1. **TINJAUAN PUSTAKA**
   1. **Konstruksi Perkerasan**

Konstruksi perkerasan merupakan kombinasi dari lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan yang diletakkan di atas tanah dasar dan telah dipadatkan untuk dapat memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkannya ke bagian badan jalan (03/PT/B/1983). Untuk mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar maka diperlukan ketebalan yang cukup pada konstruksi jalan. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar, umumnya terdiri dari tiga lapis atau lebih.
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton/*slab* beton (*Sukirman, Silvia. 2003*).
   1. **Aspal Porus**

Aspal porus adalah campuran beton aspal dengan kadar pasir yang rendah agar menghasilkan kadar rongga di dalam campuran yang besar. Dipergunakan untuk lapisan permukaan jalan dan selalu dihampar di atas lapisan kedap air, dipromosikan dan efektif untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada musim hujan, mereduksi percikkan air dan mempunyai kekesatan permukaan yang baik untuk kecepatan kendaraan yang tinggi. Aspal porus juga dipakai untuk mereduksi kebisingan dan kesilauan pada malam hari terutama pada permukaan jalan yang basah. Ukuran agregat maksimum dalam rentang 12 mm sampai 19 mm. Departemen perhubungan Florida mulai mengembangkan campuran gradasi terbuka tahun 1970 untuk meningkatkan keselamatan pengendara pada musim basah (Wouter dan Powel, 1976; Moreland, 1979; Page 1980).

*(Diana, IW, 2004)*

* 1. **Perkerasan Semi Lentur**

Perkerasan semi lentur adalah perkerasan yang memiliki gradasi terbuka dan sedikit sekali mengandung agregat halus. Oleh sebab itu perkerasan semi lentur memiliki pori-pori udara antara 15% - 28%. Pori-pori udara ini kemudian diisi pasta semen. Dengan demikian perkerasan ini mengkombinasikan kekuatan semen (sebagai perkerasan kaku) dan aspal (sebagai perkerasan lentur), sehingga kekuatan inilah yang membedakan dengan perkerasan konvensional lainnya. Stabilitas perkerasan semi lentur diharapkan akan bertambah besar dengan adanya penggabungan dua kekuatan tersebut (*Sundahl dan Hede*, 2002).

Perkerasan semi lentur saat ini dapat diklasifikasikan sebagai sebuah metode baru dan cukup baik dalam memecahkan masalah kerusakan perkerasan jalan raya. Penelitian di Inggris mendapatkan hasil yang cukup baik. Demikian juga para peneliti Jepang telah menerapkan perkerasan semi lentur di beberapa tempat pada jalan-jalan di lokasi khusus seperti tempat penyeberangan jalan raya, terminal bus, pintu tol, pemberhentian bus dan pelabuhan penyeberangan kapal laut. Perkerasan semi lentur mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan perkerasan konvensional biasa antara lain:

1. lebih tahan terhadap alur
2. Tidak menimbulkan efek yang menyilaukan/menyerap cahaya
3. Lebih nyaman
4. Tahan terhadap kelelehan
5. Tahan terhadap keausan (*Nakanishi H, 2001*).

Perkerasan semi lentur ini juga mengkombinasikan kualitas yang sangat baik antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur, sehingga perkerasan ini sangat tahan terhadap beban yang berat dan tahan terhadap keausan akibat beban roda (*Zoorob*, 2002).

Perkerasan semi lentur mempunyai hasil yang sangat bagus pada uji coba yang telah dilakukan dibeberapa tempat yang ada di Denmark seperti lapangan terbang, pelabuhan kapal laut, fasilitas industri dan terminal bus. Bahkan di Belanda, Jerman dan Amerika uji coba perkerasan ini juga dilakukan di lapangan udara dan pelabuhan kapal laut dengan hasil yang sangat baik (*Sundahl dan Hede*, 2002).

* 1. **Gradasi Perkerasan Semi Lentur**

Gradasi dan spesifikasi perkerasan semi lentur yang dipakai pada penelitian ini adalah seperti Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Spesifikasi Gradasi Perkerasan Semi Lentur

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Saringan**  **∅ (inchi)** | **Saringan**  **∅ (mm)** | **Lolos Saringan**  **(%)** |
| 1" | 25,4 | 100 |
| 3/4" | 19,0 | 93-100 |
| 1/8" | 12,5 | 40-70 |
| NO.4 | 4,75 | 12-30 |
| NO.8 | 2,36 | 7-20 |
| NO.30 | 0,6 | 6-14 |
| NO.50 | 0,3 | 5-12 |
| NO.100 | 0,15 | 4-8 |
| NO.200 | 0,075 | 2-6 |
| Kadar Aspal | | 4 % - 5% |

*Sumber: Hiromitshu Nakanishi, 2001.*

Tabel 2.2. Spesifikasi Properties Perkerasan Semi Lentur

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Properties** | **Highway** | **General Road** | **Satuan** |
| Tumbukan | 50 | 50 | - |
| Density | - | ≥ 1,9 | gr/cm3 |
| VIM | 21 - 25 | 20 - 28 | % |
| Stabilitas | ≥ 250 | ≥ 350 | kg |
| Flow | - | 20 - 40 | 1/10 mm |
| **Pasta semen** | **Perlakuan** | **Spesifikasi** | **Satuan** |
| Flow | - | 9 - 13 | detik |
| Kuat tekan | 20oC-7hari | 150 - 360 | kg/cm2 |
| Kuat tarik | 20oC-7hari | ≥ 20 | kg/cm2 |

*Sumber: Hiromitshu Nakanishi, 2001.*

* 1. **Aspal Buton**

Aspal alam yang tersedia di Pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar. Gandhi tahun 2002 menyebutkan bahwa di Pulau Buton terdapat sampai 650 juta ton Aspal Buton dengan kadar aspal bervariasi antara 10% sampai 30% dengan lokasi tersebar dari Teluk Sampolawa sampai Teluk Lawele sepanjang 75 kilometer di wilayah Kabupaten Muna.

Asbuton adalah sumber daya alam Indonesia berupa aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau Buton dan sekitarnya. Sifat-sifat asbuton adalah sebagai berikut:

a). *Tambang Kabungka*: penetrasi aspal renda (<10), kadar air tinggi (>10%), kadar aspal 12-20%

b). *Tambang Lawale*: penetrasi aspal normal, kadar air rendah dengan kadar aspal 25% - 30 %.

Tabel 2.3. Sifat-sifat Abuton Butir

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sifat-sifat Aspal Buton Butir** | **Metode** | **Persyaratan** |
| **20/25** |
| Kadar bitumen Aspal Buton; % | SNI 03-3640-1994 | 23-27 |
| Ukuran butir Aspal Buton |  |  |
| a. Lolos saringan no. 8 (2,36 mm); % | SNI 03-1968-1990 | 100 |
| b. Lolos saringan no. 16 (1,18 mm); % | SNI 03-1968-1990 | Min 95 |
| Kadar air; % | SNI 06-2490-1991 | Mak 2 |

*Sumber: Pusat litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian dan Pengembangan Dep. PU. 2005*

Tahun 1994 dilakukan overlay dengan asbuton micro/halus tanpa diperam langsung digelar dari AMP, malamnya terjadi hujan menyebabkan lapisan lasbutag micro tersebut rontok. Setelah digaruk dihampar kembali dengan lasbutag yang telah disubstitusi dengan aspal minyak 1,5% dan diperam selama 3-5 hari. Hasilnya terlihat bagus dan bagian campuran yang kering (pero) ditambahkan lagi aspal minyak sampai warnanya seragam (*Purnomo, 2007*).

Penambahan bitumen asbuton menjadikan aspal pen 60 menjadi lebih keras dan lebih tahan terhadap temperatur tinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya titik lembek aspal dan menurunnya angka penetrasi. Dengan melakukan pengujian *Dynamic Shear Rheometer* (DSR) untuk mengetahui ketahanan terhadap deformasi permanen dan ketahanan terhadap retak *fatigue* (lelah). Aspal yang menandung bitumen asbuton mempunyai ketahanan terhadap deformasi dan retak pada temperatur yang lebih tinggi dibanding aspal keras tanpa bitumen asbuton. Sehingga campuran aspal dengan bitumen asbuton cocok untuk iklim tropis seperti Indonesia (*Furqon Affandi, 2007*).

Tipe campuran AC-WC dengan bahan pengikat asbuton dan substitusi aspal minyak 1% - 3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, diperlukan 3% tambahan aspal minyak agar campuran dapat memenuhi seluruh persyaratan parameter campuran (VIM, VMA dan VFB) serta parameter Marshall yaitu Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (*Briana, 2008*).

Penelitian asbuton lainnya dengan tipe campuran AC-BC, dengan substitusi aspal minyak 1% dan 2%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penambahan aspal minyak minimum 2%, memenuhi persyaratan baik parameter Marshall maupun parameter campuran (*Rendra, 2008*).

Uji gelar skala penuh yang telah dilakukan di jalan masuk Laboratorium Inti Jalan Raya bekerjasama dengan Dinas Bina Marga Kabupaten Tulang Bawang dan Konsultan PT. Batu Raden (2009). Tipe perkerasan yang dicoba adalah lapis penetrasi Macadam dan Latasir. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan adanya kegagalan berupa pengelupasan lapis permukaan. Hal tersebut menunjukkan kurangnya lekatan antara asbuton dengan agregat, sehingga perlu ditambahkan aspal minyak pada kadar tertentu untuk meningkatkan kuat geser campuran asbuton.

Hasil uji gelar asbuton tahap 2 yang didanai dari hibah DIKTI (Syukur S; M. Karami, 2010), menunjukkan kinerja perkerasan jalan 3 lapis terdiri dari lapis pondasi bawah agregat klas B (tebal 20 Cm); lapis pondasi atas agregat klas A (tebal 15 Cm) dan lapis permukaan AC-WC (tebal 5 Cm). Pengamatan secara visual menunjukan hasil yang cukup baik, tetapi belum teruji dengan lintasan beban lalu-lintas yang cukup memadai.

Penelitian ini akan mengkaji lebih lanjut kinerja campuran asbuton dengan rentang penambahan aspal minyak yang lebih panjang (1% - 5%), agar diperoleh substitusi aspal minyak yang paling optimum. Disamping itu juga akan dilakukan pengujian kuat geser campuran asbuton dengan Marshall modifikasi untuk mempelajari pemanfaatan asbuton pada lokasi khusus. Lokasi khusus yang dimaksud adalah tanjakan/turunan, tikungan tajam, lampu stop dan pemberhentian bus/halte, sering mengalami kerusakan berat akibat adanya gaya geser yang besar.

* 1. **Aspal Minyak**

Aspal minyak yang digunakan adalah Aspal Keras Pen 60 dimodifikasi dengan Asbuton yang memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Persyaratan Aspal Keras Pen 60/70

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Jenis Pengujian** | **Metode** | **Persyaratan** |
| 1. | Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm | SNI 06-2456-1991 | 60 - 79 |
| 2. | Titik Lembek, °C | SNI 06-2434-1991 | 48 - 58 |
| 3. | Titik Nyala, °C | SNI 06-2433-1991 | Min. 200 |
| 4. | Daktilitas 25 °C, cm | SNI 06-2432-1991 | Min. 100 |
| 5. | Berat jenis | SNI 06-2441-1991 | Min. 1,0 |
| 6. | Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat | SNI 06-2440-1991 | Max. 0,8 |
| 7. | Penetrasi setelah penurunan berat, % asli | SNI 06-2456-1991 | Min. 54 |
| 8. | Daktilitas setelah penurunan berat, % asli | SNI 06-2432-1991 | Min. 50 |
| 9. | Kadar paraffin, % | SNI 03-3639-2002 | Maks. 2 |

*Sumber: Pusat litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian dan Pengembangan Dep. PU. 2005*

* 1. **Semen**

Semen berasal dari kata "*cement*" yang mempunyai arti pengikat/perekat. Kata *Cement* diambil dari kata "*cemenum”* yaitu nama yang diberikan kepada batu kapur yang serbuknya telah dipergunakan sebagai bahan adukan lebih dari 2000 tahun yang lain di negara Italia. Semen adalah *Hidrolic Binder* (perekat hidraulis) yaitu senyawa - senyawa yang terkandung didalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Sifat semen yaitu mengeras bila dicampur dengan air dan tidak larut dalam air.

Tabel 2.5. Syarat Fisika Semen Portland

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uraian jenis Semen Portland** | **Tipe** | | | | |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** |
| 1 | Kehalusan, sisa di atas ayakan 0,09 mm maks % berat | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | Waktu pengikatan dengan alat Vicat : |  |  |  |  |  |
|  | Awal, min menit | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
|  | Akhir, maks jam | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 3 | Waktu pengikatan dengan alat Gillmore : |  |  |  |  |  |
|  | Awal, min menit | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
|  | Akhir, maks Jam |  |  |  |  |  |
| 4 | Kekekalan : |  |  |  |  |  |
|  | Pemuaian dalam Otoklat % maks | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

*Sumber: (Laintarawan IP, dkk, 2009).*

* 1. **Pasta Semen**

Pasta semen merupakan bahan utama serta merupakan pengikat butir-butir agregat mutu massa yang kuat dan padat. Sifat pengikatan pasta semen disebabkan oleh reaksi kimia antara semen dan air (*Laintarawan IP, dkk, 2009).*

* 1. **Pengaruh Suhu dan Air Terhadap Kerusakan Jalan**

Persoalan kerusakan dini konstruksi jalan yaitu kerusakan yang lebih cepat dari perkiraan umur rencana, terjadi hampir merata diseluruh jaringan jalan di Indonesia. Beton aspal (*Asphaltic Concrete*) dari USA bergradasi menerus telah di aplikasikan di Indonesia sejak tahun 1970, tetapi tahun 1980 terjadi keluhan kerusakan permukaan (*Alligator crack*) dan langsung menjadi lubang-lubang besar. Hasil evaluasi penyebab kerusakan tersebut adalah panas matahari tropis mempercepat proses penuaan (*ageing*), sehingga aspal menjad getas dan mudah retak.

Selanjutnya dicoba teknologi *Hot Rolled Asphalt* (HRA) dari Inggris bergradasi senjang dengan kadar aspal lebih tinggi di atas 7% yang lebih tahan terhadap paparan sinar ultra violet. Tahun 1990-an timbul keluhan baru yaitu permukaan HRS mudah bergelombang dan sangat mengganggu kelancaran lalu lintas. Kemudian muncul usulan mengimpor teknologi dari Jerman yaitu *Split Mastic Asphalt* (SMA) yaitu campuran *Asphaltic Concrete* dengan penambahan serat sellulosa agar penyelimutan agregat oleh aspal lebih tebal. Namun hasil evaluasi lapangan sepanjang 400 km belum dapat mengatasi kerusakan yang terjadi dan harganya lebih mahal.

Belajar dari kegagalan tersebut Litang Jalan Departemen Pekerjaan Umum memilih mengulang kembali teknologi *Asphaltic Concrete* (AC) dengan konsep kepadatan mutlak (Soehartono, 2002). Indonesia merupakan daerah tropis dengan suhu udara pada siang hari yang ekstrim mencapai 40oC menyebabkan suhu pada perkerasan jalan mencapai 70oC – 80oC. Disamping itu juga curah hujan di Indonesia cukup tinggi dengan sistem drainase jalan yang kurang baik dapat mempercepat kerusakan perkerasan jalan. Berdasarkan hal tersebut perlu dikembangkan jenis perkerasan baru yaitu perkerasan semi lentur yang mengkombinasikan kekuatan aspal dengan semen sebagai bahan pengikat. Diharapkan jenis perkerasan ini mampu mengatasi permasalahan kerusakan jalan, karena lebih tahan terhadap pengaruh suhu dan air serta beban lalu-lintas berat.

* 1. **Faktor Air Semen (FAS)**

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya (*Laintarawan IP, dkk, 2009*).

* 1. **Rongga Dalam Campuran**

Rongga dalam campuran perkerasan semi lentur ada tiga jenis yaitu:

1. Rongga efektif berupa rongga menerus yang dapat di *grouting* dengan pasta semen.
2. Rongga semi efektif yang ada pada permukaan jalan.
3. Rongga non efektif yang terdapat di dalam campuran dan tidak dapat terisi dengan pasta semen (Gambar 2.1).

Penentuan kadar rongga total dan rongga menerus di dalam campuran perlu dihitung dengan cermat agar dapat mengestimasi volume pasta semen yang bisa dimasukkan ke dalam campuran perkerasan semi lentur.

Di Perancis prosedur standar untuk menentukan kadar rongga menerus, berdasarkan volume air yang dapat diserap oleh benda uji dibagi dengan volume benda uji dikalikan 100%. Penelitian menunjukan besarnya rongga menerus berkisar 80% - 90% dari rongga total di dalam campuran. Rencana campuran Pervious Macadams dengan kadar pasir yang rendah diperoleh kadar rongga total 25% dan kadar rongga menerus 20%. Koefisien permeabilitas tipe campuran 6/10 menurun dari 2,2 cm/detik pada umur perkerasan 3 bulan menjadi 1,8 cm/detik setelah perkerasan berumur 24 bulan *(Maruyama,1995).*

Perhitungan prosentase rongga udara dalam campuran (*Metode Archimedes*) dapat dihitung dari persamaan berikut :

**……………………… 2.1**

dimana,

Ru = rongga udara (%)

W = berat benda uji (gram)

V = Volume benda uji (cm3)

Rongga udara menerus di dalam campuran dapat diketahui dari persamaan berikut:

**………………..…………… 2.2**

dimana :

Rm = Rongga udara menerus (%)

W = Berat benda uji (gram)

Wa = Berat benda uji di dalam air (gram)

V = Volume benda uji (gram)

ζ a = Rapat massa air ( 1 gram/cm3 )

Rongga Menerus / Efektif

Rongga Non Efektif

Rongga Semi Efektif

Gambar 2.1. Bentuk rongga udara pada aspal porus *(Maruyama,1995).*

Sedangkan menurut metode Perancis berdasarkan volume air yang terserap di dalam benda uji dibagi dengan volume total benda uji dikalikan seratus persen adalah :

**……………………………………… (2.3)**

dimana :

Rmp = Kadar rongga menerus Metode Perancis (%)

Vat = Volume air yang terserap (cm3)

V = Volume total benda uji (cm3).

* 1. **Uji *Marshall***

Konsep uji *Marshall* dalam campuran aspal dikembangkan oleh *Bruce Marshall*, seorang insinyur bahan aspal bersama-sama dengan *The Mississippi State Highway Department*. Kemudian *The U.S. Army Corp of Engineers*, melanjutkan penelitian dengan intensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya, selanjutnya meningkatkan dan menambah kelengkapan pada prosedur pengujian *Marshall* dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya, kemudian distandarisasikan di dalam *American Society for Testing and Material* 1989(ASTM d-1559).

Pada percobaan ini menggunakan benda uji standar berupa sebuah cetakan yang berdiameter 101,6 mm (4 inci) dan tinggi 75 mm(3 inci). Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat *Marshall* (*Marshall Compaction Hummer*) dengan berat 4,54 kg, diameter 3.7/8 inci dan tinggi jatuh 457 mm (18 inci). Hasil uji akan menunjukkan karakteristik Marshall dan karakteristik akan dipengaruhi oleh sifat-sifat campuran yaitu : kepadatan, rongga diantara agregat (*VMA, Voids in Mineral Agregat*), rongga terisi aspal (*VFB*, *Void Filled with binder*), rongga dalam campuran (*VIM, Voids In Mix*), rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak, stabilitas kelelehan serta hasil bagi *Marshall/Marshall Quotient* (MQ) yaitu merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

Keterangan:

MQ = *Marshall Quotient, (kg/mm)*

MS = *Marshall Stability (kg)*

MF = *Flow Marshall, (mm)*

* 1. **Uji Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menekan benda uji silinder 150 mm x 300 mm standar ACI, SNI, dan kubus 150 mm x 150 mm pada standar Inggris. Benda uji yang lebih kecil dapat juga digunakan. Biasanya ukuran terkecil cetakan minimal 4 kali diameter agregat maksimum yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan alat *Compression Testing Machin (CTM)* dengan kecepatan pembebanan 0,15 Mpa/detik sampai 0,34 Mpa/detik. Adapun rumus yang dipakai untuk menentukan kuat tekan yaitu sebagai berikut:

**= P/A ............................................................2.5**



Dimana:

= Kuat Tekan silinder/kubus (N/mm2)



P = Beban yang dipikul saat runtuh (N)

A = Luas penampang silinder/kubus (mm2)

* 1. **Uji Tarik Belah *(splitting)***

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan dua cara yaitu tarik lentur dan *splitting.* Pengujian kuat tarik lentur dilakukan terhadap balok di atas dua perletakan dan dibebani dengan dua beban terpusat yang simetris. Pada serat bawah antara dua titik pembebanan akan terjadi kuat tarik maksimum yang merata. Pengujian kuat tarik splitting menggunakan benda uji silinder dengan ukuran yang sama dengan kuat tekan dengan sumbu benda uji berada diantara dua pelat mesin uji. Selanjutnya benda uji dibebani sampai terbelah, untuk mencegah terjadinya tegangan lokal pada sisi pembebanan maka disisipkan potongan triplek antara benda uji dengan pelat. Kecepatan pembebanan pada pengujian kuat tarik splitting sebesar 0,02 Mpa/detik sampai 0,04 Mpa/detik. Adapun rumus hitungan kuat tarik ini yaitu:

**ft = 2.P/ l.d.ᴫ .......................................................2.6**

Dimana:

ft = kuat tarik splitting (N/mm2)

P = beban pada saat runtuh (N)

l = panjang benda uji (mm)

d = diameter benda uji (mm)

* 1. **Hasil Penelitian Terdahulu**

Dalam penelitian *Hanssan dan Setyawan* (2002) menjelaskan formulasi pasta yang menggunakan abu silika dan abu batubara (*fly ash*) menghasilkan kekuatan yang tinggi, meningkatkan kekedapan air dan meningkatkan keawetan campuran beraspal. Dalam penelitian ini juga menjelaskan perkerasan semi lentur menghasilkan kekuatan yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan perkerasan konvensional/biasa. Disamping itu juga kandungan rongga udara setelah diberi pasta cukup kecil (kurang dari 8%) sehingga campuran beraspal cukup kuat dan awet untuk menerima beban kendaraan tanpa adanya perubahan bentuk.

*Nakanishi* (2002) telah melakukan penelitian di Jepang, juga menginformasikan bahwa perkerasan semi lentur mempunyai nilai lebih bila dibandingkan dengan perkerasan biasa. Kelebihan tersebut seperti tahan terhadap alur roda, tahan terhadap tumpahan minyak, warna perkerasan menjadi lebih cerah, lebih nyaman untuk berkendaraan dan lebih tahan terhadap keausan akibat roda kendaraan.

Penelitian yang dilakukan oleh *Setyawan* (2004), juga menunjukkan nilai *stiffnes modulus, creep stiffness* dan *fatigue* perkerasan semi lentur lebih tinggi dibandingkan dengan perkerasan konvensional. Bahan pasta adalah bahan yang digunakan untuk mengisi pori-pori udara menerus atau *continous air void* (CAV) dan pori-pori udara semi efektif yang dikandung oleh campuran beraspal. Pasta harus cukup cair (*fluid*) sehingga mampu mengalir masuk ke dalam lubang, baik secara gravitasi maupun diinjeksi (*grouting*). Selama ini pasta yang digunakan berupa campuran semen dan air. Kekuatan campuran beraspal semi lentur juga mengandalkan kekuatan pasta, maka pasta harus cukup memiliki kekuatan sehingga mampu mengikat agregat dengan kuat dan mampu menerima beban lalu lintas yang akan diterima pada saat masa layan campuran beraspal. Dalam hal itu ada persyaratan kuat tekan yang harus dimiliki oleh pasta. Untuk jalan bebas hambatan (*highway*) kuat tekan yang dipersyaratkan adalah 150 – 360 kg/cm2, sedangkan untuk jalan umum biasa (*general road*) kuat tekan yang dipersyaratkan adalah 100 – 300 kg/cm2 (*Nakanishi, 2002*).