasaran sekali gus membolehkan langkah penjimatan yang diambil universiti.

JOHOR BAHRU 19 OKT. – Buat julung kalinya Fakulti Kejuruteraan Awam (FKA) Universiti Teknologi Malaysia (UTM) mengadakan program Jom Patching Jalan (PJ) yang melibatkan aktiviti penurapan jalan berlubang sekitar universiti ini di sini hari ini.

Pensyarah Kanan, Jabatan Geoteknik dan Pengangkutan FKA UTM, Dr. Norhidayah Abdul Hassan berkata, program yang disertai 50 penuntut itu dapat menaahiri sesi pembelajaran luar kelas bagi mereka yang mengambil kursus Kejuruteraan Jalan Raya.

"Penuntut akan lebih memahami teknik penyelenggaraan jalan raya yang berpatutan dengan pembelajaran secara Authentic Learning atau Real Life Learning selain menggajikan pelajar mengaplikasikan subjek yang dipelajari.

"Dalam aktiviti ini, penuntut dibahagikan kepada lima dan akan bergerak ke lokasi yang

dikenal pasti bagi menurap jalan berlubang di sekitar kawasan UTM. Program ini mempunyai empat objektif," katanya selepas penutupan program itu.

Beliau berkata, pihaknya menggunakan bahan-bahan penyelidikan dijalankan FKA sendiri daripada besi buangan industri yang dikitar semula sebelum dicampur dengan bahan seperti campuran asfalt sejuk dan panas mengandungi bahan nano.

Menurut Norhidayah, bahan yang digunakan untuk tujuan penyelidikan bagi menilai kualiti bahan yang dihasilkan dari membuat perbandingan dengan bahan konvensional sedia ada.

Tambahnya, program tersebut dapat menjimatkan kos penyelenggaraan pihak UTM sekali gus merealisasikan langkah penjimatan yang diambil UTM dalam menggunakan aset aset dalam universiti berkenaan.

UTM anjur program tampal jalan sekitar kampus

(FOTO MURID AZHEN JAMALUDIN/BI)

Johor Bahru: Semalam 50 pelajar Fakulti Kejuruteraan Awam dari Universiti Teknologi Malaysia (UTM) mengambil bahagian dalam aktiviti menampal lebih 50 jalan yang berlubang di sekitar kawasan kampus, semalam.

Program Jom Patching Jalan itu turut disertai kakitangan akademik dari Jabatan Geoteknik dan Pengangkutan dan menampal jalan menggunakan bahan kitar semula termasuk bahan baji besi serta campuran bitumen.

Penyelia program yang juga Pensyarah Kanan Jabatan Geoteknik dan Pengangkutan, Dr. Norhidayah Abdul Hassan, berkata bahan berkesan dihasilkan melalui penyelidikan dan penyelidikan (R&D) yang mempunyai daya ketahanan lebih tinggi daripada konvensional, namun berkesan sementara.

Jimat kos penyelenggaraan

Katanya, program itu antara langkah menjimatkan kos penyelenggaraan jalan oleh pihak universiti dengan anggaran kos sebanyak RM20,000 dibelanjakan setiap tahun bagi tujuan itu.

"Program ini berpatutan dengan langkah penjimatan diambil UTM dalam menggunakan aset dalam UTM.

"Aktiviti ini menggunakan bahan hasil penyelidikan yang dijalankan penyelidik Fakulti Kejuruteraan Awam dan antara yang digunakan, termasuk campuran asfalt sejuk serta panas yang mengandungi bahan nano dan asfalt yang dikitar semula," katanya selepas Program "Jom Patching Jalan" yang diadakan selama tiga jam di UTM, di sini, semalam.

Lima kumpulan

Norhidayah berkata, pelajar dan kakitangan akan dibahagikan kepada lima kumpulan sebagai Skwad Jabatan Pengangkutan Jalan (JPJ) untuk menjalankan kerja menampal jalan termasuk di Kolej Kediaman, Kawasan Tawil dan Fakulti di universiti berkenaan.

"Setiap kumpulan akan ditugaskan dengan kawasan ke lokasi dikenal pasti mengikut koordinasi ditetapkan berdasarkan pemerhatian lubang jalan yang sudah dibuat," katanya.

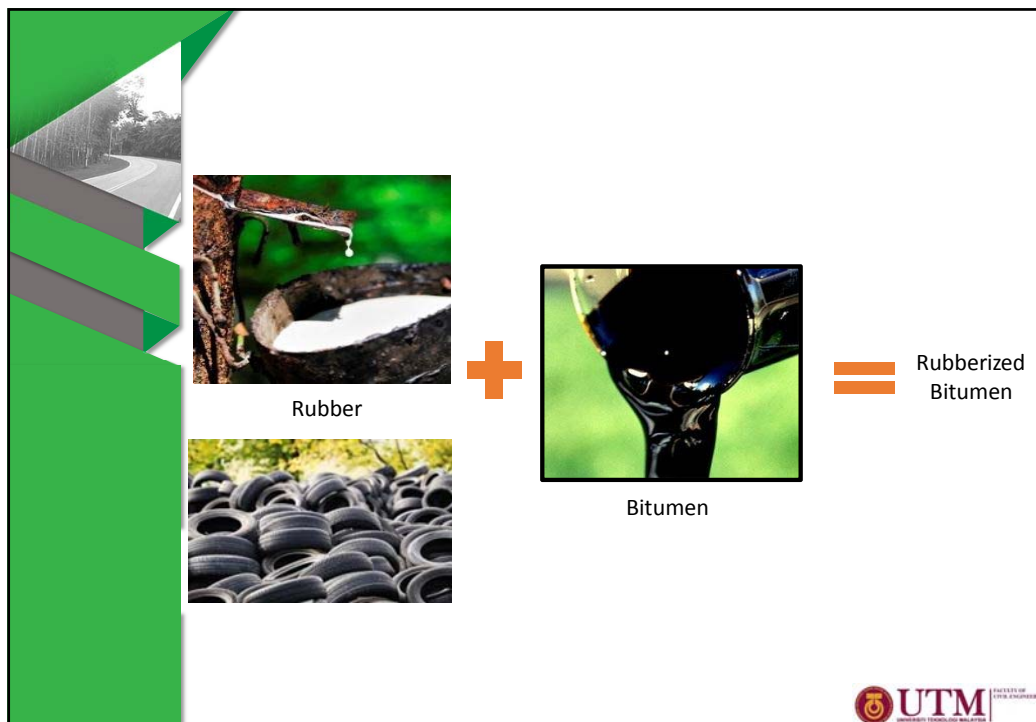
NORHIDAYAH ABDUL HASSAN (empat dari kiri) membuat demonstrasi cara penurapan jalan yang akan dilakukan oleh pelajar jalan berlubang sekitar universiti pada Program Jom Patching Jalan di FKA, UTM, Johor Bahru, semalam.




Aim of modification

- **Better workability** (production and construction) facilitates mixing and compaction – reduce?
- **Higher stiffness** at high service temperatures – reduce?
- **Lower stiffness** at low service temperatures – reduce?
- **Increase adhesion** (binder-aggregate) in the presence of moisture – reduce?

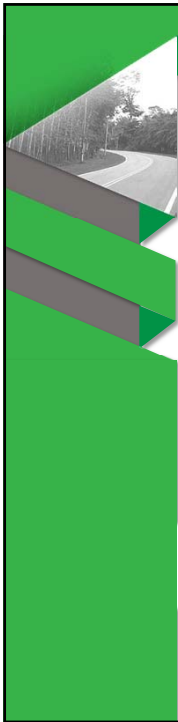


Why rubber?

- High recovery (elastomer)
- **Toughness (high resilience)**
- Reduce brittleness and cracking
- **Reduce temperature susceptibility (extreme service temperature)**
- Large stretch ratio
- **High failure strain**
- Extremely waterproof

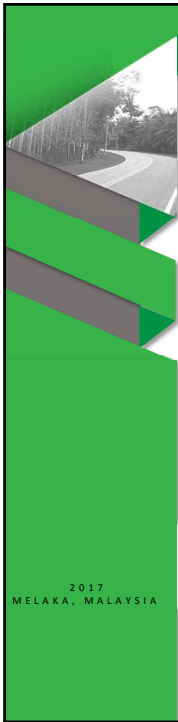
UTM





- How to mix the materials?
- How much? What size? What form?
- Replacement or additive?
- by mass or by volume? density?
- Aggregate or binder?

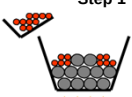




Modification Concept

Dry Process: aggregate replacement –coarse, fine, filler

Step 1



X + Aggregate

Step 2



X + Aggregate + Bitumen

End Product



Modified asphalt mixture

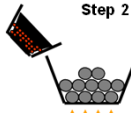
Wet Process: modified bitumen

Step 1



X + Bitumen

Step 2



X + Bitumen + Aggregate

End Product



Modified asphalt mixture





Issues

- **Pretreatment** (rubber-water, steel wire, fiber)
- **Rubber swelling** (absorb and swell)
- **Production** (storage stability, homogenous blend, mix design, energy consumption, modification of existing machine)
- **Construction** (low density, DOC)
- **Field performance** (long term monitoring)
- **Cost** (Initial + maintenance = life cycle)

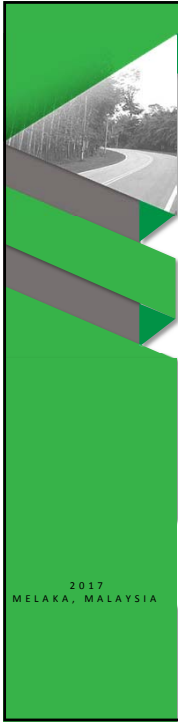
2017
MELAKA, MALAYSIA



PERFORMANCE

2017
MELAKA, MALAYSIA





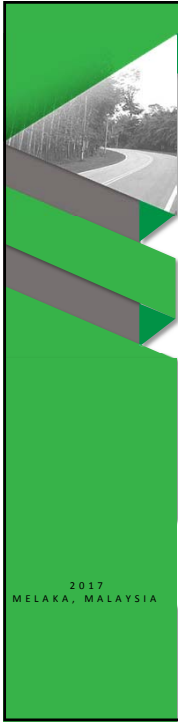
2017
MELAKA, MALAYSIA

Laboratory tests

- Reduce Penetration
- Increase Softening Point (tendency to flow at elevated temperatures)
- Increase rutting resistance (high temp) – PG76, PG82
- better viscosity-temperature susceptibility

higher viscosities @ high temperature (stiffer)
lower viscosities @ lower temperatures





2017
MELAKA, MALAYSIA

Rubberized asphalt mix: Dry vs Wet

Properties	Modification	
	Dry process	Wet process
Binder viscosity	High	High
Stiffness / modulus	Moderate	Good
Rutting	Moderate	Very Good
Fatigue cracking	Very Good	Very Good
Bitumen Content	Higher	Higher
Mixing and compaction temp.	Higher	Higher
Compaction	Slightly difficult	Normal





SAM and SAMI

Reduce reflective cracking

Stress Absorbing Membrane (SAM)



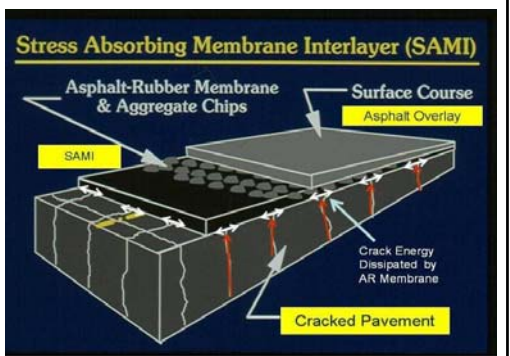
Aggregate Chips

Asphalt-Rubber Membrane

Crack Energy Dissipated by AR Membrane

Existing Pavement

Stress Absorbing Membrane Interlayer (SAMI)



Asphalt-Rubber Membrane & Aggregate Chips

Surface Course Asphalt Overlay

SAMI

Crack Energy Dissipated by AR Membrane

Cracked Pavement

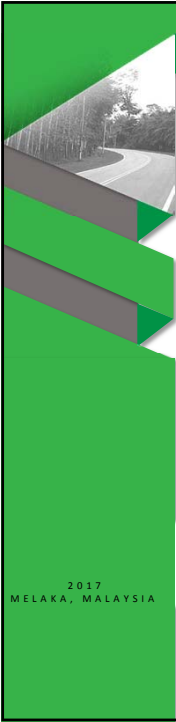




Thin overlay
HMA + asphalt
rubber binder







2017
MELAKA, MALAYSIA

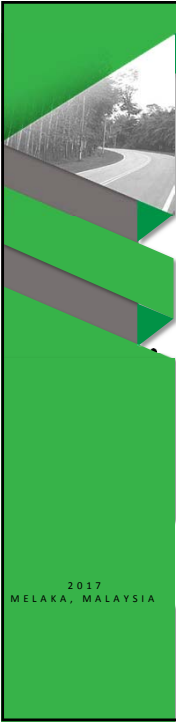
Improve toughness vs fracture

Elastic material:

- ✓ High resilience: Absorb energy is fully recovered
- ✓ **Minimize fractures (crack propagation)**
- ✓ Improve toughness (ability to absorb energy and plastically deform without fracturing)

Material	Modulus of toughness (MJ/m³)	Maximum energy (J/kg)
Iron	0.01	1.3
Wood	0.5	900
Rubber	10.0	8000

 **UTM**
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY MALAYSIA



2017
MELAKA, MALAYSIA

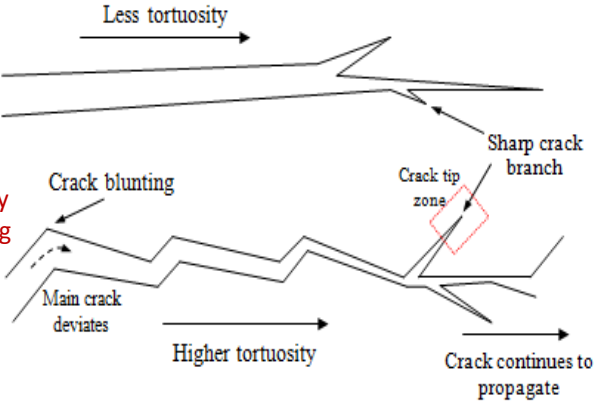
Crack arrestor

Crack propagation:

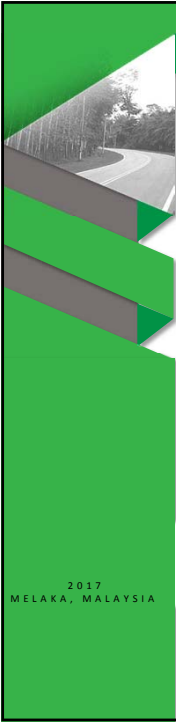
- ✓ seeks the **weakest path**

Resistance to fracture:

- ✓ High **Crack Tortuosity**
- ✓ High **Crack Branching**
- ✓ Lower rate of **crack propagation**



 **UTM**
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY MALAYSIA



2017
MELAKA, MALAYSIA

Indirect Tensile Fatigue (ITF)

(a)

Pneumatic actuator

Load cell

Testing frame

Specimen 100 mm Ø

(b)

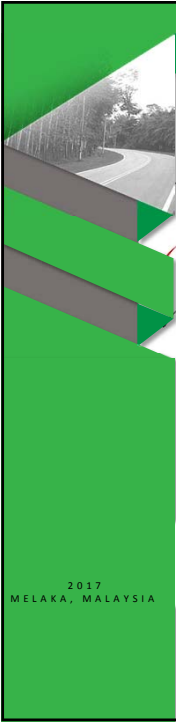
LVDT's

Loading strips

(c)

Plugged LVDT's





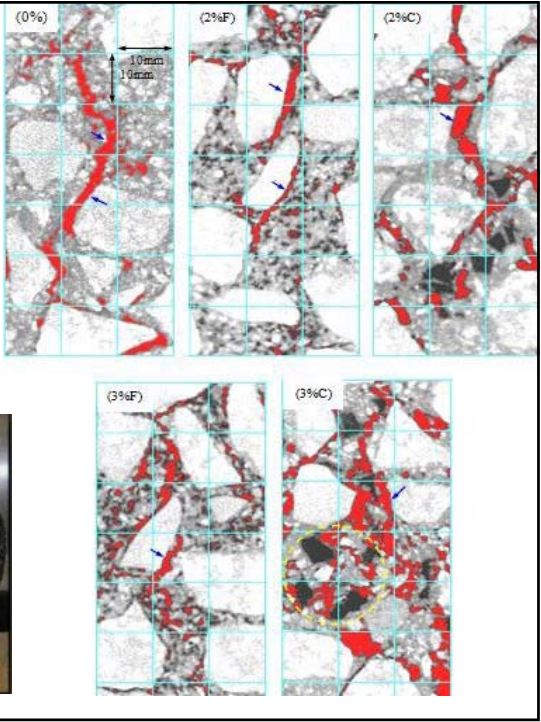
2017
MELAKA, MALAYSIA

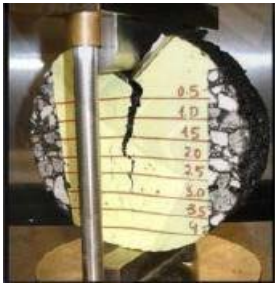
Rubber vs Crack

Increase crack tortuosity and divert cracks

Prevent the localized stress intensity (crack tip)

Prevent catastrophic failure





Storage stability

- Homogeneous blend
- Phase separation can happen
- Agitated tank – proper selection of stirrer
- Propeller type stirrer (axial flow)



2017
MELAKA, MALAYSIA

UTM
UNIVERSITY TECHNOLOGY MALAYSIA

Highlights..

- Content and rubber properties determine mix performance
- Modified bitumen or aggregate replacement
- Cup lump or latex or crumb rubber should be pre-treated
- Mixture design guidelines: aggregate gradation, bitumen content and air voids content
- Dense, Open and Gap graded
- Slight modifications in mixing and compaction procedures
- Asphalt-rubber warm mix (reduce viscosity & emission)

2017
MELAKA, MALAYSIA

UTM
UNIVERSITY TECHNOLOGY MALAYSIA

We do science to address both fundamental knowledge with potential for application to better mankind, therefore, what we created **should not bring adverse effect to human** and not only to human but to the ecology and environment as well.



Any future collaboration you are most welcome!
Norhidayah Abdul Hassan (PhD)
Pavement and Transportation Research Group
Department of Geotechnics and Transportation
Faculty of Civil Engineering
Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor
Email: hnorhidayah@utm.my
HP: +60193568284

THANK YOU

INTERNATIONAL SEMINAR
NATURAL RUBBER
IN ROADS
2017
MELAKA, MALAYSIA

UTM
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

JOINTLY ORGANISED BY
CREATE
UTM