



EVALUASI PROPERTI MARSHALL TERHADAP MUTU ASPAL BETON LAPANGAN PADA RUNWAY BANDARA YOGYAKARTA INTERNATIONAL AIRPORT

Oleh : Suryanto¹ , Nurokhman¹

Email surnandan@gmail.com; nurokhman.jogja@gmail.com

Abstrak. Pada pekerjaan runway Bandara YIA dengan lapis perkerasan aspal beton ACBC dan lapisan aus ACWC merupakan konstruksi penting dalam mendukung beban pesawat untuk landing dan take off yang harus sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam penentuan kadar aspal yang akan berpengaruh pada kepadatan lapisan ACBC dan lapisan ACWC telah dilakukan pengujian Marshall di laboratorium untuk mendapatkan formula yang tepat agar hubungan kadar aspal dan kepadatan lapisan laston sesuai yang diharapkan. Studi bertujuan mengetahui hasil parameter pepada ngujian Marshall lapisan ACBC dan lapisan ACWC di laboratorium, menganalisis hasil pengujian pekerjaan lapisan perkerasan aspal beton sesuai dengan standar spesifikasi teknis yang ditentukan, menganalisis pengaruh property pengujian Marshall terhadap tebal lapisan coredrill, mutu kadar aspal dan kepadatan laston. Metode penelitian dengan sumber data primer pengamatan langsung di laboratorium PT. ADP dan laboratorium Politeknik Negeri Semarang dan lokasi proyek serta data sekunder laporan pengujian runway pada tahap job mix design, trial dan penghamparan di lokasi runway Bandara YIA dari PT. Angkasa Pura dengan kontraktor PT. PP KSO dan Konsultan PMCC PT. Tata Guna Patria.

Dari hasil penelitian pelaksanaan pekerjaan lapisan runway sebagai landasan pacu pesawat di Bandara YIA dilakukan sesuai procedure dan spesifikasi yang tercantum pada Rencan Kerja dan Syarat-syarat serta peraturan lain yang berlaku. Bahan laston berupa aspal penetration grade 60-70, agregat quarry Kokap Kulon Progo mempunyai abrasi 12,52%, kekekalan 0,14%, nilai setara pasit 98,17%, partikel pipih 9,71%, dan pada pasir kadar lumpur 1,83% memenuhi persyaratan. Hasil pengujian trial mix design dengan kadar aspal 4,5% sampai dengan 6,5% berat jenis aspal 1,03 gr/cm³ diperoleh penyerapan aspal 0,893% dan kadar aspal efektif aspal 4,757%. Properti Marshall AC-WC diperoleh Stabilitas 1400 kg, flow 3,30 mm, VIM 4,00 %, VFB 77,0 %, Berat Jenis Campuran 2,280 gr/ml, VMA 17,40 %, Kadar Aspal Efektif 5,198%, Kadar dan Aspal optimim 6,11%. Dari hasil pengujian ketebalan ACWC dengan core drill pada badan runway menunjukkan tebal 5,20 - 7,40 cm telah memenuhi syarat batas tebal ACWC yaitu 4,70. Untuk ACBC yang dilakukan dalam 2 layer menunjukkan tebal rata-rata layer 1 sebesar 8,2 cm dan tebal rata-rata layer 2 sebesar 6,4 cm sehingga tebal total lapisan ACBC sebesar 14,6 cm yang berada pada minimum 12,6 cm dan hasil pengujian dengan coredrill tercapai kepadatan 99,3%.

Kata-kata Kunci: Yogyakarta International Airport , runway, aspal beton, Marshall, coredrill.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam konfigurasi bandar udara, landasan pacu (*runway*) merupakan bagian penting untuk kedatangan dan tinggal landas pesawat yang harus memberikan keamanan dan kenyamanan yang memadai bagi penumpang. Landas pacu berupa lapis perkerasan yang disiapkan untuk pesawat melakukan kegiatan pendaratan dan tinggal landas meliputi perkerasan yang secara struktural cukup untuk mendukung beban pesawat yang dilayaninya. Untuk itu pekerjaan landasan pacu harus memenuhi persyaratan yang telah diatur dalam spesifikasi pekerjaan. Secara umum konstruksi landasan pacu yang terdiri atas lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, lapis laston antara, dan lapis aus permukaan.

1) adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

59 Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yogyakarta International Airport (Suryanto , Nurokhman)

Pekerjaan konstruksi yang telah dilakukan oleh PT. Pembangunan Perumahan (PP)-KSO menargetkan runway sepanjang 3.250 meter dengan lebar sampai 75 meter harus memenuhi persyaratan teknis maupun persyaratan operasional yang telah ditentukan oleh ICAO (International Civil Aviation Organization) yang tertuang dalam Annex 14 dari konvensi Chicago. Dalam pelaksanaan pekerjaan lapis perkerasan aspal beton (laston) sebagai lapis konstruksi jalan landasan pacu telah direncanakan berdasarkan peraturan yang berlaku dan spesifikasi yang disetujui. Karakteristik campuran beton aspal yang perlu harus dimiliki adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (skid resistance), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (workability). Keawetan (durabilitas) lapis keras jalan untuk mencegah terjadinya perubahan pada bitumen, kehancuran agregat, dan mengelupasnya selaput aspal pada batuan agregat. Dengan pemanfaatan jalan maka faktor eksternal yang mempengaruhi durabilitas adalah cuaca, air, suhu udara dan keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan. Aspal harus memiliki kelenturan atau fleksibilitas untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/settlement) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Dalam pekerjaan aspal beton faktor workability juga penting agar memiliki kemampuan mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

Dalam pengujian Marshall bertujuan untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan, antara lain untuk mendapatkan parameter aspal seperti stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA dan VFA. Dari hasil parameter tersebut akan berpengaruh pada saat campuran dan pekerjaan di lokasi meliputi komposisi campuran, suhu, kadar aspal, berat jenis laston, dan ketebalan laston. Pengendalian mutu laston tersebut baik dalam perencanaan atau pelaksanaan harus dilakukan. Pada pekerjaan runway Bandara YIA dengan lapis perkerasan aspal beton ACBC dan lapisan aus ACWC telah diuraikan dalam Spesifikasi Umum Proyek.

1.2. Perumusan Masalah

Pekerjaan runway Bandara YIA merupakan konstruksi penting dalam mendukung beban pesawat untuk landing dan take off yang harus sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam penentuan kadar aspal yang akan berpengaruh pada kepadatan lapisan ACBC dan lapisan ACWC telah dilakukan pengujian Marshall di laboratorium untuk mendapatkan formula yang tepat agar hubungan kadar aspal dan kepadatan lapisan laston sesuai yang diharapkan. Bagaimana hasil hubungan parameter property Marshall laston di laboroatorium terhadap mutu laston di lapangan seperti tebal lapisan, kadar aspal dan kepadatan lapisan aspal beton runway, hal inilah permasalahan yang mendasari penelitian.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tentang Pengaruh Properti Pengujian Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara YIA adalah mengetahui hasil parameter pepada ngujian Marshall lapisan ACBC dan lapisan ACWC di laboratorium, menganalisis hasil pengujian pekerjaan lapis perkerasan aspal beton sesuai dengan standar spesifikasi teknis yang ditentukan dan menganalisis pengaruh property pengujian Marshall terhadap tebal lapisan coredrill, mutu kadar aspal dan kepadatan laston.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Bandara Udara

Menurut Annex 14 dari ICAO (International Civil Aviation Organization) : Bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat. Bandar udara (airport) merupakan infrastruktur transportasi untuk pesawat terbang seperti pesawat udara dan helikopter dapat lepas landas dan mendarat. Suatu bandar udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landasan pacu atau helipad (untuk pendaratan helikopter), sedangkan untuk bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunaannya seperti bangunan terminal dan hanggar. Menurut PT (Persero) Angkasa Pura I definisi bandar udara adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat. Dengan berbagai fasilitas ditambahkan seperti tokotoko, restoran, pusat kebugaran, dan outlet perdagangan lainnya. Konfigurasi Bandar udara adalah jumlah dan arah (orientasi) dari landasan serta penempatan bangunan terminal termasuk lapangan parkirannya yang berkaitan dengan landasan itu. Jumlah landasan tergantung pada, volume lalu lintas, dan orientasi landasan tergantung kepada arah angin dominan bertiup, namun luas tanah juga berpengaruh bagi pengembangan.

2.2. Runway

2.2.1. Fasilitas Landas Pacu (runway)

Landas pacu (runway) adalah suatu bidang persegi panjang tertentu di dalam lokasi Bandar udara yang berupa suatu perkerasan yang disiapkan untuk pesawat melakukan kegiatan pendaratan dan tinggal landas. Elemen dasar runway meliputi perkerasan yang secara struktural cukup untuk mendukung beban pesawat yang dilayaninya. Untuk penyelenggaraan sebuah landas pacu dapat memiliki konfigurasi tertentu yaitu : • Runway tunggal , • Runway sejajar , • Runway berpotongan , • Runway bersilangan , • Runway dengan konfigurasi open V

Pembuatan sebuah landas pacu harus memenuhi persyaratan teknis maupun persyaratan operasional yang telah ditentukan oleh ICAO (International Civil Aviation Organization) yang tertuang dalam Annex 14 dari konvensi Chicago. Dipandang dari aspek keselamatan persyaratan yang bersifat mutlak dan harus dipenuhi dalam perencanaan Bandar udara, yaitu:

1. Persyaratan teknis Kemiringan slope yang terdiri dari Kemiringan memanjang efektif maximum 1% dan kemiringan melintang efektif maximum 1,5% . Jarak perubahan antar kemiringan /slope runway, minimum 45m, disarankan jarak direncanakan 100-300 m, agar tidak bergelombang, perubahan kemiringan lebih halus (smooth) dan nyaman.
2. Persyaratan operasional, Sudut pendaratan pesawat udara natar lain 2% untuk pesawat udara jenis jet, 4% untuk pesawat udara jenis baling-baling. Bidang transisi (transisional slope) antar lain 1:7 untuk pesawat udara jenis jet dan 1:5 untuk pesawat udara jenis baling-baling. Bidang batas halangan (obstruction limitation surface) merupakan ruang udara diatas Bandar udara yang dikontrol Bandar udara, tempat pesawat udara menunggu giliran untuk mendarat.

2.2.2. Dasar Desain Runway

Dalam perencanaan landasan pacu (runway) bebrapa faktor dasar yang menjadi pertimbangan runway adalah: 1. Azimuth landas pacu guna penulisan Nomor Landas Pacu, 2. Panjang landas pacu. , 3. Lebar landas pacu., 4. Perencanaan tebal perkerasan landas pacu. 5. Kemiringan melintang dan memanjang landas pacu. 6. Jenis kekerasan landas pacu. 7. Kekuatan dan daya dukung landas pacu. Disamping memenuhi persyaratan teknis dan operasional juga harus mempunyai suatu nilai yang menyatakan karakteristiknya yaitu : 1.

Daya dukung/bearing capacity diuji dengan alat HWD; 2. Kekesatan/skid resistace diuji dengan MU meter, grip tester; 3. Kekerasan/roughness diuji dengan alat profilometer; 4. Kerataan diuji dengan alat NAASRA

2.2.3. Perkerasan Runway

Perkerasan runway secara umum sama dengan perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik kearah horizontal maupun vertical dan akhirnya meneruskan beban ketanah dasar (*subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan. Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan yang dituntut. Untuk itu dalam perencanaan jalan perlu ditimbang oleh beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fungsi pelayanan jalan tersebut, seperti fungsi jalan, kinerja perkerasan, umur rencana, lalu lintas yang merupakan beban dari perkerasan jalan, sifat tanah dasar, kondisi lingkungan, sifat dan jumlah material yang tersedia dilokasi yang akan dipergunakan sebagai bahan lapis perkerasan, dan bentuk geometric lapisan perkerasan.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013 Bina Marga, jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain struktur perkerasan baru terdiri atas : Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli; Struktur perkerasan pada timbunan; dan Struktur perkerasan pada galian. Berdasarkan bahan pengikatnya, perkerasan dibagi menjadi 3 bagian yaitu Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), dan Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*). Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah bagaimana cara struktur tersebut melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*Subgrade*). Perkerasan kaku mampu menyebarkan beban pada tanah dasar dengan daerah penyebaran luas, sehingga tekanan yang diterima tanah dasar persatuan luas akibat beban lalu lintas menjadi sangat kecil. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan kaku dapat ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusunan yang berarti maniki mutu beton semennya. Berbeda dengan perkerasan kaku, pada perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, sehingga kemampuan untuk melimpahkan beban lalu lintas ketanah dasar tergantung dari sifat-sifat penyebaran beban oleh masing-masing lapisan. Berdasarkan kenyataan diatas maka kekuatan dari jenis perkerasan lentur ini ditentukan oleh kekuatan dari jenis perkerasan lentur ini ditentukan oleh kekuatan bahan penyusunnya, tebal masing-masing lapisan dan kekuatan tanah dasarnya.

2.3. Jenis Campuran Beraspal

Jenis campuran beraspal antara lain *Stone Matrix Asphalt (SMA)*, Lapisan Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*), dan Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete, AC*).

2.3.1. Lapisan Aspal Beton

Lapisan aspal beton, adalah suatu lapisan pada konstruksi jala raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Material agregatnya terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filer* yang bergradasi baik yang dicampur dengan *penetration grade* aspal. Kekuatan yang di dapat terutama berasal dari sifat mengunci (*interlocking*) agregat dan juga sedikit dari mortar pasir, *filer*, dan aspal. Berdasarkan fungsinya aspal beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sebagai lapis permukaan (lapis aus) yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis dibawahnya dari rembesan air dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*.
- b. Sebagai lapis pengikat dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*.

- c. Sebagai lapis pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Base (AC-BASE)*

2.3.2. Karakteristik Campuran Beraspal

Menurut Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Durabilitas lapis keras jalan adalah kemampuan untuk mencegah terjadinya perubahan pada bitumen, kehancuran agregat, dan mengelupasnya selaput aspal pada batuan agregat. Faktor eksternal yang mempengaruhi durabilitas adalah cuaca, air, suhu udara dan keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. *Workability* adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

2.3.3. Aspal Hotmix (P-401)

Campuran aspal panas, adalah suatu kombinasi pencampuran antar agregat bergradasi rapat yang berisi agregat kasar, halus, dan *filer* sebagai komposisi utama kemudian ditambahkan aspal sebagai bahan pengikat. Dalam pembuatan aspal panas, terlebih dahulu agregat dan aspal yang digunakan dipanaskan. Fungsi dari pemanasan ini adalah agar memudahkan dalam pelaksanaan pencampuran. Sebagai mana kita ketahui, aspal dalam kondidisingin memiliki sifat fisik yang relatif kaku, sehingga untuk mencairkan perlu dipanaskan terlebih dahulu pada suhu tertentu barulah dicampurkan dengan agregat. Menurut RKS Perkerasan Proyek YIA (2020), disebutkan prosentasi berat aspal yang dipergunakan pada campuran aspal hotmix harus berdasarkan hasil analisa saringan agregat dan percobaan campuran sebagaimana yang termuat dalam *Job Mix Formula*. Jenis spesifikasi dan suhu campuran untuk aspal adalah *Penetration grade 60 – 70*, *Spesification ASTM D 946* atau *ASTM D6373 Performance Grade*, Kadar Parafin kurang dari 2 % , *Mixing Temperature* ditentukan berdasarkan tes *viscositas* atau biasanya 150° C - 160° C

2.3.4. Volumetrik Campuran Aspal Beton.

Volumetrik campuran beraspal yang dimaksud adalah volume benda uji campuran yang telah dipadatkan. Komponen campuran beraspal secara volumetrik tersebut adalah: Volume rongga diantara mineral agregat (VMA), Volume bulk campuran padat, Volume campuran padat tanpa rongga, Volume rongga terisi aspal (VFA), Volume rongga dalam campuran (VIM), Volume aspal yang diserap agregat.

1. VIM (*Voids In Mix*) . *Voids In Mix* atau disebut juga rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran dalam persen. Rongga udara yang dihasilkan ditentukan oleh susunan partikel agregat dalam campuran serta ketidakteraturan bentuk agregat. Rongga udara merupakan indikator durabilitas campuran beraspal sedemikian sehingga rongga tidak terlalu kecil atau terlalu besar.
2. Rongga pada campuran agregat (VMA). Rongga pada campuran agregat adalah rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan serta aspal efektif yang dinyatakan dalam persentase volume total campuran. Agregat bergradasi menerus memberikan rongga antar butiran VMA yang kecil dan menghasilkan stabilitas yang tinggi tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil menyebabkan aspal menyelimuti agregat

terbatas, sehingga menyebabkan lapisan perkerasan tidak kedap air jadi oksidasi mudah terjadi dan menyebabkan terjadinya kerusakan.

3. Void Filled with Asphalt (VFA) . Rongga terisi aspal / *Void Filled with Asphalt* (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat VMA yang terisi oleh aspal, tetapi tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

2.4. Pengujian Marshall

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan. Pengujian ini meliputi pengukuran stabilitas dan alir (flow) dari suatu campuran aspal dengan agregat. Pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall, yang dikembangkan pertama kali oleh Bruce Marshall dan dilanjutkan oleh *U.S. Corps Engineer*. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22.2 KN (=5000 lbf) dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (=10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (=6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (flow) yang dinyatakan dalam kilogram. Alir (flow) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban yang dinyatakan dalam mm.

i. Derajat Kepadatan Asphalt Concrete

Konstruksi perkerasan jalan adalah suatu lapisan agregat yang dipadatkan dengan atau tanpa lapisan pengikat diatas lapisan tanah pada suatu jalur jalan. Apabila konstruksi perkerasan direncanakan menggunakan lapisan pengikat, maka lapisan pengikat yang umum digunakan adalah lapisan aspal atau semen. Dengan adanya konstruksi perkerasan jalan, maka badan jalan akan terlindung dari kerusakan terutama yang disebabkan oleh air dan beban lalu lintas dimana konstruksi perkerasan jalan akan memperkuat daya dukung tanah dasar yang melemah akibat air. Selain itu lapisan-lapisan pada konstruksi perkerasan jalan juga akan membantu lapisan tanah dasar sehingga beban yang diterima lapisan tanah dasar tidak terlalu besar. (Silvia Sukirman, 1992).

Berdasarkan lapisan-lapisan tersebut untuk syarat kepadatan Syarat kepadatan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 adalah 98%. Untuk mencari nilai derajat kepadatan kita dapat mengambil sample dilapangan dengan cara *Core drill*. Selain untuk menguji kepadatan lapangan, *core drill* dilakukan untuk mengetahui tebal perkerasan sehingga dapat diketahui tebal lapangan sesuai dengan kontrak atau tidak. Selanjutnya sampel diuji di laboratorium untuk mendapatkan kepadatan campuran aspal. *Core drill* lakukan pada lapisan AC-Base, AC-BC, dan AC-WC. Untuk tebal AC-Base yaitu 7,5 cm dengan toleransi 0,5 cm , tebal AC-BC yaitu 6 cm dengan toleransi antara 2-10 cm. Toleransi pada AC-BC lebih banyak karena terdapat pekerjaan AC-BC *Levelling*. Sedangkan tebal AC-WC 4 cm dengan toleransi 0,3 cm. Apabila kurang dari tebal yang ditentukan maka pekerjaan bisa tidak dibayar, sedangkan apabila melebihi tebal yang ditentukan maka dibayar sesuai dengan ketentuan tebal. Syarat kepadatan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 adalah 98% sehingga hasil kepadatan lapangan tersebut memenuhi syarat. Untuk nilai berat jenis laboratorium didapat dari *Job Mix Formula* (JMF) dengan cara yang sama.

ii. Pengujian Tebal Lapisan dan Toleransi

Tebal setiap lapisan campuran beraspal bukan perata harus diperiksa dengan benda uji "inti" (core) perkerasan yang diambil oleh Penyedia Jasa sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan. Benda uji inti (core) paling sedikit harus diambil dua titik pengujian per penampang melintang per lajur dengan jarak memanjang antar penampang melintang yang diperiksa tidak lebih dari 100 m. Kecuali pada pekerjaan tambal sulam tidak diperlukan pengambilan benda uji "inti" (core) untuk pengukuran dan pembayaran. Tebal aktual hamparan lapis beraspal di setiap segmen, didefinisikan sebagai tebal rata-rata yang memenuhi syarat toleransi yang

ditunjukkan pada Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018 Pasal 6.3.1.(4).(g) dari semua benda uji inti yang diambil dari segmen tersebut. Tebal setiap titik dari masing-masing jenis campuran beraspal bukan perata tidak boleh kurang dari tebal rancangan yaitu Laston Lapis Aus (ACWC) tidak lebih dari $\pm 3,0$ mm dan Laston Lapis Antara (ACBC) tidak lebih dari $\pm 4,0$ mm

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Proyek Pembangunan Infrastruktur Bandara Baru di Kulonprogo Kulonprogo, DI Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 dan 2021 dengan owner PT. Angkasa Pura Airport. Dalam penelitian digunakan data primer dan data sekunder. Data primer diambil berdasarkan hasil survey ke lokasi untuk memastikan mengetahui lokasi kegiatan. Data sekunder diambil dari rekanan konsultan berupa dokumen proyek seperti gambar pelaksanaan, Rencana Kerja dan Spesifikasi, Laporan pengujian, dan data sekunder dari referensi peraturan dan jurnal ilmiah sebelumnya. Data umum Pekerjaan Runway Bandara Yogyakarta International Airport (YIA) sebagai berikut:

Nama Paket : Pembangunan Infrastruktur Bandara Baru di Kulonprogo Kulonprogo, DI Yogyakarta
Pemilik (owner): PT. Angkasa Pura Airports
Konsultan MK: PT. tata Guna Patria KSO PT. Ciriayasa Bluevision TGP
Kontraktor: PT. Pembangunan Perumahan (PP) KSO

Pengumpulan data merupakan salah satu langkah dalam penelitian dan menyelesaikan penelitian. Data penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan aspal beton untuk pekerjaan jalan. Data yang diperlukan dalam evaluasi ini adalah Perencanaan pelaksanaan (asbuild drawing), Data Quality (pengujian), Data Job Mix Design (JMD), DAN Rencana Kerja dan Spesifikasi (RKS)

Untuk mengevaluasi pelaksanaan pekerjaan runway aspal beton maka sangat penting dukungan data pengujian laboratorium seperti Job Mix Design (JMD), Job Mix Formula (JMF), pengujian lapangan seperti sandcone, core drill dan pelaksanaan penggelaran aspal beton. Analisis difokuskan pada permasalahan yang telah dimuat dalam pendahuluan untuk mempertajam kesesuaian tujuan penelitian. Analisis mengacu pada referensi dan formula yang diuraikan dalam Bab Tinjauan Pustaka.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

4.1.1. Data Umum dan Teknis Bandara YIA

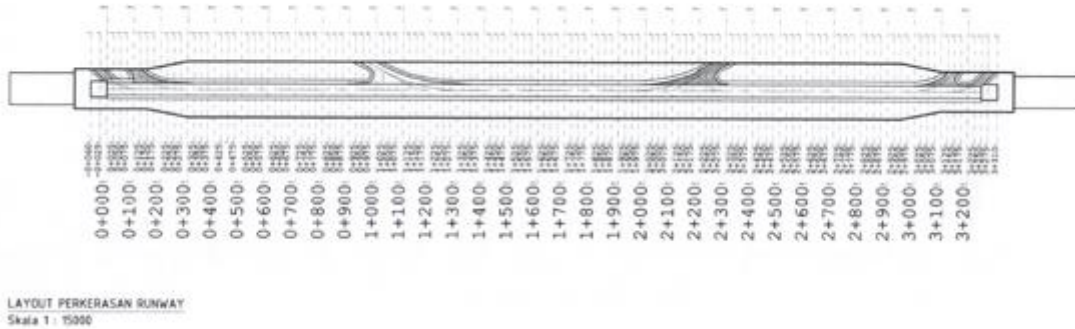
Bandara Adisutjipto yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai bandara strategis kapasitas landside & airside bandara Adisutjipto saat ini sudah tidak dapat menampung trafik yang ada. Berdasarkan Dokumen Angkasa Pura I (2019) disebutkan bahwa Bandara Adisutjipto merupakan enclave civil sehingga runway digunakan bersama dengan TNI-AU dimana hal ini mengakibatkan adanya limitasi untuk penerbangan komersial. Runway yang ada sepanjang 2.250 m tidak dapat diperpanjang dikarenakan adanya obstacle di sisi barat yaitu adanya Jembatan Janti, sungai dan obstacle di sisi Timur yaitu Gunung Boko (masalah pada isu keselamatan udara). Terminal existing hanya dapat menampung 1,72 juta pax/tahun sedangkan trafik penumpang sudah mencapai 7,8 juta pax/tahun (Tahun 2017). Bandara existing tidak dapat dikembangkan mengikuti pertumbuhan jumlah trafik yang ada karena keterbatasan lahan.

Dengan alasan diatas maka pemerintah telah memutuskan Pembangunan Bandara Yogyakarta International Airways (YIA) Kulonprogo yang merupakan salah satu target percepatan infrastruktur bandara skala internasional yang dimulai sejak tahun 2018 dan diharapkan selesai berfungsi pada tahun 2020. Pemilihan lokasi di dekat Pantai Glagah

Kulonprogo telah dilakukan beberapa simulasi oleh berbagai pihak dengan beberapa kriteria, dan khususnya permasalahan lahan yang luas dan minim resiko pembebasan menjadi pertimbangan pemerintah.

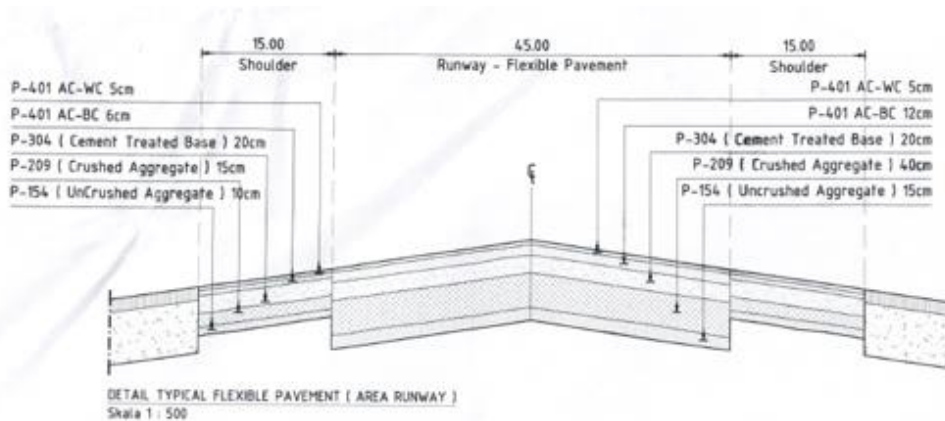
4.1.2. Data Teknis Perkerasan Jalan Peswat

Berdasarkan data PT. Angkasa Pura I (2019), perkerasan jalan antara lain runway, rapid exit taxiway, holding bay, parallel taxiway, apron, dan exit taxi way.



Gambar 1. Denah Perkerasan Runway Bandara YIA

Dari gambar perkerasan runway sepanjang mulai dari STA 0+000 sampai dengan STA 3+200 m lebar 45 m, bahu runway kiri kanan lebar 15 m merupakan jenis perkerasan dengan permukaan flexible.



Gambar 2. Penampang Rencana Runway

Sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan pada gambar rencana maka ketebalan lapisan perkerasan jalan runway seperti pada tabel dibawah.

Tabel 1. Rencana Tebal Perkerasan Runway

Kode	Lapisan	Tebal (cm)
P-401	AC – WC	5
P-401	AC – BC (2 layer)	12
P-301	Cement Tread Base	20
P-154	UnCrushed Aggregate	40
P-209	Crushed Aggrrgate	15

Tebal perkerasan aspal beton lentur ACWC 5 cm dan perkerasan keras ACBC (2 layer) 12 cm, lapis Pondasi *Cement Tread Base* (CTB) 20 cm, Lapis Pondasi *Uncrushed Aggregate* 40 cm dan Lapis Pondasi *Crushed Aggregate* 15 cm.

4.2. Aspal

Jenis aspal yang digunakan untuk pekerjaan Lapisan Runway sesuai dengan kondisi iklim di Indonesia adalah AC 60/70 setara eks impor dalam kemasan drum. Prosentasi berat aspal yang dipergunakan pada campuran aspal hotmix harus berdasarkan hasil analisa saringan agregat dan percobaan campuran sebagaimana yang termuat dalam *Job Mix Formula* yang telah disetujui oleh Direksi dan Pengawas Pekerjaan. Jenis spesifikasi dan suhu campuran untuk aspal adalah sebagai berikut :

- *Penetration grade* 60 – 70
- *Spesification* ASTM D 946 atau atau ASTM D6373 *Performance Grade*
- Kadar Parafin kurang dari 2 %
- *Mixing Temperature* ditentukan berdasarkan tes *viscositas* atau biasanya 150° C - 160° C.
- Dari hasil pengujian aspal bitumen penetration 60-70 dengan densitas 1,03

4.3. Agregat

Abu batu, agregat berupa batu pecah diameter 0,5-1 dan diameter 1-2 berasal dari hasil mesin pemecah batu dengan quarry Kokap Kabupaten Kulon Progo. Parameter yang diuji untuk agregat kasar yaitu keausan (abrasi), kekekalan (soundness), nilai setara pasit (sand equivalent) dan partikel pipih. Sedangkan pada pasir parameter yang diuji kadar lumpur, nilai setara pasit (sand equivalent), material lolos saringan nomor 200, indeks plastisitas, dan liquid limit. Dari hasil pengujian diperoleh agregat kasar quarry Kokap Kulonprogo mempunyai keausan (abrasi) 12,52% (<25%), kekekalan (soundness) 0,14% (<10%), nilai setara pasit (sand equivalent) 98,17% (>65%) dan partikel pipih 9,71% (<25%). Sedangkan pada pasir parameter yang diuji kadar lumpur 1,83% (<3%), nilai setara pasit (sand equivalent) 98,17% (>65%), material lolos saringan nomor 200 sebesar 2,86% (<3%), indeks plastisitas hasilnya tidak plastis (<6%), dan liquid limit hasilnya tidak plastis (<25%) yang menunjukkan property agregat sudah memenuhi persyaratan RKS.

Dari hasil pengujian di laboratorium Bahan bangunan Polteknik Negeri Semarang (Polines) rata-rata keausan 12,52% < syarat maksimal 25%. Keausan rata-rata 12,52 %.< 25% yang memenuhi persyaratan pengujian keausan menurut SNI 2417-1991. Kekekalan agregat terhadap pengaruh zat kimia sulfat atau magnesium dilakukan pengujian laboratorium sesuai SNI 03-3407- 1994 dengan cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan. Sesuai spesifikasi kekekalan agregat dengan standar ASTM C 88 untk base course besarnya maksimal 12%, dan untuk surface course maksimal 10% sehingga hasil pengujian di atas sudah memenuhi syarat.

Berat jenis dan penyerapan agraget sangat penting untuk perbandingan campuran aspal beton. Agregat dari ex Kokap dengan hasil pengujian di Laboratorium . Hasil Hot Bin I agregat batu pecah 0,5 maks 3/8" ex. Kokap kondisi berat jenis (bulk) 2,515, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) 2,593, penyerapan 2,176%. Untuk Hot Bin II agregat batu pecah 1-1 maks 1/2" ex. Kokap kondisi berat jenis (bulk) 2,555, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) 2,593, penyerapan 1,463%, untuk Hot Bin III agregat batu pecah 1-2 maks 3/4" ex. Kokap kondisi berat jenis (bulk) 2,525, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) 2,561, penyerapan 1,398%.

4.4. Trial Job Mix

Sebelum dilakukan penghamparan kontraktor akan membuat formula campuran aspal beton melalui uji coba (Trial) Job Mix untuk mengetahui komposisi campuran di Laboratorium.

Hasil pengujian digunakan untuk membuat campuran dengan penghamparna pada lokasi trial mix aspal beton di lokasi untuk panjang sekitar 50 m sebagai uji coba . Dari hasil JMD diperoleh untuk campuran aspal beton ACWC dengan kadar aspal total campuran 6,10%, penyerapan aspal total campuran 0,962 % < 1,2 %, rongga dalam campuran (VMM) Marshall 4,4 % (batasan 3-5 %), rongga dalam mineral Agg (VMA) Marshall 15,6 % > 14% , rongga terisi aspal (VFB) Marshall 72,0% > 65% , stabilitas Marshall 920 kg > 800 kg, kepadatan 2,342 ton/m², kelelahan (flow) 3,10 kg/ s50 kgmm dan hasil bagi Marshall (quantient Marshall) 310 kg > 250 kg/mm.

Dari hasil pengujian trial job mix ACBC campuran agregat Hot Bin I (47%), Hot Bin II (18%), Hot Bin III (20%), Hot Bin IV (14%) dan Filler tidak ada diperoleh berat jenis (bulk) 2,525. Dalam pengujian trial mix design dengan kadar aspal 4,5% sampai dengan 6,5% berat jenis aspal 1,03 gr/cm³ diperoleh penyerapan aspal terhadap berat total campuran 0,893% dan kadar aspal efektif aspal 4,757%. Selanjutnya dengan cara yang sama kadar aspal efektif untuk AC 5,0 hingga AC 6,5 maka nilai rata-rata kadar aspal efektif AC eff = 4,757. Dari hasil pengujian trial job mix ACWC campuran agregat Hot Bin I (53%), Hot Bin II (20%), Hot Bin III (27%) dan Filler tidak ada diperoleh berat jenis (bulk) 2,526. Dalam pengujian trial mix design dengan kadar aspal 6,1% berat jenis aspal 1,03 gr/cm³ diperoleh penyerapan aspal terhadap berat total campuran 0,962% dan kadar aspal efektif aspal 5,207%.

4.5. Pengujian Marshall

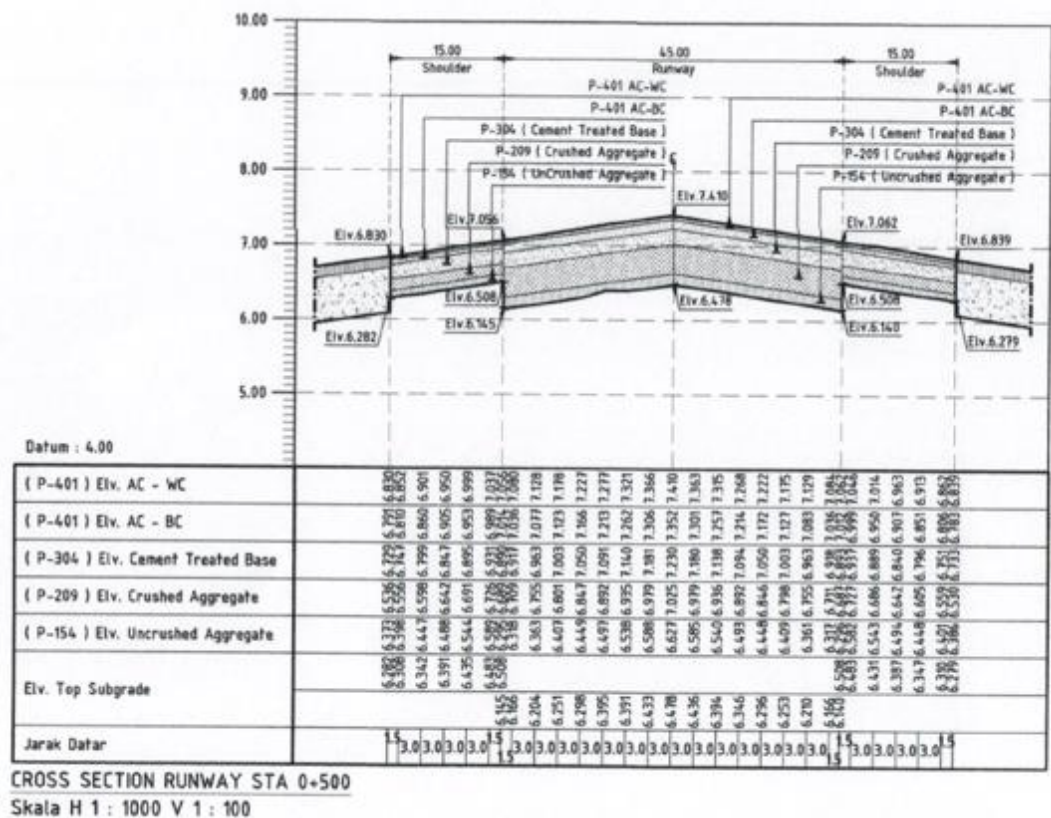
Hasil pengujian campuran laston (hotmix) dengan Marshall menunjukkan parameternya sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam persyaratan campuran AC BC. Secara umum hasil pengukuran analisa butir dengan SNI ASTM C136.2012 , Kombinasi campuran agregat, pengukuran berat jenis agregat menurut SNI 1969.2016 dan pengujian campuran aspal dengan Marshall menurut SNI 06-2489-1991 telah memenuhi syarat untuk campuran hotmix ACBC dan ACWC pada pekerjaan. Hasil pengujian campuran aspal dengan Marshall sesuai dengan SNI 06-2489-1991 yang dilakukan di Laboratorium Polines Semarang untuk rancangan campuran aspal AC-WC diperoleh Stabilitas Marshall 1400 kg > spesifikasi minimum 1000 kg, flow/kelelahan 3,30 mm > 2,00-4,00 mm, Rongga terhadap campuran (VIM) 4,00 % > 3-5%, Rongga terisi aspal (VFB) 77,0 % > 65 % , Berat Jenis Campuran 2,280 gr/ml, Rongga dalam Agregat (VMA) 17,40 % > 15%, Kadar Aspal Efektif 5,198%, Kadar dan Aspal optimim 6,11%.

Hasil pengujian campuran aspal dengan untuk rancangan campuran aspal AC-BC diperoleh Stabilitas Marshall 1311 kg > spesifikasi minimum 816 kg, flow/kelelahan 3,77 mm > 2,00-4,00 mm, Rongga terhadap campuran (VIM) 3,89 % > 3-5%, Rongga terisi aspal (VFB) 76,2% > 76-82%, Berat Jenis Campuran 2,289 gr/ml, Rongga dalam Agregat (VMA)= 16,32% > 15%, Kadar Aspal Efektif 4,74%, Kadar dan Aspal optimim 5,6 % . Secara umum hasil pengukuran analisa butir dengan SNI ASTM C136.2012 , Kombinasi campuran agregat, pengukuran berat jenis agregat menurut SNI 1969.2016 dan pengujian campuran aspal dengan Marshall menurut SNI 06-2489-1991 telah memenuhi syarat untuk pekerjaan .

4.6. Pengaruh Properti Marshall Terhadap Ketebalan Aspal Beton

Salah satu pengujian dilapangan dilakukan dengan *Core drill* untuk pengujian kepadatan lapangan dengan memotong permukaan perkerasan. Selain untuk menguji kepadatan lapangan, *core drill* dilakukan untuk mengetahui tebal perkerasan sehingga dapat diketahui tebal lapangan sesuai dengan kontrak atau tidak. Selanjutnya sampel diuji di laboratorium untuk mendapatkan kepadatan campuran aspal. *Core drill* lakukan pada lapisan AC-BC dan AC-WC. Sampel *core drill* diambil dilapangan untuk setiap jarak 50 m pada posisi kanan dan kiri yang dilakukan minimal 1 hari setelah pemadatan di lokasi. Setiap sampel diukur 3 x tersebut di laboratorium kemudian ditimbang dalam keadaan kering, dalam air, lalu ditimbang dalam keadaan *saturated surface dry* (SSD) lalu kemudian dapat diketahui volume sampel, berat jenis, dan kepadatan.

Berdasarkan gambar asluid drawing Pembangunan YIA (2019), ketebalan lapisan runway ABBC dan ACWC mempunyai ketebalan yang berbeda. Pengambilan sampel coredril dilakukan sesuai jadwal untuk ruas tertentu. Salah satu ruas pada STA 0+00 m sampai dengan 0+750, terlihat kebalan lapisan dari tepi badan sampai tengah berbeda-beda antara Ketebalan lapisan perkerasan jalan runway (P-401) ACWC pada sisi tepi luar tebal 4,0 cm bagian tengah 10,0 cm dan sisi as 5,8 cm. Ketebalan lapisan perkerasan jalan runway (P-401) ACBC dilakukan 2 lapis (2 layer) pada sisi tepi luar tebal 6,0 cm bagian tengah 11 cm dan sisi as tebal 12 cm. Untuk pondasi runway pada lapisan (P-304) Cement Tread Base tebal 19,0 - 20,8 cm, lapisan (P-154) Uncrushed Aggregate tebal 39,0 – 40,1 mm, lapisan (P-209) Crushed Aggrrgate tebal 15,0 – 16,9 cm.



Gambar 3. Penampang Realisasi Runway

Dari hasil pengujian ketebalan ACWC dengan core drill pada badan runway menunjukkan tebal minimum 5,20 cm dan maksimum 7,40 cm telah memenuhi syarat batas tebal ACWC yaitu 4,70 dengan toleransi 0,3 sebagai syarat pembayaran 100%. Untuk pengujian ACBC yang dilakukan dalam 2 layer menunjukkan tebal rata-rata layer 1 sebesar 8,2 cm dan tebal rata-rata layer 2 sebesar 6,4 cm sehingga tebal total lapisan ACBC sebesar 14,6 cm yang berada pada minimum 12,6 cm . Pada contoh pengujian coredrill STA 0+00 sampai dengan 0+650 untuk lapisan ACWC tebal rata-rata 5,8 cm. Pada lapisan layer 1 ACBC tebal rata-rata 8,6 cm dan layer 2 tebal rata-rata 7,1 cm atau total tebal ACWC menjadi 15,7 cm.

4.7. Pengaruh Berat Jenis Lapangan terhadap Kepadatan Aspal Beton

Lapisan Aspal AC-WC merupakan lapisan permukaan paling atas dari struktur perkerasan jalan raya yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur halus dan mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air untuk melindungi konstruksi dibawahnya. Untuk tebal AC-WC 4 cm dengan toleransi 0,3 cm. Apabila kurang dari tebal yang ditentukan maka pekerjaan bisa tidak

dibayar, sedangkan apabila melebihi tebal yang ditentukan maka dibayar sesuai dengan ketentuan tebal. Ketebalan lapisan beraspal dipengaruhi oleh kepadatan pada saat pekerjaan penghamparan dan pemadatan. Berdasarkan data pada pengujian core drill STA 3+250 sampai 2+984 untuk lapis perkerasan ACWC telah tercapai kepadatan 99,3% memenuhi syarat kepadatan minimal 99%. Untuk sampel lain sebagaimana perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel di bawah ini, yang menunjukkan kepadatan aspal beton ACWC lebih dari 99,3% seperti pada tabel di bawah ini.

4.7.1. Pengaruh Passing terhadap Kepadatan

Hasil diatas adalah untuk passing 2-12 dengan kepadatan rata-rata 98,17%, untuk passing 2-14 kepadatannya 98,47% dan untuk passing 2-16 kepadatannya 98,60% yang semuanya dalam syarat kepadatan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 adalah 98% sehingga hasil kepadatan lapangan tersebut memenuhi syarat. Untuk nilai berat jenis laboratorium didapat dari Job Mix Formula (JMF) dengan cara yang sama.

Dalam RKS Pembanyunan YIA (2019) menyebutkan antara lain:

- 1) Kepadatan semua jenis campuran aspal yang telah dipadatkan, seperti yang ditentukan dalam AASHTO T 166, tidak boleh kurang dari 98% untuk semua campuran aspal lainnya.
- 2) Cara pengambilan benda uji campuran aspal dan pemadatan benda uji di laboratorium masing-masing harus sesuai dengan AASHTO T 168 dan SNI-06-2489-1991 untuk ukuran butir maksimum 25 mm atau ASTM D5581 untuk ukuran maksimum 50 mm.
- 3) Kontraktor dianggap telah memenuhi kewajibannya dalam memadatkan campuran aspal bilamana kepadatan lapisan yang telah dipadatkan sama atau lebih besar dari nilai-nilai yang diberikan. Bilamana rasio kepadatan maksimum dan minimum yang ditentukan dalam serangkaian benda uji inti pertama yang mewakili setiap lokasi yang diukur untuk pembayaran, lebih besar dari 1,08 maka benda uji inti tersebut harus dibuang dan serangkaian benda uji inti baru harus diambil.

4.7.2. Pengaruh Properti Marsahl Terhadap Kadar Asphalt

Kadar Aspal adalah Bagian yang paling penting dalam penentuan campuran perkerasan lapisan aspal beton, dimana kadar aspal mempengaruhi kualitas dari campuran itu sendiri. Dari Job Mix Formula untuk ACWC telah dilakukan perhitungan komposisi prosentase terhadap campuran pada Hot Bin antara lain kadar aspal 5,90%, pasir 36,70%, Fine Agregate 31,05%, Medium Agregate 15,06%, Coarse Agregate 9,41%, Fly Ash 1,88% dan Additive 0,20%. Untuk Percobaan pemadatan lapangan diperoleh tebal awal 7,2 cm setelah dipadatkan dengan 1 passing Tandem Roller pada suhu 125°-145° C, 16 passing Tire Roller pada suhu 125°-100° C dihasilkan kepadatan 98,60% dengan factor penyusutan (Loss) penyusutan 23,79%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pelaksanaan pekerjaan lapisan runway sebagai landasan pacu pesawat di Bandara YIA dilakukan sesuai procedure dan spesifikasi yang tercantum pada Rencan Kerja dan Syarat-syarat serta peraturan lain yang berlaku.
2. Aspal penetration grade 60-70 dengan densitas 1,03, agregat dari mesin pemecah batu quarry Kokap Kulon Progo mempunyai abrasi 12,52% (<25%), soundness 0,14% (<10%), sand equivalent 98,17% (>65%), material lolos saringan nomor 200 sebesar 2,86% (<3%), indeks plastisitas hasilnya tidak plastis (<6%), dan liquid limit hasilnya tidak plastis (<25%) yang menunjukkan property agregat sudah memenuhi persyaratan RKS.
3. Hasil Trial Job Mix lapisan ACWC dengan kadar aspal total campuran 6,10%, penyerapan aspal total campuran 0,962 % (< 1,2 %), VMM Marshall 4,4 % (batasan 3-5 %), VMA Marshall 15,6 % (> 14%), VFB Marshall 72,0% (> 65%), stabilitas Marshall 920 kg (> 800 kg), kepadatan 2,342 ton/m², kelelahan (flow) 3,10 mm (2-4 mm) dan hasil bagi Marshall

(quantient Marshall) 310 kg/mm (> 250 kg/mm). Stabilitas 1400 kg (>1000 kg), flow/kelelahan 3,30 mm (2,00-4,00 mm), Rongga terhadap campuran (VIM) 4,00 % (> 3-5%), Rongga terisi aspal (VFB) 77,0 % (> 65 %), Berat Jenis Campuran 2,280 gr/ml, Rongga dalam Agregat (VMA)= 17,40 % (> 15%), Kadar Aspal Efektif 5,198%, Kadar dan Aspal optimim 6,11%.

4. Dari hasil pengujian ketebalan ACWC dengan core drill pada badan runway menunjukkan tebal minimum 5,20 cm dan maksimum 7,40 cm telah memenuhi syarat batas tebal ACWC yaitu 4,70 dengan toleransi 0,3 sebagai syarat pembayaran 100%. Untuk pengujian ACBC yang dilakukan dalam 2 layer menunjukkan tebal rata-rata layer 1 sebesar 8,2 cm dan tebal rata-rata layer 2 sebesar 6,4 cm sehingga tebal total lapisan ACBC sebesar 14,6 cm yang berada pada minimum 12,6 cm dan hasil pengujian dengan coredrill tercapai kepadatan 99,3% (> 99%), .

5.2 Saran

1. Dalam studi ini belum semua dianalisis pada badan dan bahu runway sehingga perlu dilakukan pengembangan studi untuk mengetahui mutu pada ruas-ruas tertentu sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan
2. Jumlah dan titik pengambilan sampel di lapangan melalui coredrill sudah memadai sehingga perlu dianalisis lagi pada posisi pinggir dan tengah karena dalam perencanaan memang berbeda tebalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkasa Pura, 2020, Laporan Pengujian ACBC *Perkerasan Runway Bandara YIA Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Angkasa Pura, 2020, Laporan Pengujian ACWC *Perkerasan Runway Bandara YIA Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Asrol, 2018, "Karakteristik Aspal Beton AC-WC dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syah Kuala.
- Dokumen Teknis, 2019, *Pembangunan Infrastruktur Bandara Baru Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Cut Khairani DE, 2018, "Uji Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) Dengan Tambahan Parutan Ban Bekas", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syah Kuala.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 013/T/Bt/1995, *Pedoman Teknis Perencanaan dan Penyusunan Program Jalan Kabupaten*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta 1995.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, *Penentuan Presentase Komposisi Dari Fraksi Agregat Untuk Gradasi Campuran AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) Dengan Aplikasi Microsoft Excel*, Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 2018.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, *Paket Pelebaran Jalan Yogyakarta – BTS. Kota Bantul*, Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 2019.
- Masykur, 2016, "Analisis Pengujian Gradasi Ekstraksi Campuran AC-BC Hasil Produksi AMP (Asphalt Mixing Plant)", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro.
- Muhammad Isya, 2018, "Karakteristik Aspal Beton AC-WC dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syah Kuala.
- Spesifikasi teknis Bina Marga Pekerjaan Umum, 2018, *Persyaratan Teknis Jalan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*.

- Sofyan M. Saleh, 2018, "*Uji Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) Dengan Tambahannya Parutan Ban Bekas*", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syah Kuala.
- Sofyan M. Saleh, 2018, "*Karakteristik Aspal Beton AC-WC dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur*", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik
- Syahrul, 2012, "*Perkerasan Campuran Aspal Beton (AC-BASE) Dengan Material Lokal Kutai Kertanegara*", Jurnal Sipil, Fakultas Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945

