

Analisis Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandar Udara Juanda Dengan Membandingkan Aspal Shell Dengan Aspal Pertamina

Ary Wahyudi dan Ervina Ahyudanari

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: ervina@ce.its.ac.id

Abstrak—Kondisi perkerasan lentur runway bandara di Indonesia memiliki beragam karakteristik material yang berbeda-beda dengan tipe perkerasan lentur menggunakan aspal minyak sebagai pengikat dan agregat serta filler atau pengisi campuran aspal. Kerusakan aspal yang pernah terjadi di Indonesia diantaranya adalah terkelupasnya aspal di beberapa titik di landasan Bandara Juanda, lalu kasus lain yang terjadi di Bandara Ngurah Rai, Bali yaitu terkelupasnya aspal di sekitar ujung barat landas pacu 09. Dengan contoh kasus kerusakan tersebut, studi ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan pada landasan yang berhubungan dengan karakteristik aspal. Dari hasil uji karakteristik aspal didapat untuk aspal Shell nilai penetrasi sebesar 63.2 mm, nilai titi lembek sebesar 53.2°C, nilai titik nyala dan titik bakar sebesar 302°C dan 324°C, nilai daktilitas sebesar 141.5 cm, dan nilai berat jenis sebesar 1.033 gr/m³ sedangkan hasil uji aspal Pertamina didapat nilai penetrasi sebesar 63.9 mm, nilai titik lembek 52.5°C, nilai titik nyala dan titik bakar sebesar 280°C dan 310°C, nilai daktilitas sebesar 139.5 cm, dan nilai berat jenis sebesar 1.028 gr/m³. Dibutuhkan material aspal yang memiliki karakteristik dengan kemampuan ketahanan terhadap panas sehingga mampu mempertahankan kondisi sifat rheologi, thermoplastic, dan thixotropy. Namun dari perbedaan yang kecil ini memungkinkan dilakukan studi lebih lanjut untuk mengetahui hal-hal yang mempengaruhi perbedaan ini walaupun secara kriteria aspal memiliki nilai yang sama yaitu pada kriteria penetrasi 60/70.

Kata kunci—Perkerasan lentur runway, Aspal Pertamina, Aspal Shell, Marshall Test dan Wheel Tracking Test.

I. PENDAHULUAN

RUNWAY merupakan infrastruktur yang berfungsi sebagai landasan pesawat terbang melakukan lepas landas dan pendaratan. Sebagai infrastruktur yang digunakan untuk akses utama pesawat terbang dalam melakukan pergerakan, kualitas runway diharapkan dapat memberikan kenyamanan dan keselamatan penerbangan. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif material yang mampu menghasilkan kinerja aspal beton optimum untuk runway bandara.

Aspal menjadi komponen penting dalam perencanaan perkerasan lentur. Hal ini yang menjadi salah satu sebab keberagaman karakteristik kualitas perkerasan lentur bandara di Indonesia. Aspal yang sering digunakan menjadi komposisi perkerasan lentur di Indonesia pada umumnya yaitu aspal produksi lokal atau aspal Pertamina. Dari salah satu sumber yang kami ambil menyimpulkan bahwa pada pengujian karakteristik Marshall kadar aspal optimum, campuran Laston AC-WC yang menggunakan aspal BNA Blend 75/25 memiliki karakteristik lebih baik dibanding

Laston AC/WC yang menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70 [1]. Dengan nilai MQ yang lebih rendah menunjukkan kemampuan Laston dengan aspal Pertamina kurang optimum dalam menerima beban lalu lintas, gesekan roda kendaraan pada permukaan jalan dan kemampuan menahan keausan karena pengaruh perubahan temperatur. Aspal Shell adalah salah satu produk lain yang digunakan dunia internasional sebagai bahan penyusun perkerasan aspal. Aspal Shell memiliki kualitas titik lembek yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan aspal Pertamina. Namun, apakah hal ini sangat berpengaruh pada kualitas aspal Shell dibanding aspal Pertamina.

Di sisi lain kerusakan aspal yang pernah terjadi di Indonesia diantaranya adalah terkelupasnya aspal di beberapa titik di landasan Bandara Juanda, lalu kasus lain yang terjadi di Bandara Ngurah Rai, Bali yaitu terkelupasnya aspal di sekitar ujung barat landas pacu 09. Kasus seperti ini umumnya disebabkan oleh pembebanan yang terjadi berlebihan (overload) atau panas akibat temperatur lingkungan maupun panas yang dihasilkan mesin jet. Selain itu, kerusakan aspal juga disebabkan karena terlalu tingginya viskositas aspal keras saat pencampuran dengan agregat akibat tidak berjalannya pengendalian mutu di AMP sehingga temperatur aspal tidak terkontrol. Jenis kerusakan yang sering terjadi pada laston adalah pelepasan butiran dan retak. Kondisi ini salah satu jurnal yang kami ambil yaitu pengaruh beban pesawat yang berlebih jika dibanding dengan kekuatan perkerasan, hal ini menyebabkan kondisi landasan di bandara Juanda mengalami beberapa kerusakan, seperti *cracking*, *rutting* (alur), dan pengelupasan. Kondisi seperti ini sangat diperhitungkan dalam dunia penerbangan. Salah satu standardisasi yang dilakukan adalah penggunaan material aspal dalam menyusun perkerasan lentur [2].

Dengan kondisi-kondisi di atas menjadi pertimbangan studi ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui apakah kerusakan pada landasan berhubungan dengan karakteristik aspal yang digunakan pada perkerasan tersebut dan untuk mendapatkan kualitas aspal yang optimum sebagai acuan perencanaan perkerasan lentur runway serta studi ini akan membandingkan aspal produksi lokal atau aspal Pertamina dengan aspal impor yaitu aspal Shell dengan metode FAA. Sampel yang akan diambil berasal dari spesifikasi runway Bandara Juanda, Surabaya.

II. METODE PENELITIAN

Studi ini dilakukan untuk mengetahui kualitas perkerasan lentur yang ada di landas pasu bandar udara Juanda dan melakukan perbandingan komposisi campuran aspal dengan menggunakan dua jenis pengikat yang berbeda, pengikat yang digunakan adalah aspal pertamina penetrasi 60/70 dengan aspal shell dengan penetrasi 60/70. Studi ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu :

- Mengumpulkan data skunder dari runway Bandara Juanda
- Pekerjaan persiapan dan pemeriksaan kelayakan bahan yang akan digunakan
- Pembuatan benda uji dan analisis campuran aspal

Pada tahap pertama, dilakukan pengumpulan data skunder yang didapat dari Angkasa Pura II, data tentang overlay runway Bandara Juanda.

Pada tahap kedua, dilakukan persiapan material yang akan digunakan antara lain aspal dan agregat. Setelah semua material terkumpul, maka dilakukan pengujian standar untuk mengetahui karakteristik masing-masing material. Untuk material aspal akan dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut :

- Pemeriksaan penetrasi aspal
- Pemeriksaan titik lebek aspal
- Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar
- Pemeriksaan daktilitas bahan-bahan bitumen
- Pemeriksaan berat jenis bitumen

Untuk mengetahui karakteristik dari agregat yang digunakan akan dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut :

- Berat jenis dan penyerapan agregat kasar
- Berat jenis dan penyerapan agregat halus
- Abrasi dengan mesin Los Angeles
- Analisa butiran (*Sieve Analysis*)

Setelah mendapatkan data karakteristik material yang akan digunakan, maka data yang diperoleh dibandingkan dengan spesifikasi. Jika material yang diperoleh tidak sesuai dengan standar yang ditentukan akan dilakukan pemeriksaan ulang

Pada tahap ketiga, dilakukan *mix design* sebanyak 5 jenis benda uji yang mana masing-masing benda uji memiliki kadar aspal yang berbeda. Setelah dilakukan *mix design* kemudian dilakukan uji Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, dan data lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material di Runway Bandara Juanda

Pada sub bab ini penulis akan menyajikan data skunder berupa hasil uji material aspal dan agregat yang digunakan untuk campuran aspal beton pada overlay runway Bandara Juanda, Surabaya. Hasil uji karakteristik sebagai berikut :

1) Uji Material Aspal

Data skunder yang penulis sajikan ini dilaksanakan oleh PT. Makassar Indah Graha Sarana. Pada laporan ini dilakukan beberapa pengujian diantara :

1. Uji Penetrasi
2. Uji Titik Lembek Aspal
3. Uji Titik Nyala/Titik Bakar
4. Uji Daktilitas
5. Uji Berat Jenis

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengendalikan mutu aspal agar sesuai dengan spesifikasi perencanaan.

2) Pemeriksaan Nilai Penetrasi Aspal

Metode yang digunakan dalam pemeriksaan nilai penetrasi aspal adalah metode yang berdasarkan SNI-06-2456-1991 tentang Metode Pegujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendapatkan angka penetrasi pada aspal keras atau lembek [3]. Angka penetrasi menunjukkan konsistensi aspal yang selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu aspal dan untuk pembangunan atau pemeliharaan jalan (SNI 06-2456-1991)[4]. Dari hasil uji penetrasi didapat

Tabel 1
Hasil uji penetrasi aspal eksisting

Macam Pengujian	Hasil Pengamatan			Hasil rata-rata	Keterangan
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		
Benda Uji 1	63	63	64	63.33	Satuan 0.01 mm
Benda Uji 2	63	64	65	64	
Hasil rata-rata	63.67				

3) Pemeriksaan Nilai Titik Lembek Aspal Eksisting

Pemeriksaan aspal yang mengacu pada SNI-06-2434-2011 dan ASTM D-36 ini bertujuan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C[3]. Pada dasarnya semua jenis aspal bersifat *thermoplastic*, yaitu dapat berubah sifat tergantung temperatur dimana bila dipanaskan menjadi lunak dan menjadi keras bila didinginkan. Kepekaan terhadap temperatur dapat ditunjukkan dengan nilai Indeks Penetrasi (PI)[4]. Hasil uji titik lembek aspal eksisting adalah sebagai berikut

Tabel 2
Hasil uji titik lembek aspal eksisting

Macam Pengujian	Hasil Pengamatan	Keterangan
Benda Uji 1	52.1°C	Aspal
Benda Uji 2	52.2°C	Jatuh pada Plat ke 2
Hasil rata-rata	52.1°C	

Dari hasil uji titik lembek, didapat nilai titik lembek untuk aspal eksisting sebesar 52.1°C.

4) Pemeriksaan Nilai Titik Nyala/Bakar Aspal Eksisting

Pemeriksaan aspal yang mengacu pada SNI-06-2433-2011 dan ASTM D-92 ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil minyak bumi kecuali bahan minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C[3][4]. Hasil uji menunjukkan sebagai berikut

Tabel 3
Hasil uji titik nyala/bakar aspal eksisting

Macam Pengujian	Hasil Pengamatan	Keterangan
Benda Uji 1	332°C	Terjadi Titik Nyala
Benda Uji 2	333°C	
Hasil rata-rata	333.5°C	

5) Pemeriksaan Nilai Daktilitas Aspal Eksisting

Pemeriksaan daktilitas aspal yang mengacu pada peraturan AASHTO T-51-74 bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik

tertentu. Sifat reologi daktilitas digunakan untuk mengetahui ketahanan aspal terhadap retak dalam penggunaannya sebagai lapis perkerasan[3][4].

Tabel 4

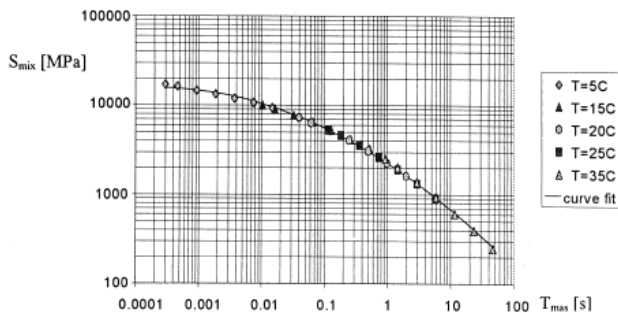
Hasil uji titik daktilitas aspal eksisting		
Macam Pengujian	Hasil Pengamatan	Keterangan
Benda Uji 1	> 100 cm	Aspal Tidak Putus
Benda Uji 1	> 100 cm	
Hasil rata-rata	> 100 cm	

B. Pengaruh Karakteristik Aspal Runway dengan Kondisi Penerbangan

Pada sub bab ini, penulis akan menyajikan hasil uji Marshall campuran aspal yang digunakan sebagai campuran pada overlay runway Bandara Juanda kemudian melakukan analisis terhadap pengaruh kondisi penerbangan saat ini. Kondisi runway saat ini sesuai dengan informasi yang diberikan oleh PT. Angkasa Pura II dalam hal ini, pengelola Bandara Juanda, menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis kerusakan yang terjadi pada runway. Jenis-jenis kerusakan pada konstruksi perkerasan di bandara tertuang pada peraturan yaitu KP 94 Tahun 2015 Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil. Maka, overlay ini dilakukan karena adanya kerusakan di runway dan umur runway yang sudah mencapai batas waktu perawatan. Kerusakan yang terjadi pada runway Juanda adalah jenis kerusakan lubang (*potholes*) dan erosi akibat *jetblast* (*jetblasterotion*).

1) Jenis kerusakan lubang atau potholes

Kerusakan lubang atau *potholes* merupakan lanjutan dari kerusakan sebelumnya yaitu retak yang tidak segera ditangani cara perbaikan kerusakan ini dengan cara melakukan pemotongan local (*patching*) secara tegak lurus yang meliputi seluruh area yang terdapat lubang hingga membentuk segi empat, kemudian diisi dengan campuran aspal panas/*hotmixasphalt* (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan [5][6]. Beban lalu lintas adalah beban berulang yang menyebabkan kelelahan pada lapisan dari struktur perkerasan [7]. Maka, salah satu kriteria desain untuk aspal beton adalah kelelahan retak. Keretakan/*cracking* inilah yang menjadi salah satu penyebab kerusakan jenis *potholes* [8]. Dalam jurnal S.M.J.G. Erkens and J.Moraal. *Cracking in Asphalt Concrete*. Delft University of Technology menuliskan bahwa terjadi deformasi pada lapisan perkerasan aspal dengan beban kontinu dengan beban 1000 MPa sebesar 0.425/mm pada temperature 20°C [8].



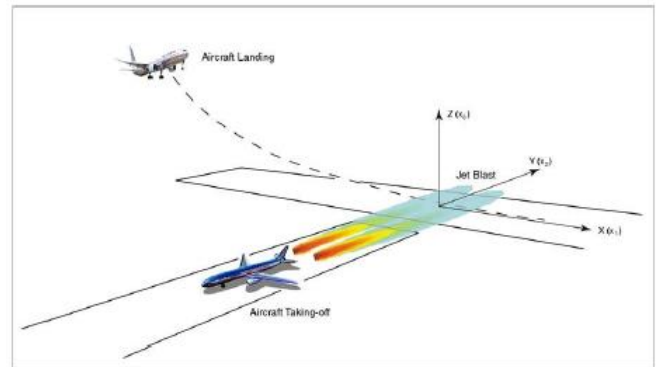
Grafik 1. Hubungan antara kekakuan dengan temperature [8]

2) Jenis kerusakan Jetblast Erotion

Jet balst adalah istilah dalam pengendalian lalu lintas udara yang mengacu pada gas kecepatan tinggi dan panas yang

dipancarkan oleh mesin jet terutama saat lepas landas [9]. Voritissitas adalah sirkulasi fluida. Aspek utama dari bahaya jet blast adalah besarnya ledakan dan area yang terkena dampak [9]. Literature yang membahas tentang pengukuran fenomena jetblast masih kecil. Secara khusus, hanya sedikit studi eksperimental yang telah selesai membahas mengenai jetblast dengan skala penuh pada tahun 1970an.

Besarnya suhu mesin jet tempur sebesar 1200°C. Ketika modern jet engine beroperasi pada dorongan level tinggi (saat take off), ledakan mesinnya bisa mencapai 325 knot setelah mesin aktif. Sedangkan untuk jenis pesawat komersial Boeing atau Airbus besarnya temperatur *jet engine* ketika kondisi *take off* sebesar 137 °C pada titik *nozzle* dan 38 °C pada daerah ujung radiasi panas dari *jet engine* [10][11].

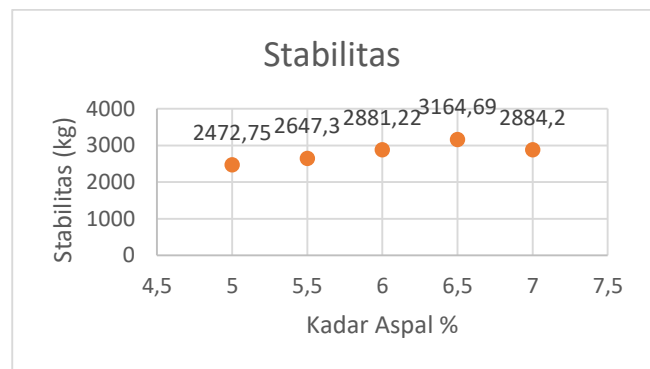


Gambar 1. Ilustrasi jetblast pada cross section runway [9]

C. Pengaruh Karakteristik Material dan Uji Marshall dengan Data Kondisi Penerbangan saat ini

1) Stabilitas vs Kerusakan lubang (potholes)

Hubungan stabilitas dengan kerusakan lubang yang terjadi di runway bandara berkaitan dengan kekuatan campuran aspal beton menerima beban. Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh bahan susun campuran beraspal panas yang dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Stabilitas campuran dalam pengujian Marshall ditunjukkan dengan pembacaan nilai stabilitas yang dikoreksi dengan angka tebal benda uji



Grafik 2. Hubungan kadar aspal dengan stabilitas

Pada grafik 4.4 ini menunjukkan bahwa pengaruh kadar /aspal terhadap perubahan nilai stabilitas tidak terlalu besar sehingga apabila dalam proses *mix design* terjadi *human error*, selama masih dalam batas rentang kadar aspal yang ditentukan sebagai kadar optimum tidak menjadi permasalahan. Kerusakan lubang atau *potholes* pada kasus ini bisa disebabkan faktor lain tapi masih berkaitan dengan

nilai stabilitas campuran seperti intensitas penerbangan yang meningkat dari tahun sebelumnya mengakibatkan pembebanan yang terjadi melebihi kemampuan rencana runway dalam menahan beban atau disebabkan umur dari aspal beton yang sudah melebihi batas rencana.

2) *Titik Lembek vs Jetblast Erosion*

Temperatur pada saat dimana aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi [3].

Tabel 5
Hasil uji titik lembek aspal eksisting

Macam Pengujian	Hasil Pengamatan	Keterangan
Benda Uji 1	52.1°C	Aspal Jatuh pada Plat ke 2
Benda Uji 2	52.2°C	
Hasil rata-rata	52.1°C	

Dari hasil uji titik lembek, didapat nilai titik lembek untuk aspal eksisting sebesar 52.1°C. Pengaruh titik lembek terkait kerusakan akibat *jet engine* pesawat berkaitan dengan perubahan sifat aspal ketika menerima panas. Titik lembek ini menunjukkan bahwa perubahan sifat *thermoplastic* aspal Shell eksisting terjadi pada suhu 52.1°C. Pada suhu ini menunjukkan perubahan sifat aspal menjadi lebih lunak sehingga dapat menyebabkan terlepasnya material dari campuran aspal pada suhu tersebut.

Di Bandara Juanda beroperasi dua jenis pesawat, yaitu pesawat militer dan pesawat komersial. Besarnya suhu mesin jet tempur sebesar 1200°C. Ketika modern jet engine beroperasi pada dorongan level tinggi (saat take off), ledakan mesinnya bisa mencapai 325 knot setelah mesin aktif. Sedangkan untuk jenis pesawat komersial *Boeing* atau *Airbus* besarnya temperatur *jet engine* ketika kondisi *take off* sebesar 137°C pada titik *nozzle* dan 38°C pada daerah ujung radiasi panas dari *jet engine*.

Dari kondisi ini, dapat disimpulkan bahwa pengaruh panas *jet engine* yang dihasilkan pesawat komersial tidak terlalu berpengaruh terhadap karakteristik aspal tetapi khusus pada titik tertentu yang dekat dengan titik *nozzle jet engine*, hal ini yang menyebabkan terjadinya *jetblast erosion* sebab panas yang dihasilkan pada titik ini mencapai 137°C sehingga dapat menyebabkan perubahan sifat aspal menjadi lunak dan terlepas dari campuran aspal beton.

D. *Pembahasan Hasil Uji Marshall*

1) *Pengaruh Kadar Aspal terhadap Nilai Kepadatan campuran AC-WC*

Nilai kepadatan menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi kepadatan adalah temperature pematatan, gradasi, kadar *filler*, energi pematat, kadar aspal, dan porositas butiran [12]. Campuran dengan kepadatan tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih tinggi. Perbandingan nilai kepadatan antara campuran AC-WC dengan menggunakan aspal pertamina dan aspal Shell dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah

Tabel 4
Perbandingan antara berat benda uji dengan kadar aspal

Benda Uji	Kadar Aspal	Berat isi benda uji	
		Aspal Shell	Aspal Pertamina
1	4.16	2.34	2.32

2	4.66	2.29	2.34
3	5.16	2.33	2.34
4	5.66	2.43	2.42
5	6.16	2.43	2.42

2) *Pengaruh Kadar Aspal terhadap nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) campuran AC-WC*

Void in Mineral Agregate (VMA) adalah rongga udara yang berada diantara partikel agregat di dalam suatu campuran beraspal panas yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. *VMA* digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran beraspal panas. Besarnya nilai *VMA* dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, jumlah tumbukan dan temperatur pematatan. *VMA* dihitung berdasarkan berat jenis *bulk* agregat dan dinyatakan sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. *VMA* dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total [12]. Hasil pengujian untuk masing-masing jenis material aspal disajikan di bawah ini

Tabel 5
Hubungan antara persen rongga agregat dengan kadar aspal

Benda Uji	Kadar Aspal	Persen rongga terhadap agregat	
		Aspal Shell	Aspal Pertamina
1	4.16	16.87	17.53
2	4.66	18.90	17.31
3	5.16	18.09	17.83
4	5.66	15.00	15.29
5	6.16	15.28	15.85

3) *Pengaruh Kadar Aspal terhadap nilai Void Filled Asphalt (VFA) campuran AC-WC*

VFA (Void Filled Asphalt), menyatakan presentase rongga udara yang terisi aspal pada campuran aspal yang telah mengalami pematatan. Nilai *VFA* ini merupakan sifat kekedapan air dan udara, maupun sifat elastis campuran. Nilai *VFA* dipengaruhi oleh beberapa factor seperti : energi, suhu pematatan, jenis, dan kadar aspal, serta gradasi agregatnya. Besarnya nilai *VFA* menentukan keawetan suatu campuran beraspal panas, semakin besar nilai *VFA* akan menunjukkan semakin kecil nilai *VFA* yang berarti rongga terisi aspal semakin banyak, oleh karena itu campuran beraspal panas akan semakin awet. Begitu sebaliknya, apabila *VFA* terlalu kecil, maka rongga yang terisi aspal akan semakin sedikit sehingga agregat yang terselimuti aspal akan tipis yang menyebabkan campuran beraspal panas tidak awet [12]. Hasil pengujian dan hubungan antara kadar aspal dengan *Void Filled Asphalt* disajikan sebagai berikut

Tabel 6
Hubungan antara kadar aspal dengan persen rongga pada aspal

Benda Uji	Kadar Aspal	Persen rongga terhadap aspal	
		Aspal Shell	Aspal Pertamina
1	4.16	55.79	53.54
2	4.66	54.73	61.23
3	5.16	64.27	65.74
4	5.66	88.71	87.11
5	6.16	94.93	91.36

4) Pengaruh Kadar Aspal terhadap Nilai Void In Mix (VIM) campuran AC-WC

VIM (Void In Mix) adalah banyaknya rongga dalam campuran yang dinyatakan dalam persentase. Rongga udara yang terdapat dalam campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisitasnya. Karena itu nilai VIM sangat menentukan karakteristik campuran. Nilai VIM dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal, dan density dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang [12]. Hasil pengujian disajikan sebagai berikut

Tabel 7

Hubungan antara kadar aspal dengan persen rongga pada campuran

Benda Uji	Kadar Aspal	Persen rongga terhadap campuran	
		Aspal Shell	Aspal Pertamina
1	4.16	7.46	8.14
2	4.66	8.56	6.71
3	5.16	6.46	6.11
4	5.66	1.69	1.97
5	6.16	0.78	1.37

5) Pengaruh Kadar Aspal terhadap Nilai Stabilitas campuran AC-WC

Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh bahan susun campuran beraspal panas yang dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Stabilitas campuran dalam pengujian Marshall ditunjukkan dengan pembacaan nilai stabilitas yang dikoreksi dengan angka tebal benda uji [12]. Hasil pengujian stabilitas Marshall disajikan pada tabel dan grafik di bawah ini

Tabel 8

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas

Benda Uji	Kadar Aspal	Stabilitas	
		Aspal Shell	Aspal Pertamina
1	4.16	2268.63	2234.26
2	4.66	1581.17	2268.63
3	5.16	1993.65	1924.90
4	5.66	1168.69	1684.29
5	6.16	1478.05	1443.68

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap dua material aspal yang digunakan sebagai material pengikat pada campuran aspal beton runway Bandara Juanda, yaitu aspal Pertamina dan aspal Shell. Didapat hasil uji yang kemudian dianalisis dan digunakan sebagai jawaban atas rumusan masalah pada studi ini. Kesimpulannya adalah sebagai berikut :

1) Karakteristik material runway Bandara Juanda

Karakteristik material ditunjukkan dengan hasil uji laboratorium, didapatkan untuk uji material aspal, nilai penetrasi aspal Shell eksisting sebesar 63.67 mm, nilai titik lembek sebesar 52.1 °C, nilai titik nyala dan titik bakar terjadi pada suhu 333.5 °C, nilai daktilitas mencapai > 100 cm, dan

nilai berat jenis sebesar 1.0332 gr/m³. Kemudian didapatkan untuk uji material agregat, nilai keausan yang didapat adalah sebesar 23.04% dari persyaratan 25%, nilai berat jenis sebesar 2.749, dan nilai abrasi sebesar 1.556.

2) Pengaruh karakteristik material terhadap kondisi eksisting runway Bandara Juanda

Setelah dilakukan uji karakteristik kemudian dilakukan uji mix design dengan menggunakan Uji Marshall, didapatkan nilai kepadatan sebesar 2.437 gr/cc, nilai VIM sebesar 3.57% pada kadar 6% dengan persyaratan VIM antara 3-4%, nilai VFA sebesar 77.32% pada kadar 6% dengan persyaratan antara 76-82%, nilai stabilitas sebesar 2881.22 lbs pada kadar 6% dengan persyaratan diatas 1800 lbs, nilai flow sebesar 3.89 mm pada kadar 6% dengan persyaratan diantara 2-4 mm, dan MQ sebesar 7.4. Dari hasil ini kemudian dilakukan analisis hubungan dengan kerusakan yang terjadi di runway Bandara Juanda, kerusakan yang terjadi berupa lubang dan pengikisan atau jetblast erosion.

Diambil kesimpulan bahwa pengaruh kadar aspal terhadap perubahan nilai stabilitas tidak terlalu besar sehingga apabila dalam proses mix design terjadi human error, selama masih dalam batas rentang kadar aspal yang ditentukan sebagai kadar optimum tidak menjadi permasalahan. Kerusakan lubang atau potholes pada kasus ini bisa disebabkan faktor lain tapi masih berkaitan dengan nilai stabilitas campuran seperti intensitas penerbangan yang meningkat dari tahun sebelumnya mengakibatkan pembebanan yang terjadi melebihi kemampuan rencana runway atau disebabkan umur dari aspal beton yang sudah melebihi batas rencana. Kemudian untuk kerusakan akibat jetblast pengaruh panas jet engine yang dihasilkan pesawat komersial tidak terlalu berpengaruh terhadap karakteristik aspal tetapi khusus pada titik tertentu yang dekat dengan titik nozzle jet engine, hal ini yang menyebabkan terjadinya jetblast erosion sebab panas yang dihasilkan pada titik ini mencapai 137 °C sehingga dapat menyebabkan perubahan sifat aspal menjadi lunak dan terlepas dari campuran aspal beton.

3) Perbandingan antara aspal Shell dengan aspal Pertamina

Didapat dari hasil uji karakteristik dan uji Marshall bahwa kualitas aspal Shell lebih baik dibandingkan dengan aspal Pertamina, hal ini terlihat dari beberapa hasil pengujian, seperti nilai penetrasi aspal Shell sebesar 63.2 mm dan aspal Pertamina 63.9 mm berarti aspal Shell memiliki sifat lebih kaku dibandingkan aspal Pertamina hal ini mempengaruhi nilai stabilitas aspal beton ketika menerima beban. Nilai titik lembek aspal Shell sebesar 53.5 °C sedangkan nilai titik lembek aspal Pertamina sebesar 52.5 °C hal ini menunjukkan bahwa aspal Pertamina lebih mudah mengalami perubahan sifat saat menerima panas. Nilai daktilitas aspal Shell sebesar 142mm sedangkan aspal Pertamina sebesar 139 mm. Nilai berat jenis aspal Shell sebesar 1.033gr/m³ sedangkan aspal Pertamina sebesar 1.028gr/m³. Nilai titik nyala dan titik bakar aspal Shell mencapai 302 °C dan 324 °C, sedangkan untuk aspal Pertamina adalah 280 °C dan 310 °C. Hal tersebut memungkinkan aspal Pertamina memiliki kepekaan terhadap suhu yang lebih besar disbanding aspal Shell. Maka, secara keseluruhan aspal Shell memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan aspal Pertamina untuk memenuhi spesifikasi dan kondisi runway Bandara Juanda

B. Saran

Pada studi ini terdapat beberapa saran untuk melengkapi agar studi ini memiliki dasaran yang lebih kuat, diantaranya sebagai berikut :

- a. Pada studi selanjutnya disajikan uji ekstraksi dari benda uji yang telah dibuat. Diharapkan dengan adanya uji ekstraksi dapat mengupas lebih detail karakter masing-masing material aspal.
- b. Dilakukan pembahasan terkait biaya yang diperlukan sehingga diperlukan perbandingan biaya yang dibutuhkan apabila memilih material yang akan digunakan sebagai campuran aspal beton.
- c. Adanya pembahasan tentang modifikasi yang harus dilakukan agar aspal Pertamina bisa menyeimbangi karakteristik aspal Shell.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Leily, "Kinerja Aspal Pertamina Pen 60/70 Dan Aspal Bna Blend 75/25 Pada Campuran Aspal Panas Ac-Wc," *Tek. Sipil Polines*, 2013.
- [2] T. Hary, "Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (Runway,Taxiway,Apron) Bandara Juanda Dengan Metode Perbandingan ACN-PCN," *Tek. Sipil ITS*, 2015.
- [3] S. Silvia, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova Publisher, 1999.
- [4] Gavirariesa Tiara, "Pengaruh Temperatur terhadap Penetrasi Aspal Pertamina dan Aspal Shell," *Jur. Tek. Sipil Itenas*, 2015.
- [5] K. H. K, "Low-Temperature Cracking: Field Validation of the Thermal Stress Restrained Specimen Test," *Civ. Eng. Oregon State Univ.*, 1994.
- [6] S. Abu, "Crack Survey, Crack Repair Methodology and Overlay Design for Rehabilitation of a Runway Pavement," *Civ. Eng. Bangladesh Univ. Eng.*, 2005.
- [7] D. C. Bertrand, *Applying Take Off Thrust on Unsuitable pavement Surface may hae Hidden Dangers*. France: Aircraft Operation, 2004.
- [8] E. S. M. J. . and J. Moral, "Cracking in Asphalt Concrete," *Civ. Eng. Delft Univ. Technol.*, 1996.
- [9] S. P. E, *An Operational Model for the Prediction of Jet Blast*. Cambridge: Transportation Systems Center.
- [10] Airbus, *Airplane Characteristics for Airport Planning*. France, 2012.
- [11] Boeing, *Airplane Characteristic for Airplan Planning*. America, 2013.
- [12] M. Faqih., "Efek variasi Kadar Bitumen terhadap Kinerja Marshall Laboratorium dengan Menggunakan Agregat Bantak," *Tek. Sipil UNY*, 2012.