



BITUMEN – PLASTIC COMPOSITE ROAD

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

ILYANA BALQIS BINTI ABDUL RAHIM

08DKA20F2029

NURUL IZZATI BINTI M RAZALI

08DKA20F2030

ELLESE SHAZWEEN BINTI HAMIZAM

08DKA20F2025

SESI 1:2022/2023

AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

TAJUK PROJEK

1. Saya, Ilyana Balqis Binti Abdul Rahim (020618-10-1742) adalah pelajar Diploma Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, yang beralamat di Persiaran Usahawan, Seksyen U1, 40150 Shah Alam, Selangor

(Selepas ini dirujuk sebagai 'Politeknik tersebut')

2. Saya mengakui bahawa 'Projek tersebut diatas' dan harta intelek yang ada didalamnya adalah hasil karya/ rekacipta asli saya tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain.

3. Saya bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek 'Projek tersebut' kepada 'Politeknik tersebut' bagi memenuhi keperluan untuk menganugerahan kepada kami.

Diperbuat dan dengan sebenar-benarnya diakui

Oleh yang tersebut;

ILYANA BALQIS BINTI ABDUL RAHIM).....

(No. Kad Pengenalan: - 020618-10-1742)

Di hadapan saya, PUAN MARLIZA ASHIQIN)

BINTI KHAZALI (761119-14-5984) sebagai penyelia projek pada tarikh: 30/05/2023

AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

TAJUK PROJEK

1. Saya, Nurul Izzati Binti M Razali (020629-14-1264) adalah pelajar Diploma Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, yang beralamat di Persiaran Usahawan, Seksyen U1, 40150 Shah Alam, Selangor

(Selepas ini dirujuk sebagai 'Politeknik tersebut')

2. Saya mengakui bahawa 'Projek tersebut diatas' dan harta intelek yang ada didalamnya adalah hasil karya/ rekacipta asli saya tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain.

3. Saya bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek 'Projek tersebut' kepada 'Politeknik tersebut' bagi memenuhi keperluan untuk menganugerahan kepada kami.

Diperbuat dan dengan sebenar-benarnya diakui

Oleh yang tersebut;

NURUL IZZATI BINTI M RAZALI)

(No. Kad Pengenalan: -020629-14-1264)

Di hadapan saya, PUAN MARLIZA ASHIQIN)

BINTI KHAZALI (761119-14-5984) sebagai penyelia projek pada tarikh: 30/05/2023

AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

TAJUK PROJEK

1. Saya, Ellese Shazween Binti Hamizam (020510-01-1198) adalah pelajar Diploma Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, yang beralamat di Persiaran Usahawan, Seksyen U1, 40150 Shah Alam, Selangor

(Selepas ini dirujuk sebagai 'Politeknik tersebut')

2. Saya mengakui bahawa 'Projek tersebut diatas' dan harta intelek yang ada didalamnya adalah hasil karya/ rekacipta asli saya tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain.

3. Saya bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek 'Projek tersebut' kepada 'Politeknik tersebut' bagi memenuhi keperluan untuk menganugerahan kepada kami.

Diperbuat dan dengan sebenar-benarnya diakui

Oleh yang tersebut;

ELLESE SHAZWEEN BINTI HAMIZAM)

(No. Kad Pengenalan: - 020510-01-1198)

Di hadapan saya, PUAN MARLIZA ASHIQIN)

BINTI KHAZALI (761119-14-5984) sebagai penyelia projek pada tarikh: 30/05/2023

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah, Bersyukur ke hadrat Ilahi yang maha pengasih lagi maha penyayang, dengan izin-Nya memberi peluang kepada kami untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir ini. Projek ini hanya dapat dicapai kerana bantuan dan sokongan ramai orang. Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih kepada semua orang atas bantuan mereka.

Puan Zuraidah binti AB Moin dan Puan Marliza Ashiqin binti Khazali, yang menyelia pengajian dan penyelidikan kami, adalah orang pertama yang kami ingin ucapkan terima kasih atas segala bantuan dan sokongan beliau. Kami berterima kasih atas masa dan usaha beliau dalam membantu kami untuk menyiapkan projek ini, terutamanya semasa fasa penyelidikan dan penulisan laporan. Sepanjang projek ini, kesabaran dan sokongan beliau amat dihargai.

Di samping itu, penyelaras projek tahun akhir, dan semua pensyarah dipuji atas segala usaha memberikan penerangan dan syarahan mengenai projek tersebut.

Akhir kata, kepada ibu bapa, saudara mara dan rakan-rakan terdekat, kami ingin merakamkan ucapan terima kasih di atas sokongan yang tidak berbelah bahagi sepanjang kajian ini dijalankan. Tanpa sokongan dan dorongan berterusan mereka, projek kami tidak akan berjaya

ABSTRAK

Bitumen - Plastic Composite Road merupakan inovasi terhadap turapan jalan yang sedia ada bagi mengurangkan kos pembinaan jalan. Penggunaan plastik di dalam turapan jalan telah diamalkan sejak dahulu lagi, tetapi tidak kerap digunakan. Penggunaan plastik juga dapat menyelamatkan alam sekitar dengan mengitar semula sisa plastik. 2%, 4%, dan 6% plastik telah digunakan di dalam projek ini untuk mengenalpasti peratus yang sesuai bagi mengurangkan penggunaan bitumen. Ujian penembusan atau penetration test telah dilakukan bagi menentukan kekerasan atau kelembutan bitumen dengan mengukur kedalaman dalam milimeter yang mana jarum yang dimuatkan standard akan menembus secara menegak dalam masa lima saat sementara suhu sampel bitumen dikekalkan pada suhu 25°C. Keputusan eksperimen menunjukkan bahawa ketiga-tiga peratusan plastik ini boleh digunapakai dalam bahan turapan jalan. Kekuatan dan prestasi campuran bitumen dan plastik telah diuji melalui ujian kestabilan marshall, ujian pengakstrakan, ketumpatan kekal dan penyerapan air. Hamilton kajian menunjukkan bahawa adunan ini mempunyai kestabilan marshall yang lebih tinggi iaitu julat 14.03 hingga 14.80kN berbanding campuran konvensional. Projek ini membuktikan bahawa sisa plastik boleh digunakan dengan cekap untuk pembaikan dan pembinaan jalan dengan prestasi dan ketahanan yang tinggi.

Kata kunci: penetration test, ujian kestabilan marshall, plastik, bitumen

ABSTRAK

Bitumen - Plastic Composite Road is an innovation to the existing road pavement to reduce the cost of road construction. The use of plastic in road pavements has been practiced for a long time, but is not often used. The use of plastic can also save the environment by recycling plastic waste. 2%, 4%, and 6% plastic were used in this project to identify the appropriate percentage to reduce the use of bitumen. A penetration test was performed to determine the hardness or softness of the bitumen by measuring the depth in millimeters that a standard loaded needle will penetrate vertically within five seconds while the temperature of the bitumen sample is maintained at 25°C. Experimental results show that these three percentages of plastic can be used in road pavement materials. The strength and performance of bituminous and plastic mixtures were tested through marshall stability tests, extraction tests, permanent density and water absorption. Hamilton's study shows that this mix has a higher marshall stability which ranges from 14.03 to 14.80kN compared to the conventional mix. This project proves that plastic waste can be efficiently used for road repair and construction with high performance and durability.

Keywords: penetration test, marshall stability test, plastic, bitumen

SENARAI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK	2 - 4
	PENGHARGAAN	5
	ABSTRAK	6
	ABSTRAK	7
	SENARAI KANDUNGAN	8 - 9
	SENARAI JADUAL	10
	SENARAI RAJAH	11
	SENARAI SIMBOL	12
	SENARAI SINGKATAN	13
1	Pengenalan	14
1.1	Pendahuluan	14
1.2	Penyataan Masalah	15
1.3	Objektif Kajian	16
1.4	Skop Kajian	16
1.5	Kepentingan Kajian	17
2	Kajian Literatur	18
2.1	Pengenalan Bab	18
2.2	Bitumen	18 – 20
2.3	Plastik	21 – 25
2.4	Aggregat	25 – 26
2.5	Jurnal Kajian Terdahulu	26 – 27

2.6 RUMUSAN	28
3 METODOLOGI KAJIAN	29
3.1 PENGENALAN	29
3.2 CARTA ALIR METODOLOGI	29 – 30
3.3 KAEDAH PENGUMPULAN DATA	30 – 31
3.4 JADUAL METODOLOGI <i>PENETRATION TEST</i> DAN <i>MARSHALL STABILITY TEST</i>	32
3.5 CARTA ALIR MENGHASILKAN SAMPEL	33 – 34
3.6 INSTRUMEN KAJIAN	35
3.7 PROSES KAJIAN PROJEK	36 – 41
3.8 TEKNIK PERSAMPELAN	42
3.9 RUMUSAN	42
4 DAPATAN DAN PERBINCANGAN	43
4.1 PENDAHULUAN	43
4.2 DAPATAN KAJIAN	43
4.3 ANALISIS DATA-DATA KAJIAN	43 – 45
4.4 RUMUSAN	45
5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN	46
5.1 PENDAHULUAN	46
5.2 PERBINCANGAN	46
5.3 KESIMPULAN	46
5.4 CADANGAN	46 – 47
5.5 RUMUSAN	47
RUJUKAN	48 - 49

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKASURAT
	<i>Jadual 3.1 : Nisbah campuran bagi ujian Penetration Test dan Marshall Stability Test</i>	32
	<i>Jadual 3.2 : Alatan dan fungsi</i>	35
	<i>Jadual 4.1 : Perbandingan gred bitumen</i>	44
	<i>Jadual 4.2 : Data hasil daripada Penetration Test</i>	44 - 45
	<i>Jadual 4.3 : Data hasil daripada Marshall Stability Test</i>	45

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKASURAT
<i>Rajah 1.1</i>	<i>Tong sampah di sekitar PSA</i>	15
<i>Rajah 1.2</i>	<i>Jalan berlubang di tempat letak kenderaan pelajar</i>	16
<i>Rajah 2.1</i>	<i>Bitumen</i>	18
<i>Rajah 2.2</i>	<i>Polietilena Tereftalat</i>	22
<i>Rajah 2.3</i>	<i>Polietilena Berketumpatan Tinggi</i>	23
<i>Rajah 2.4</i>	<i>Polivinil Klorida</i>	23
<i>Rajah 2.5</i>	<i>Polietilena Ketumpatan Rendah</i>	23
<i>Rajah 2.6</i>	<i>Polipropilena</i>	24
<i>Rajah 2.7</i>	<i>Polistirena</i>	24
<i>Rajah 2.8</i>	<i>Polikarbonat</i>	25
<i>Rajah 2.9</i>	<i>Aggregat</i>	25
<i>Rajah 3.1</i>	<i>Penetration Test</i>	37
<i>Rajah 3.2</i>	<i>Ujian Penetration yang dijalankan di Makmal Jalanraya PSA</i>	38
<i>Rajah 3.3</i>	<i>Marshall Stability Test</i>	39
<i>Rajah 3.4</i>	<i>Sieve Analysis yang dilakukan untuk mendapatkan agregat bersaiz 10mm</i>	39
<i>Rajah 3.5</i>	<i>Ujian Marshall Stability yang dijalankan di UiTM Shah Alam</i>	40

SENARAI SIMBOL

°C	Darjah Celcius
%	Peratus
°F	Darjah Fahrenheit

SENARAI SINGKATAN

PSA	Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
SWCorp	Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam
SPI	Persatuan Industri Plastik
PETE	Polietilena Tereftalat
HDPE	Polietilena Berketumpatan Tinggi
PVC	Polivinil Klorida
LDPE	Polietilena Ketumpatan Rendah
PP	Polipropilena
PS	Polistirena
PC	Polikarbonat
JKR	Jabatan Kerja Raya

BAB 1

Pengenalan

1.1 PENDAHULUAN

Pencemaran alam sekitar terutama berpunca daripada produk berasaskan plastik dikhuatiri meningkat pada kadar yang amat membimbangkan kerana menurut kepada info yang diambil daripada laman sesawang Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp) berkata Pencemaran sisa plastik akibat daripada pengurusan sisanya yang tidak terkawal pada masa ini merupakan masalah yang perlu ditangani secara holistik dalam keseluruhan rantai nilai plastik tersebut. Kita haruslah bertindak sekarang demi generasi akan datang. Plastik adalah amat berbeza dengan sifat sisa bahan bukan organik lain, plastik mengambil masa yang lama untuk terurai secara semula jadi. Bergantung kepada komposisi dan struktur kimianya, ada jenis plastik yang mengambil masa sehingga 400 tahun untuk terurai. Walaupun secara dasarnya plastik boleh dikitar semula, apabila dibebani dengan pelbagai kos tambahan seperti pengumpulan dan pembersihan, proses ini tidak menjadi keutamaan industri. Dikatakan hanya sembilan peratus plastik dikitar semula daripada 6.3 bilion tan plastik yang dihasilkan di seluruh dunia sejak mula diperkenalkan pada 1950-an. Pencemaran ini menjejaskan fisiologi kehidupan marin yang mungkin memberi kesan jangka panjang.

Bitumen adalah campuran hydrocarbon berwarna hitam yang likat atau viscous didapati daripada hasil proses “petroleum distillation”. Bitumen adalah heavy hydrocarbon kerana ia adalah produk petroleum yang berada paling bawah sekali ketika process distillation disebabkan ia memiliki higher boiling point, lower volatility dan higher density.

1.2 PENYATAAN MASALAH



Rajah 1.1 : Tong sampah di sekitar PSA

Masalah yang sering berlaku ialah penggunaan plastik yang semakin banyak digunakan seperti bekas makanan minuman di sekitar PSA. Hal ini menyebabkan sampah sarap sering melimpah keluar tong sampah yang disediakan. Menurut pekerja pembersihan di PSA, waktu pagi merupakan waktu yang paling kurang sampah yang ada di dalam tong. Manakala pada waktu petang dan malam merupakan waktu puncak untuk mengutip sampah dengan kerap.

Selain itu, secara umumnya menurut Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp) mengatakan plastik ialah sisa yang sukar untuk diurai. Ia mengambil masa 400 hingga 1000 tahun untuk terurai sekali gus dapat menyumbang kepada pencemaran alam sekitar. Untuk mengelakkan perkara itu berlaku, plastik yang dibuang akan digunapakai dalam membuat campuran bitumen dan plastik untuk turapan jalan. Hal ini sekali gus dapat mengurangkan penggunaan kos yang diperlukan untuk membuat jalan.

Di samping itu, terdapat banyak jalan berlubang yang ada di sekitar PSA. Hal ini telah menyebabkan kesukaran kepada warga PSA untuk lalu di kawasan tersebut pada setiap hari. Ia juga dapat menyebabkan kemalangan kepada pengunjung luar yang tidak tahu tentang kondisi jalan tersebut.



Rajah 1.2 : Jalan berlubang di tempat letak kenderaan pelajar

1.3 OBJEKTIF

Objektif kajian adalah seperti berikut:

- i. Untuk menghasilkan bitumen dengan mencampurkan plastik sebanyak 2:98, 4:96 dan 6:94
- ii. Untuk membuat 'penetration dan marshall stability test'
- iii. Untuk menentukan peratusan yang sesuai dalam menghasilkan bitumen yang baik dan membuat perbandingan peratusan yang sesuai

1.4 SKOP KAJIAN

- i. Projek ini dijalankan di sekitar Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah di mana ia mempunyai banyak kerosakan jalan yang terlibat
- ii. Skop kajian akan melibatkan proses pengumpulan data dan maklumat yang berkaitan dengan sisa plastik di PSA
- iii. Maklumat berkenaan seperti penyumbangan sampah turut diambil kira untuk memastikan keberkesanan projek ini

1.5 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian yang dijalankan mempunyai 3 kepentingan. Antaranya ialah:

- i. Menjimatkan kos penampalan jalan melalui kaedah mengguna semula plastik terpakai
- ii. Memastikan semua jalan raya di PSA selamat untuk digunakan dan tiada kerosakan
- iii. Memupuk amalan kitar semula dalam kehidupan pelajar

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 PENGENALAN

Bab ini adalah berkaitan pencarian maklumat mengenai kajian-kajian terdahulu berkaitan tajuk projek yang akan dijalankan. Pada bab ini, tumpuan lebih kepada projek yang telah dijalankan sama ada secara langsung atau hanya melalui pemerhatian. Tujuan tinjauan literatur ini dilaksanakan adalah untuk mengukuhkan lagi pengetahuan berkenaan kajian projek yang bakal kami jalankann berjaya dengan baik dan lancar.

2.2 BITUMEN



Rajah 2.1 : Bitumen

2.2.1 Konsep/teori

Bitumen banyak digunakan sebagai binder atau pengikat asphalt untuk pembinaan jalan, landasan, parking lot dan tempat pejalan kaki. 85% kegunaan bitumen adalah sebagai binder atau pengikat asphalt untuk pembinaan jalan di mana batu kerikil dan batu hancur dicampur sekali dengan bitumen yang tebal dan seterusnya digunakan pada jalan raya. (Nazmi Ismail, 19 Ogos 2021)

Dalam menghasilkan alsphalt, bitumen dan agregat akan dipanaskan dalam suhu yang tinggi untuk mencairkan bitumen dan mengeringkan agregat sebelum bercampur bersama. bagi proses tertentu, adalah tidak wajar untuk memanaskan bitumen dan/atau agregat, sebagai contoh bagi surface dreesing dan kerja priming. Oleh itu, cutback bitumen dan bitumen emulsi digunakan. (Cik Hasyani, 20 Julai 2014)

2.2.2 Jenis-jenis bitumen

Cutback Bitumen dihasilkan dengan mencampurkan bitumen dengan komponen minyak yang lebih cair. ia boleh digunakan pada suhu persekitaran atau dipanaskan pada suhu yang lebih rendah berbanding suhu pemanasan bitumen. ia akan mula mengeras dengan pengewapan komponen minyak yang lebih cair itu. Kadar mengeras adalah bergantung kepada kadar pengewapan minyak tersebut. Apabila pengerasan cepat diperlukan seperti surface dressing, minyak cair seperti minyak tanah digunakan. Apabila pengerasan lambat diperlukan, seperti bagi bahan tampalan pothole dan penstabil tanah, minyak yang kurang meruap seperti diesel digunakan. Cutback bitumen yang boleh digunakan dalam keadaan sejuk mengandungi 30% minyak cair sementara Cutback bitumen yang perlu dipanaskan mengandungi kurang minyak cair. Cutback boleh diperolehi dalam pelbagai jenis dan gred. Jenis cutback merujuk pada kadar kelajuan pengewapan sementara gred cutback bitumen merujuk pada kelikatan minimum kinematic viscosity dalam centistoke pada suhu 60 darjah celcius. Cutback bitumen mesti memenuhi kriteris MS159. Klausula 4.3.1.2 JKR/spj/2008 - S4 menetapkan bahan primecoat mestidari cutback bitumen gred MC-70. (Cik Hasyani, 20 Julai 2014)

Bitumen emulsi ialah campuran titisan halus bitumen bersaiz purata 2 mikron di dalam air. Ia dihasilkan dengan mencampurkan bitumen (55-65%) dengan air dan bahan emulsi dalam pengisar koloid. Ia membolehkan penggunaan bitumen pada suhu persekitaran tanpa perlu dipanaskan. Air akan terus meruap sejurus selepas emulsi terdedah kepada udara. Ia berwarna coklatkekeruhan dan bertukar menjadi hitam berkilat apabila semua air telah meruap. Ia terbahagi kepada empat kelas iaitu anionik, kationik, non-ionik dan clay stabilised. Kelas anionik dan kationik adalah paling banyak digunakan. Bitumen Emulsi mestilah memenuhi kriteria MS 161. Anionik bitumen tidak dimasukkan dalam MS 161 kerana emulsi jenis ini tidak digunakan dalam pembinaan jalan. Kationik emulsi boleh digunakan dengan lebih banyak jenis agregat berbanding anionik emulsi.

Prof C.E.G. Justo menyatakan bahawa penambahan 8% mengikut berat plastik yang diproses untuk penyediaan bitumen yang diubah suai menghasilkan penjimatan sebanyak 4% bitumen mengikut berat campuran atau kira-kira 9.6kg bitumen setiap meter padu campuran. Bitumen yang diubah suai meningkatkan kestabilan atau kekuatan, hayat dan sifat lain yang diinginkan bagi campuran konkrit bitumen.

Menurut Dr. R. Vasudevan dan S. Rajusekaran, (2007), campuran bitumen polimer adalah pengikat yang lebih baik berbanding bitumen biasa. Adunan telah meningkatkan takat lembut dan menurunkan nilai penembusan dengan kemuluran yang sesuai.

2.3 PLASTIK

2.3.1 Konsep/teori

Plastik adalah nama golongan zat-zat polimer tinggi buatan seperti polistirene, poletilena polvinil, cloroda, fenolformaldehina, urea formaldehina, seluloid, dan lain-lain. Seluloid (dari selulosa) telah dapat dibuat pada tahun 1869, tetapi plastik-plastik secara umum baru dipakai dalam industri setelah BAKELIT dibuat banyak-banyak pada tahun 1970 (Ensiklopedia Umum, 1993:892)

Kuantum sisa plastik dalam sisa pepejal perbandaran (MSW) semakin meningkat berikutan pertambahan penduduk, pembandaran, aktiviti pembangunan dan perubahan gaya hidup yang menyebabkan sampah berleluasa di landskap. Oleh itu pelupusan sisa plastik adalah satu ancaman dan menjadi masalah serius di peringkat global kerana ia tidak boleh terbiodegradasi dan pandangan tidak estetik. Oleh kerana ini tidak dilupuskan secara saintifik dan kemungkinan untuk mewujudkan pencemaran tanah dan air. Sisa plastik ini menggantikan sebahagian bahan konvensional untuk menambah baik ciri mekanikal yang diinginkan untuk campuran jalan tertentu. Dalam proses pembuatan jalan raya konvensional bitumen digunakan sebagai pengikat. Bitumen tersebut boleh diubah suai dengan kepingan sisa plastik dan campuran bitumen yang boleh digunakan sebagai lapisan atas turapan fleksibel. Campuran bitumen yang diubah suai dengan sisa plastik ini menunjukkan sifat pengikatan, kestabilan, ketumpatan dan lebih tahan air (Amit Gawande, 2012).

Meminimumkan bahan buangan adalah aspek penting dalam inisiatif pertumbuhan dan pembangunan moden. Plastik digunakan dalam pelbagai aplikasi domestik dan perindustrian. Penggunaan beg plastik dan botol adalah perkara biasa. Pelupusan sisa plastik adalah masalah utama kerana sifat plastik yang tidak terbiodegradasi. Plastik boleh digunakan sebagai bahan mentah untuk produk seperti etanol. Ia boleh digunakan untuk pembinaan jalan raya dan aktiviti berkaitan pembinaan lain. Kajian semasa meringkaskan penyelidikan mengenai penggunaan sisa plastik (Sunil J. Kulkarni, 2015).

Menurut V. V Punith, (2001), terdapat kemungkinan untuk meningkatkan prestasi campuran bitumen turapan jalan. Plastik buangan (beg plastik politena dll) apabila dipanaskan, dilembutkan pada suhu sekitar 130°C. Plastik lembut mempunyai sifat mengikat. Oleh itu, ia boleh digunakan sebagai pengikat untuk pembinaan jalan raya.

2.3.2 Jenis-jenis plastik

PELBAGAI JENIS PLASTIK DAN KLASIFIKASINYA

Persatuan Industri Plastik (SPI) menubuhkan sistem klasifikasi pada tahun 1988 untuk membolehkan pengguna dan kitar semula mengenal pasti pelbagai jenis plastik. Tempat pengilang kod SPI, atau nombor, pada setiap produk plastik, biasanya dibentuk ke bahagian bawah. Ini panduan menyediakan garis asas bagi jenis plastik berbeza yang dikaitkan dengan setiap kod nombor.

1. Polietilena Tereftalat kadangkala menyerap bau dan perisa daripada makanan dan minuman yang disimpan di dalamnya. Barangan yang diperbuat daripada plastik ini ialah biasa dikitar semula. Plastik PETE digunakan untuk membuat banyak barangan rumah biasa seperti minuman botol, balang ubat, tali, pakaian dan permaidani.



Rajah 2.2 : Polietilena Tereftalat

2. Produk Polietilena Berketumpatan Tinggi adalah sangat selamat dan tidak diketahui menghantar sebarang bahan kimia ke dalam makanan atau minuman. Produk HDPE biasanya dikitar semula. Barangan yang diperbuat daripada plastik ini termasuk bekas untuk susu, minyak motor, syampu dan perapi, botol sabun, detergen, dan peluntur. Ia tidak selamat untuk menggunakan semula botol HDPE sebagai makanan atau bekas minuman jika asalnya tidak mengandungi makanan atau minum.



Rajah 2.3 : Polietilena Berketumpatan Tinggi

3. Polivinil Klorida kadangkala dikitar semula. PVC ialah digunakan untuk semua jenis paip dan jubin, tetapi kebanyakannya biasa ditemui dalam paip. Plastik seperti ini tidak boleh bersentuhan dengan bahan makanan sebagai ia boleh memudaratkan jika termakan.



Rajah 2.4 : Polivinil Klorida

4. Polietilena Ketumpatan Rendah kadangkala dikitar semula. Ia adalah plastik yang sangat sihat yang cenderung kepada kedua-duanya tahan lama dan fleksibel. Barangan seperti beg sandwic, botol boleh picit, dan plastic beg runcit diperbuat daripada LDPE



Rajah 2.5 : Polietilena Ketumpatan Rendah

5. Polipropilena kadangkala dikitar semula. PP kuat dan biasanya boleh menahan suhu yang lebih tinggi. Ia adalah digunakan untuk membuat kotak makan tengah hari, bekas marjerin, periuk yogurt, botol sirap, botol preskripsi. Plastic penutup botol selalunya diperbuat daripada PP.



Rajah 2.6 : Polipropilena

6. Polistirena biasanya dikitar semula, tetapi sukar untuk dilakukan buat. Barangan seperti cawan kopi pakai buang, makanan plastic kotak, kutleri plastik dan buih pembungkus diperbuat daripada PS.



Rajah 2.7 : Polistirena

7. Kod 7 digunakan untuk menetapkan pelbagai jenis plastik tidak ditakrifkan oleh enam kod yang lain. Polikarbonat dan Polilaktida termasuk dalam ini kategori. Jenis plastik ini sukar dikitar semula. Polikarbonat (PC) digunakan dalam botol bayi, padat cakera, dan bekas simpanan perubatan.



Rajah 2.8 : Polikarbonat

2.4 AGGREGAT



Rajah 2.9 : Agregat

2.4.1 Konsep/teori

Agregat bermaksud kategori yang luas dalam bahan kasar yang digunakan dalam pembinaan, termasuk pasir dan batu. Agregat juga merupakan komponen bagi bahankomposit seperti konkrit dan konkrit asphalt. Selain itu, agregat berfungsi sebagai penguat untuk menambahkan kekuatan kepada keseluruhan bahan komposit.

2.4.2 Jenis-jenis agregat

Klasifikasi agregat konkrit mengikut ukuran zarah

- Batu kelikir
- Agregat kasar
- Agregat halus
- Debu kuari
- Agregat boleh dihancurkan atau tidak dihancurkan

2.5 JURNAL KAJIAN TERDAHULU

Kuantum daripada sisa plastik dalam sisa pepejal perbandaran (MSW) meningkat disebabkan pertambahan penduduk, perbandaran, aktiviti pembangunan dan perubahan dalam gaya hidup yang memimpin sampah berleluasa di landskap. Justeru pelupusan sisa plastik adalah ancaman dan menjadi masalah serius di peringkat global kerana tidak terbiodegradasi dan tidak estetik pandangan. Oleh kerana ini tidak dilupuskan secara saintifik & kemungkinan untuk mencipta tanah dan pencemaran air. Plastik buangan ini menggantikan sebahagian bahan konvensional kepada meningkatkan ciri mekanikal yang dikehendaki untuk campuran jalan tertentu. Dalam kertas kerja ini membangunkan teknik untuk menggunakan sisa plastik untuk tujuan pembinaan jalan raya dan fleksibel turapan telah disemak. Secara konvensional bitumen proses membuat jalan digunakan sebagai pengikat. Bitumen tersebut boleh diubah suai dengan kepingan plastik buangan dan campuran bitumen dibuat yang boleh digunakan sebagai lapisan atas lapisan turapan fleksibel.

Plastik buangan ini campuran bitumen yang diubah suai menunjukkan pengikatan yang lebih baik sifat, kestabilan, ketumpatan dan lebih tahan ke air. (*Amit Gawande, G. Zamare, V.C. Rengea, Saurabh Tayde, G. Bharsakale, "AN OVERVIEW ON WASTE PLASTIC UTILIZATION IN ASPHALTING OF ROADS" Journal of Engineering Research and Studies EISSN0976 7916 Vol. III/ Issue II/April/June, 2012/01-05*)

Membazir bahan plastik termasuk ketumpatan rendah beg runcit polietilena (LDPE) dan lain-lain ialah dilupuskan melalui tapak pelupusan: ini menimbulkan pencemaran alam sekitar akibat sukar di degradasi bahan polimer oleh faktor persekitaran. Sisa plastic bahan boleh meningkatkan sifat yang diinginkan campuran bitumen untuk pembaikan dan pembinaan turapan fleksibel. Dalam projek ini, pelbagai perkadaran bahan polimer yang diadun dengan campuran bitumen telah dicirikan. Kekuatan dan prestasi bitumen/plastic adunan telah diuji melalui kestabilan marshall ujian, ujian pengekstrakan, analisis ayak, air ujian penyerapan dan ketumpatan pukal. Keputusan menunjukkan bahawa campuran bitumen/plastik mempunyai lebih tinggi kestabilan marshall dalam julat 14.03 hingga 14.80 KN berbanding dengan bitumen konvensional mixsample yang mempunyai nilai 11.35 KN. Mereka juga menunjukkan udara lompang yang lebih tinggi, pukal yang lebih rendah ketumpatan dan aliran Marshall daripada campuran bitumen konvensional. Keputusan daripada perkadaran agregat dan kuari habuk yang digunakan dalam analisis penapis menunjukkan nisbah 50:50 lebih sesuai untuk bitumen/plastic campuran. Projek ini juga membuktikan bahawa pembaziran plastik boleh digunakan dengan cekap untuk jalan raya pembaikan dan pembinaan mengakibatkan lebih banyak lagi yang mampan dan lebih baik dengan tinggi prestasi dan ketahanan. (*Utibe J. Nkanga, Johnson A. Joseph, Feyisayo V. Adams, Obioma U. Uche "CHARACTERIZATION OF BITUMEN/PLASTIC BLENDS FOR FLEXIBLE PAVEMENT APPLICATION", Procedia Manufacturing 7(2017)PP 490-496:*)

Menyatakan bahawa campuran bitumen polimer adalah pengikat yang lebih baik berbanding kepada bitumen biasa. Blend telah meningkat Takat lembut dan nilai Penembusan menurun dengan kemuluran yang sesuai. (*Dr. R. Vasudevan and S. Rajasekaran, (2007) USE OF PLASTIC WASTE IN ROAD CONSTRUCTION (16 FEBRUARY 2018)*)

2.6 RUMUSAN BAB

Sejak bertahun-tahun penggunaan plastik dalam turapan fleksibel telah dilakukan untuk meningkatkan kestabilan, ketahanan jalan dan mengurangkan kos pembinaan jalan dengan menggantikan beberapa peratusan bitumen dengan plastik sisa. LDPE hanya boleh digunakan dalam teknik ini kerana ia menjadi lembut pada suhu yang dikehendaki iaitu, 160°C dan disalut pada agregat. Tiada pengubahsuaian dalam loji diperlukan kerana plastik bercampur pada masa yang sama apabila agregat dituangkan ke dalam Loji Campuran Panas selama 30 - 50 saat, maka tiada penggunaan bahan api berlaku. Terdapat penyelidikan yang konsisten masih berjalan untuk mencapai tahap optimum dan ramai yang menyatakan menggunakan plastik dalam pembinaan jalan raya. (Menaria, Y., & Sankhla, R. (2015). *Use of Waste Plastic in Flexible Pavements-Green Roads. Open Journal of Civil Engineering, 05(03), 299–311.* <https://doi.org/10.4236/ojce.2015.53030>)

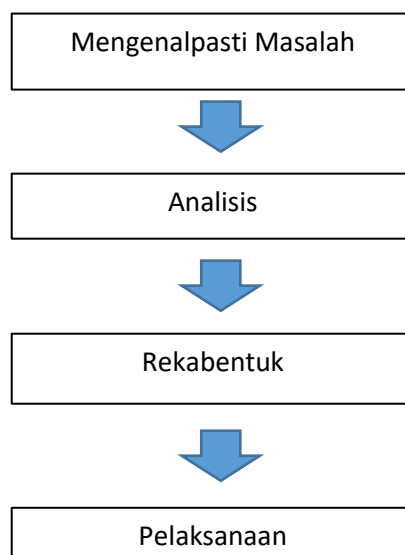
BAB 3

METODOLOGI KAJIAN

3.1 PENGENALAN

Keberkesanan kajian ini adalah untuk memastikan sama ada bitumen yang menggunakan campuran plastik mampu menutup lubang di atas permukaan jalan raya atau sebaliknya. Selain itu, untuk memastikan bitumen dengan campuran plastic ini berfungsi dengan baik, beberapa ujian di makmal hendaklah dilaksanakan terhadap sampel campuran bitumen dan plastik ini. Inovasi ini dapat menjimatkan kos kerana penggunaan bitumen dapat dikurangkan dan sisa plastik dapat dimanfaatkan.

3.2 CARTA ALIR METODOLOGI



3.2.1 Mengenalpasti Masalah

Pada awal kajian ini dilakukan, masalah pencemaran alam oleh penggunaan plastik adalah masalah paling utama di dalam kalangan masyarakat PSA. Setelah perancangan yang teliti telah dilaksanakan, bagi mengatasi masalah tersebut, sisa-sisa plastik ini hendaklah diinovasikan supaya tidak berlakunya pencemaran. Dengan menghasilkan campuran bitumen bersama plastik ini ia dapat memanfaatkan sisa-sisa plastik di PSA. Jalan-jalan yang berlubang di PSA juga dapat diperbaiki.

3.2.2 Analisis

Data-data yang diperolehi dikumpul, diproses dan dianalisis bagimembolehkan langkah seterusnya diambil dan penentuan kajian dilakukan sebagaimana yang dikehendaki dalam objektif.

3.2.3 Rekabentuk

Sebelum campuran bitumen dengan campuran plastik ini dihasilkan, proses rekabentuk telah dilaksanakan bagi mengetahui ciri-ciri yang betul untuk menghasilkan bitumen. Rekabentuk ini bertujuan agar sebelum pelaksanaan dilakukan ianya dapat menggambarkan sebelum projek dilaksanakan bahkan rekabentuk ini akan memberi maklumat yang lebih terperinci bagi menghasilkan bitumen dengan campuran plastik yang dapat menampal lubang di jalan raya.

3.2.4 Pelaksanaan

Setelah bitumen dengan campuran plastik telah siap dihasilkan, ia hendaklah diuji di makmal bagi mengetahui keputusan sama ada ianya sesuai ataupun tidak untuk digunakan bagi menampal lubang di jalan raya. Anantara ujian yang hendak dilaksanakan di makmal ialah *penetration test dan Marshall Stability test*. Penggunaan plastik telah dipilih bagi menghasilkan inovasi ini.

3.3 KAEDAH PENGUMPULAN DATA

Bagi melaksanakan kajian ini, terdapat kaedah pengumpulan data yang telah dipraktikkan bagi mendapatkan data-data yang penting untuk peringkat analisis. Antara kaedah pengumpulan data ialah kaedah soal selidik. Pengumpulan data dapat dikelaskan kepada dua jenis iaitu data-data primer dan data-data sekunder.

3.3.1 Data – Data Primer

Data-data primer merupakan data-data penting di dalam kajian. Tanpa data utama, objektif kajian tidak akan tercapai. Proses pengumpulan data dilakukan melalui pengedaran borang kaji selidik secara dalam talian kepada responden. Oleh itu, seramai 53 orang responden telah dipilih secara rawak.

3.3.2 Data – Data Sekunder

Data-data sekunder pula terdiri daripada kajian literatur dan sumber-sumber lain seperti buku-buku yang berkaitan dengan bidang kajian, jurnal dan lain - lain penerbitan yang berkaitan dengan kajian yang dijalankan. Bahan-bahan ini dianalisis mengikut kesesuaiannya dan menjadi asas rujukan terhadap kajian ini.

3.3.3 Persampelan

Terdapat empat persampelan yang akan dilaksanakan iaitu campuran bitumen mengikut standard yang betul, campuran plastik dan bitumen dengan nisbah 2% dan 4%, campuran plastik dan bitumen dengan nisbah 6% dan 98% dan campuran plastik dan bitumen 96% dan 94%. Antara ujian yang akan dilaksanakan ialah *penetration test dan marshall stability*. Hasil daripada ujian-ujian ini dapat menentukan sampel yang manakah paling sesuai untuk menampal jalan raya yang berlubang.

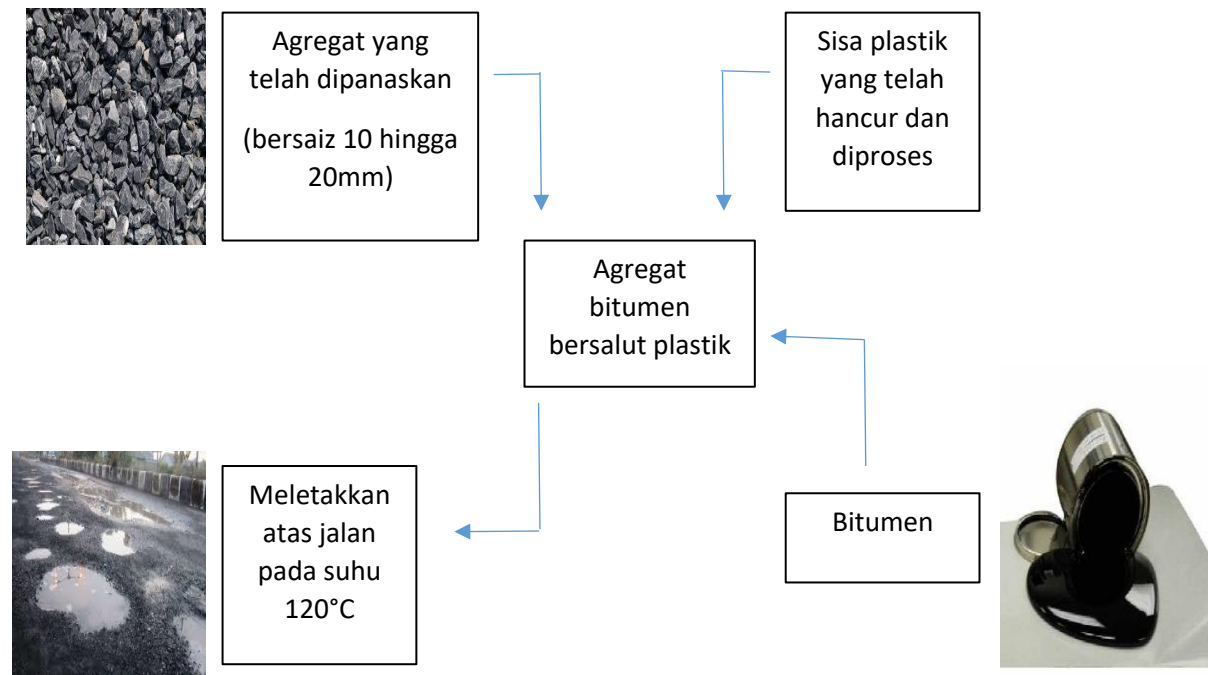
3.4 JADUAL METODOLOGI *PENETRATION TEST* DAN *MARSHALL STABILITY TEST*

Jadual 3.1 : Nisbah campuran bagi ujian Penetration Test dan Marshall Stability Test

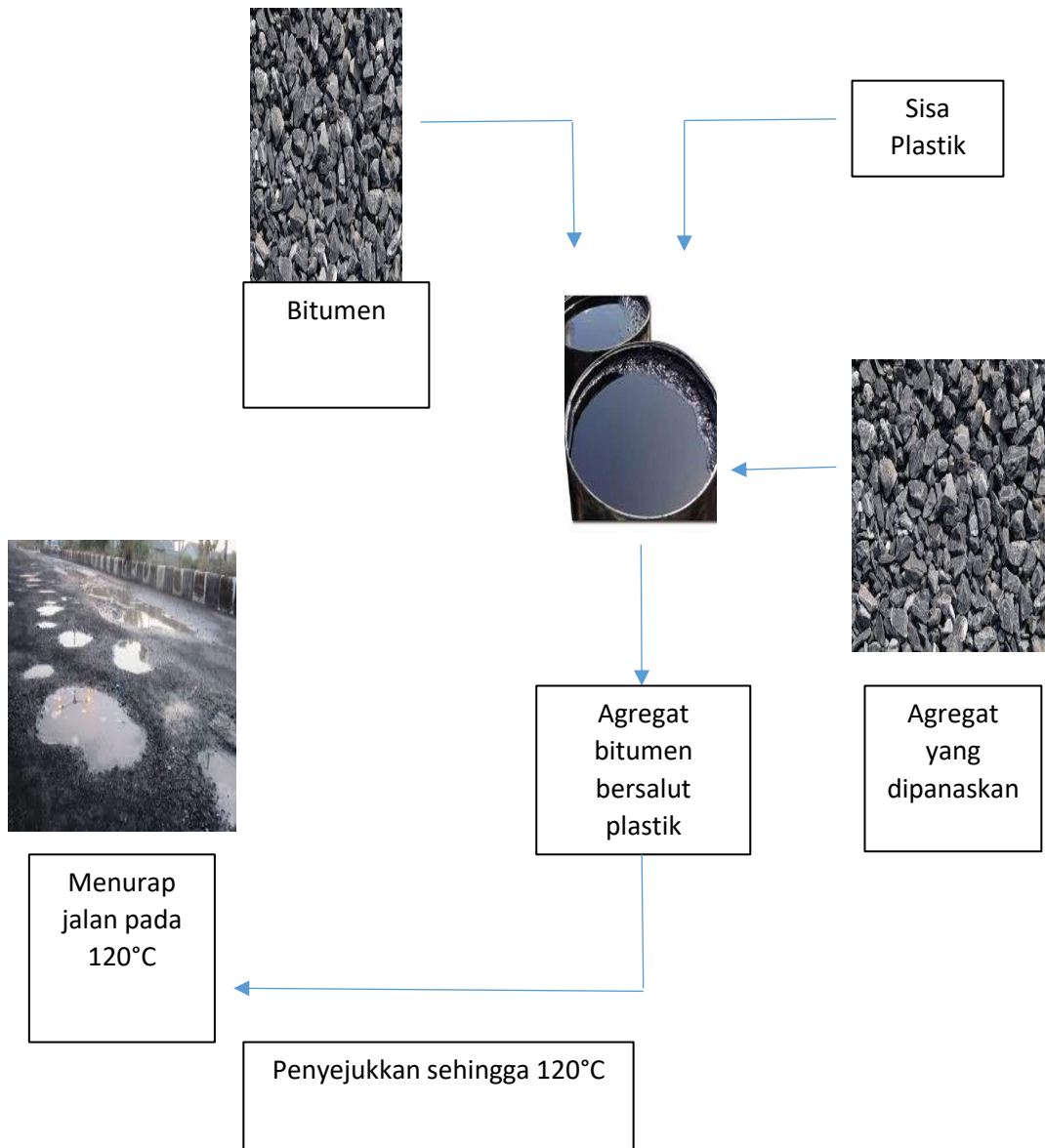
Ujian	Rekabentuk Campuran	Bitumen (g)	Plastic (g)	Aggregate (10mm)
Penetration Test	100 bitumen: 0 plastik	500g	0 g	-
	2 plastik: 98 bitumen	490 g	10 g	-
	4 plastik: 96 bitumen	480 g	20 g	-
	6 plastik: 94 bitumen	470 g	30 g	-
Marshall Stability Test	100 bitumen: 0 plastik	500 g	0 g	300 g
	2 plastik: 98 bitumen	490 g	10 g	300 g
	4 plastik: 96 bitumen	480 g	20g	300 g
	6 plastik: 94 bitumen	470 g	30 g	300 g

3.5 CARTA ALIR MENGHASILKAN SAMPEL

3.5.1 Proses Kering






3.5.2 Proses Basah



3.6 INSTRUMEN KAJIAN

Peralatan yang diperlukan dalam melaksanakan projek dan juga semasa proses untukmenjayakan projek yang dilakukan. Tanpa peralatan kerja ini, projek tidak dapat disiapkanpada masa yang ditetapkan. Antara alatan yang digunakan untuk menjayakannya adalah seperti jadual di bawah:

Jadual 3.2 : Alatan dan fungsi

Peralatan	Kegunaan
 Alat penimbang	Berfungsi sebagai menimbang berat atau mengukur jisim bahan.
 Oven	Tempat memanaskan bitumen yang digunakan.
 Mesin <i>penetration test</i>	Menentukan titik kilat sampel bitumen iaitu titik suhu sampel.
 Mesin <i>marshall test</i>	Tujuan ujian ini adalah untuk menentukan rintangan (kestabilan) terhadap keplastikan (aliran) lebur campuran asphalt.

3.7 PROSES KAJIAN PROJEK

3.7.1 Ujian Penembusan (*Penetration Test*)

Ujian penembusan bagi bitumen adalah untuk menentukan kekerasan atau kelembutan bitumen dengan mengukur kedalaman dalam milimeter yang mana jarum yang dimuatkan standard akan menembus secara menegak dalam masa lima saat sementara suhu sampel bitumen dikekalkan pada 25°C. Ini adalah kaedah yang paling banyak digunakan untuk mengukur ketekalan bitumen bahan pada suhu tertentu. Ia adalah cara pengelasan dan bukannya ukuran kualiti. (Istilah kejuruteraan konsistensi ialah ukuran empirikal rintangan ditawarkan oleh bendalir kepada ubah bentuk berterusan apabila ia tertakluk kepada tegasan ricih). Yang jenis dan jumlah juzuk ini ditentukan oleh sumber petroleum dan kaedah pemrosesan di kilang penapisan. Boleh mencirikan pengikat asphalt pada satu suhu 25°C (77°F). Gred penembusan disenaraikan sebagai julat unit penembusan (satu unit penembusan = 0.1 mm penembusan oleh jarum standard). Di Malaysia, penggunaan 80-100 PEN adalah sangat biasa. Walau bagaimanapun, PEN 60-70 adalah disyorkan dalam spesifikasi JKR baharu. Untuk kawasan beriklim sejuk, gred yang lebih lembut adalah lebih disukai manakala iklim panas menuntut gred yang lebih keras. Julat tipikal pen. nilai ialah 40 hingga 300 PEN.

Prosedur:

1. Radas penembusan dinyatakan dalam banyak piawaian di seluruh dunia tetapi sentiasa sama
2. Spesimen disediakan dalam bekas sampel dan dimasukkan ke dalam mandi air pada suhu ujian yang ditetapkan selama 1 hingga 1.5 jam sebelum ujian.
3. Untuk ujian biasa jarum berdimensi tepat, dimuatkan ke 100 ± 0.05 g, dibawa ke permukaan spesimen di sebelah kanan sudut, dibenarkan untuk menembusi bitumen selama 5 ± 0.1 s, manakala suhu spesimen dikekalkan pada 25 ± 0.1 °C. Penembusan diukur dalam persepuluhan milimeter (Decimillimeter, d-mm).
4. Buat sekurang-kurangnya tiga penentuan pada spesimen. A bersih jarum digunakan untuk setiap penentuan. Dalam membuat ulangan penentuan, mulakan setiap dengan hujung jarum sekurang-kurangnya 10 mm dari sisi bekas dan sekurang-kurangnya 10 mm berpisah.

5. Sampel ujian yang dihancurkan dan timbangkannya. Tentukan jisim daripada sampel hancur (M1).

6. Ayak keseluruhan sampel dalam dulang pada ujian BS 2.36 mm tapis sehingga tiada lagi jumlah yang ketara berlalu dalam 3 minit. Timbang pecahan yang lulus (M2) dan tertahan (M3) pada tapis dengan ketepatan 0.1 g. Dan jika jumlah jisim M2 + M3 adalah kurang daripada jisim awal (M1) dengan lebih daripada 1g, buang hasilnya dan buat ujian baru.



Rajah 3.1 : Penetration Test



Rajah 3.2 : Ujian Penetration yang dijalankan di Makmal Jalanraya PSA

3.7.5 Marshall Stability Test

Untuk menentukan kandungan bitumen optimum dalam campuran memakai kursus dan pengikat kursus dalam mereka bentuk struktur turapan turapan fleksibel.

Reka bentuk campuran tertumpu kepada campuran bahan yang digunakan sebagai lapisan pengikat dan lapisan haus. Bahan-bahan ini mestilah melalui reka bentuk campuran yang betul. Terdapat pelbagai kaedah campuran reka bentuk, tetapi kaedah reka bentuk Marshall Mix adalah yang paling popular. Selain daripada menentukan kandungan bitumen yang optimum, kaedah ini juga boleh menentukan penggredan agregat pada reka bentuk campuran yang paling sesuai. Kaedah Marshall menggariskan prosedur bermula dengan penyediaan spesimen sehingga penentuan optimum kandungan bitumen.



Rajah 3.3 : Marshall Stability Test



Rajah 3.4 : Sieve Analysis yang dilakukan untuk mendapatkan agregat bersaiz 10mm



Rajah 3.5 : Ujian Marshall Stability yang dijalankan di UiTM Shah Alam

Prosedur:

Prosedur ujian ini dinyatakan secara terperinci BS 1377:1985

A. Penyediaan Spesimen (Premix)

1. Agregat dan pengisi yang akan digunakan ditentukan
2. Campuran mengandungi agregat, pasir dan pengisi yang mencukupi menghasilkan spesimen kira-kira 1200g. Panaskan dahulu agregat dalam ketuhar pada suhu 150 C selama sekurang-kurangnya 4 jam
3. Panaskan bitumen pada suhu yang sama atau suhu campuran itu
4. Agregat yang panas, akan dipanaskan semula dalam mangkuk (pan). Haba tanpa menambah sebarang campuran bitumen selama 1-2 minit. Kemudian tambahkan jumlah bitumen yang betul. Kandungan bitumen yang digunakan ialah peratusan berat daripada jumlah campuran. Gunakan kandungan bitumen ... %

5. Suhu semasa mencampurkan agregat dan bitumen campuran tidak boleh di bawah 137 C
6. Semasa menyediakan adunan, ram dan acuan Marshall hendaklah dibersihkan dan dipanaskan hingga 137 C
7. Letakkan acuan di atas meja dan masukkan sekeping kertas turas ke dalam acuan. Tuang adunan panas ke dalam acuan dan ratakan bahagian atasnya permukaan. Kemudian letakkan sekeping kertas penapis lagi.
8. Letakkan acuan di atas alas dan padat pada kedua-dua bahagian atas dan permukaan bawah Daripada 55 pukulan, yang direka untuk tayar maksimum tekanan 0.75 MN/m²
9. Tanggalkan kolar; biarkan spesimen buat seketika sebagai yang kedua bancuhan disediakan dan keluarkan spesimen menggunakan penyemperitan jek. Biarkan spesimen sejuk sebelum mengujinya

B. Untuk menguji specimen

1. Timbang dan rekodkan berat spesimen di udara. Kemudian timbang spesimen sekali lagi dengan memasukkan air dan merekodkan beratnya. Kirakan berat unit specimen. Panaskan specimenin isoterma air (waterbath) pada $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 30-40 minit Bersihkan permukaan penguji kepala. Masukkan spesimen ke dalam tengah kepala. Betulkan kepala pada kedudukan yang betul penguji.
2. Letakkan penguji kepala yang dilengkapi dengan spesimen pada alas mesin ujian Marshall
3. Hidupkan dan rekod daya maksimum dan kuasa maksimum aliran

3.8 TEKNIK PERSAMPELAN

Teknik persampelan yang digunakan adalah persampelan bertujuan (*purposive sampling*). Ia merupakan persampelan secara tidak rawak kerana memberi tumpuan terhadap ciri-ciri tertentu dan sesuai dengan fokus penyelidikan yang ingin dilakukan.

3.9 RUMUSAN

Dalam peringkat permulaan, rekabentuk kajian, kaedah pengumpulan data, instrumen kajian, teknik persampelan data dan kaedah analisis data dibuat dengan sistematik dalam kajian metodologi untuk mengetahui fakta dan maklumat - maklumat bagi menyokong instrumen kajian dan menggambarkan dengan lebih jelas dalam kajian ini.

BAB 4

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

4.1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membincangkan hasil analisis dan dapatan kajian yang diperolehi daripada beberapa ujian yang dilakukan. Setelah mendapat data-data yang dikehendaki melalui ujian yang telah dilakukan serta maklumat-maklumat yang diperolehi secara lisan, keputusan yang diperolehi dalam bab ini merupakan keputusan yang diperolehi hasil daripada ujian yang dijalankan.

Hasil dapatan kajian digambarkan dalam bentuk jadual bagi setiap jenis ujian yang dilakukan. Data yang terhasil daripada ujian dianalisis dengan lebih terperinci untuk membuat kesimpulan.

4.2 DAPATAN KAJIAN

Data-data yang diperolehi semasa aktiviti kajian akan dinilai berdasarkan jenis ujian dan perbezaan peratusan plastik yang ditambah. Data-data ini akan dipaparkan di dalam bentuk jadual. Data-data diambil dan dianalisis mengikut peratusan penambahan sisa plastik ke dalam bitumen. Ujian ini dilakukan bagi mendapatkan hasil keputusan dan dibandingkan semula mengikut data bagi bitumen gred 60/70.

4.3 ANALISIS DATA-DATA KAJIAN

Proses menganalisis data kajian akan ditunjukkan dalam bentuk jadual. Penganalisan pengubahsuaian bitumen ini adalah merangkumi kuantiti penambahan peratusan plastik yang terdapat di dalam bitumen dan data asal bitumen.

Jadual 4.1 : Perbandingan gred bitumen

Properties	AC 60/70	Modified Bitumen
Penetration at 25°C	63°C	64°C

Jadual menunjukkan analisis berkenaan perbandingan antara hasil ujian gred bitumen yang dilakukan. Hasil dapatan kajian yang diperolehi melalui ujian seperti 'penetration' dan 'Marshall Stability test' ke atas setiap jenis bitumen yang digunakan. Hasil ujian mendapati pengubahsuaian bitumen ini mempunyai keputusan yang menepati spesifikasi bitumen gred 60/70.

4.3.1 Data Penetration Test

Jadual 4.2 : Data hasil daripada Penetration Test

Sample	Penetration (mm)			Average
	1	2	3	
Controller				
A	29.2	31.3	31.3	30.6
B	29.9	28.8	27.4	28.7
C	26.3	26.4	23.4	25.4
2:98				
A1	28.2	28.6	26.2	27.7
A2	28.4	26.2	26.8	27.1
A3	24.4	23.4	20.6	22.8
4:96				

B1	24.8	20.4	20.4	21.9
B2	23.8	23.2	22.4	23.1
B3	23.4	20.2	24.2	22.6
6:94				
C1	22.8	20.4	23.2	22.1
C2	20.2	20.2	21.4	20.6
C3	20.8	22.6	20.2	21.2

4.3.2 Data Marshall Stability Test

Jadual 4.3 : Data hasil daripada Marshall Stability Test

Plastic Added (%)	Marshall Stability Value (kg/mm ²)	Flow value (mm)	Specific Gravity
0	1140.5	3.110	2.250
2	1176.0	3.025	2.270
4	1240.0	2.916	2.269
6	1350.0	2.818	2.268

4.4 RUMUSAN BAB

Hasil daripada dua ujian yang dijalankan iaitu Penetration Test dan Marshall Stability Test mendapati bahawa campuran plastik dan bitumen dengan nisbah 6:94 mempunyai kekuatan yang lebih tinggi berbanding 2:98 dan 4:96. Ini menunjukkan bahawa plastik boleh dijadikan bahan tambah dalam bitumen bagi meningkatkan kekuatan bitumen yang sedia ada.

BAB 5

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

5.1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini, segala perbincangan dan dapatan kajian yang telah dilakukan dalam bab-bab sebelumnya dirumuskan secara ringkas. Dalam bab ini juga, perkara yang berkaitan adalah berkenaan objektif kajian dan juga cadangan terhadap kajian juga dijalankan. Selain itu, kesimpulan telah dibuat bagi kajian ini.

5.2 PERBINCANGAN

Bagi 'Bitumen-Plastic Composite Road' ini telah diuji dari aspek ketekalan dan kestabilan melalui ujian penusukan atau 'penetration test. Ketiga-tiga sampel yang mengandungi kandungan plastik mengikut peratus yang berbeza iaitu dua peratus (2%), empat peratus (4%) dan enam peratus (6%) berdasarkan jisim keseluruhan sampel. Sampel ini telah diuji di makmal PSA.

5.3 KESIMPULAN

Objektif utama kajian ini adalah untuk menghasilkan bitumen yang dicampurkan plastik bagi mengurangkan penggunaan bitumen dan menentukan kadar plastik yang sesuai digunakan dalam campuran bitumen. Pengumpulan data dan maklumat mengenai kajian adalah melalui perjumpaan bersama pihak PSA.

5.4 CADANGAN

Bitumen yang diubahsuai adalah salah satu inisiatif yang boleh digunakan bagi mengurangkan penggunaan bitumen dan mengurangkan pembuangan sisa plastik. Selain itu, ia juga dapat mengurangkan kos pembinaan jalan kerana penggunaan bitumen yang sedikit.

Berikut merupakan cadangan-cadangan yang boleh dilaksanakan untuk mempertingkatkan kualiti bitumen yang diubahsuai:

- Menggunakan bitumen yang diubahsuai di dalam bahan binaan jalan raya yang sebenar.
- Menggantikan bahan tambah yang digunakan seperti menggantikan plastik dengan getah.
- Menukar kuantiti bahan yang terdapat dalam bitumen yang diubahsuai.

5.5 RUMUSAN BAB

Perkara yang dapat dirumuskan daripada bab ini ialah pemilihan plastik sebagai bahan tambah dalam bitumen adalah perkara yang bagus kerana ianya dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar sekaligus dapat mengitar semula plastik plastik terpakai.

RUJUKAN

- [1] ASTM D5-2006 Standard test method for Penetration of Bituminous Materials
- [2] ASTM D2726-19 / ASTM D1559-76 / ASTM D6927-15 / ASTM 6926-20 Determination of Marshall Stability & Flow Values of Bituminous Mixtures
- [3] Dhodapkar A N., (Dec. 2008), Use of waste plastic in road construction, Indian Highways, Technical paper, journal, P No.31-32.
- [4] Figure 2: (a) Dry and (b) Wet process for plastic roads manufacturing. (n.d.). ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/a-Dry-and-b-Wet-process-for-plastic-roads-manufacturing_fig5_334273283
- [5] Fengchi, X., Zhao, Y., & Li, K. (2021). Using Waste Plastics as Asphalt Modifier: A Review. *Materials*, 15(1), 110. <https://doi.org/10.3390/ma15010110>
- [6] Ebook Highway Engineering Laboratory 2021
- [7] Standard Specification for Road Works JKR/SPJ/2008-S4
- [8] Behl, A., Sharma, G., & Kumar, G. (2014). A sustainable approach: Utilization of waste PVC in asphaltting of roads. *Construction and Building Materials*, 54, 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.050>
- [9] Dr. R.Vasudevan and S. Rajasekaran, (2007) USE OF PLASTIC WASTE IN ROAD CONSTRUCTION (16 FEBRUARY 2018)
- [10] Utibe J. Nkanga, Johnson A. Joseph, Feyisayo V. Adams, Obioma U. Uche “CHARACTERIZATION OF BITUMEN/PLASTIC BLENDS FOR FLEXIBLE PAVEMENT APPLICATION”, *Procedia Manufacturing* 7(2017)PP 490-496:
- [11] *KajianPustaka.com*. (n.d.). <https://www.kajianpustaka.com/2013/01/teori-plastik.htm>
- [12] . Menaria, Y., & Sankhla, R. (2015). Use of Waste Plastic in Flexible Pavements-Green Roads. *Open Journal of Civil Engineering*, 05(03), 299–311. <https://doi.org/10.4236/ojce.2015.53030>
- [13] Amit Gawande, G. Zamare, V.C. Rengea, Saurabh Tayde, G. Bharsakale, “AN OVERVIEW ON WASTE PLASTIC UTILIZATION IN ASPHALTING OF ROADS” *Journal of Engineering Research and Studies* EISSN0976 7916 Vol. III/ Issue II/AprilJune,2012/01-05

[14] BITUMEN. (2014, July 20). <http://tanhasyani.blogspot.com/2014/07/bitumen.html>

[15] Kamprad, D. (n.d.). Are Plastic Roads Sustainable? Here Are the Facts. Impactful Ninja. <https://impactful.ninja/how-sustainable-are-plastic-roads/>

[16] . Bahari, S. (2019, December 16). Jenis-Jenis Plastik dan Penggunaannya | MajalahSains. MajalahSains | Sains & Teknologi Untuk Masyarakat. <https://www.majalahsains.com/jenis-jenis-plastik-dan-penggunaannya/>

[17] Construction of Bituminous Pavement by Using Plastic Waste Prof. Shashikant S. Manekari¹, Mr. Vinit A. Samal², Mr. Prathamesh M. Vanzare³ Mr. Shubham A. Katkam⁴, Mr. Vipul H. Vanzare⁵, Mr. Sourav G. Idap 6 09 | Sep 2020 <https://www.irjet.net/archives/V7/i9/IRJET-V7I9127.pdf>