

KAJIAN NILAI PCN RUNWAY BERDASAR METODE ANALITIK DAN METODE TEORITIK DI BANDARA H. ASAN SAMPIT

Andius Dasa Putra ¹

Abstract

Implementation of air traffic safety is shown from good operation and free from activity which against the law. This statement has declared on Government Regulation about Air Traffic Safety in Indonesia. Analysis of Pavement Classification Number (PCN) value is the one of air traffic safety requirement. Due to that statement, this research try to evaluation and analysis about performance of runway based on analytical method and theoretical method using data from HWD (Heavy Weight Deflectometer) test. The result of performance runway will shown on PCN value.

HWD tests are routinely conducted at the FAA to evaluate performance of pavemnet. HWD tests are conducted in two phases. In the first phase, HWD geophone sensors record vertical deflections at seven points on the pavement surface. The collected data are used for pavement evaluation and environment related thickness response analysis. In the second phase, the insitu pavement sensors record the pavement response while the HWD geophones record the defections on the pavement surface. These tests are conducted by placing the HWD load plate directly over the in situ deflection and strain sensors. One of the objectives of the HWD tests is to develop relationships between the applied load and measured deflections.

The result of this research has shown that PCN value from analytical method is 9/F/A/X/T and theoretical method is 38/F/D/X/T. Code letter A or D on PCN value is describe about class of bearing capacity of subgrade. That difference of code letter bearing capacity due to HWD test directly collecting data of subgrade reaction under the pavement but the other method has taken data of subgrade from sample outside of runway . Increasing of bearing capacity of subgrade cause process of compaction on subgrade under the pavement has perfectly done.

Keywords: PCN, HWD, elasticity moduli, deflection

Abstrak

Dalam PP Nomor 3 tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan, dijelaskan bahwa keamanan penerbangan diwujudkan dari penyelenggaraan penerbangan yang bebas dari gangguan dan/atau tindakan yang melawan hukum. Kemanan yang dimaksudkan dapat berupa analisis terhadap nilai *Pavement Classification Number* (PCN) Runway. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dan evaluasi kemampuan teknis fasilitas runway dengan menggunakan hasil uji deflection alat HWD (*Heavy Weight Deflectometer*) untuk dianalisis berdasar metode analitis dan metode teoritis, sehingga didapatkan nilai PCN runway.

Uji HWD merupakan salah prosedur standar yang dikeluarkan oleh FAA untuk mengetahui kinerja dari perkerasan. Uji HWD dapat dibagi dalam dua tahap kegiatan. Tahap pertama adalah alat uji HWD akan mencatat lendutan vertikal yang terjadi melalau sensor geophone yang terdiri dari tujuh titik uji di permukaan perkerasan. Data yang dikumpulkan dari uji HWD digunakan untuk melakukan evaluasi berdasar respon yang diberikan oleh lapis keras. Tahap kedua adalah pencatatan langsung di lapangan hasil respon lendutan yang terjadi sebagai respon daya dukung lapis keras. Uji HWD dilakukan dengan menempatkan plat beban diatas permukaan lapis keras sehingga pada saat beban dijatuhkan sensor akan membaca lendutan yang terjadi dibawah

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung
E-mail : andius@unila.ac.id

permukaan lapis keras. Keluaran utama yang dihasilkan alat uji HWD adalah adanya hubungan antara beban yang diberikan terhadap lendutan yang terjadi.

Dalam perhitungan metode analitis, nilai PCN yang dihasilkan adalah 9/F/A/X/T sedangkan perhitungan metode teoritik nilai PCN yang dihasilkan adalah 38/F/D/X/T. Perbedaan yang cukup signifikan adalah nilai CBR tanah dasar antara analitik dan teoritik. Hal ini terjadi karena kategori subgrade yang diperoleh dari program Elmod-5 menggunakan data aktual dari hasil pengujian dengan alat HWD, dimana daya dukung subgrade yang terukur adalah kondisi subgrade persis di bawah perkerasan runway. Kondisi subgrade dibawah perkerasan runway, telah mengalami pemadatan sempurna dan proses konsolidasi relatif tidak ada, sehingga memberikan daya dukung perkerasan yang tinggi. Sedangkan kategori subgrade eksisting diperoleh dari hasil pengujian tanah disekitar perkerasan dipinggir runway.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan sektor perhubungan dilaksanakan dengan tujuan untuk tercapainya sistem perhubungan yang tertib, teratur, aman, lancar, cepat, efisien dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat luas. Bandar udara sebagai prasarana dalam penyelenggaraan penerbangan merupakan tempat untuk menyelenggarakan pelayanan jasa kebandarudaraan guna menunjang pelaksanaan kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi lainnya, harus ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kebandarudaraan yang handal dan berkemampuan tinggi dalam rangka menunjang pembangunan nasional.

Dalam penyelenggaraan operasi bandar udara faktor terpenting adalah keamanan dan keselamatan penerbangan sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 3 tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan. Di dalam peraturan pemerintah tersebut dijelaskan bahwa keamanan penerbangan diwujudkan dari penyelenggaraan penerbangan yang bebas dari gangguan dan/atau tindakan yang melawan hukum. Sedangkan keselamatan penerbangan diwujudkan dari penyelenggaraan penerbangan yang lancar sesuai dengan prosedur operasi penerbangan dan persyaratan kelaikan teknis terhadap sarana dan prasarana penerbangan beserta penunjangnya.

Pemilihan lokasi di Bandara H. Asan-Sampit dikarenakan penelitian ini termasuk dalam upaya peningkatan mutu pelayanan keselamatan penerbangan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Kondisi Bandara H. Asan-Sampit saat ini mampu melayani pesawat sejenis B737, dan agar dalam masa pelayanannya dapat bekerja dengan baik perlu dilakukan analisis terhadap nilai *Pavement Classification Number* (PCN) Runway. Nilai PCN yang dihasilkan dalam penelitian ini dilakukan dengan menguji langsung di lapangan dengan alat HWD. HWD dapat menghasilkan beban impuls yang akan menimbulkan lendutan (*deflection*) yang efeknya ditangkap oleh deflector yang diletakkan pada jarak tertentu sehingga efek tersebut akan berbentuk suatu *deflection basin* atau *deflection bowl*.

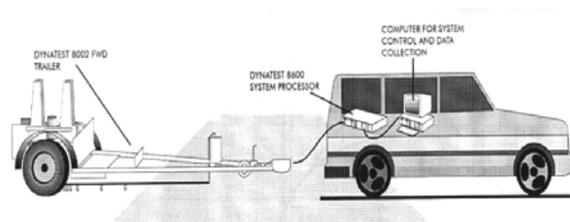
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dan evaluasi kemampuan teknis fasilitas runway dengan menggunakan hasil uji deflection dengan alat HWD untuk dianalisis berdasar metode analitis dan metode teoritis, sehingga didapatkan nilai PCN runway.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Teknis Alat Uji HWD

Kekuatan (*bearing capacity*) struktur perkerasan yang ada, masa pelayanan (*lifetime*), kebutuhan lapis tambahan (*overlay*) merupakan parameter yang sangat penting dalam mengevaluasi kondisi struktural dan fungsional perkerasan landasan. Untuk dapat mengetahui hal diatas dapat dilakukan dengan serangkaian pengujian yang diantaranya dengan menggunakan alat HWD.

Alat HWD adalah suatu alat untuk melakukan uji kekuatan struktur perkerasan yang merupakan pengembangan dari alat FWD (*Falling Weight Deflectometer*) yang bersifat tidak merusak (*non destructive testing*) dan mampu menghasilkan penelitian yang efektif dan efisien. Sistem pengoperasian alat HWD di lapangan maupun analisis dan evaluasi, seluruhnya dapat dilakukan secara *computerized*. Adapun rangkaian skematik alat uji HWD dapat dilihat pada Gambar 1.

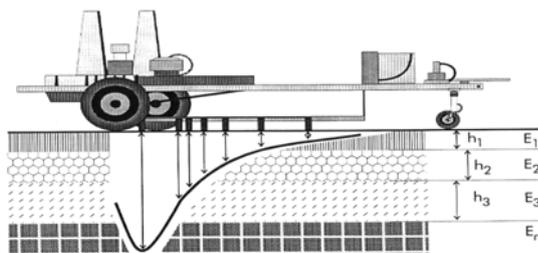


Gambar 1. Skema Alat Uji HWD

Dalam rangkaian alat uji HWD terdiri dari rangkaian alat (*trailer*) yang ditarik oleh kendaraan penarik seperti Colt L-300, Daihatsu Taft GT, Mitsubishi Pajero, atau Chevrolet Trooper. Prinsip kerja alat HWD tersebut adalah memberikan beban impuls terhadap konstruksi perkerasan melalui pelat beban (*loading plate*) berbentuk silinder (bundar) yang efeknya sama dengan beban roda pesawat dimana pengujian dengan alat HWD dapat menghasilkan beban impuls antara 30 - 240 kN (6,500 - 54,000 lbf), maka pengujian dengan alat HWD ini mampu untuk melakukan simulasi pesawat berbeban berat, seperti B 747, MD-11, A330 dan pesawat sekelasnya.

2.2. Simulasi Beban Impuls

Adapun proses pelaksanaannya dengan cara pelat sirkular diletakkan pada lokasi (titik) pengujian perkerasan, kemudian beban dijatuhkan sehingga timbul beban impuls, dimana dari beban impuls tersebut akan menimbulkan lendutan (*deflection*) yang efeknya ditangkap oleh *deflector* yang diletakkan pada jarak tertentu sehingga efek tersebut akan berbentuk suatu *deflection basin* atau *deflection bowl*. Bentuk cekung lendutan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

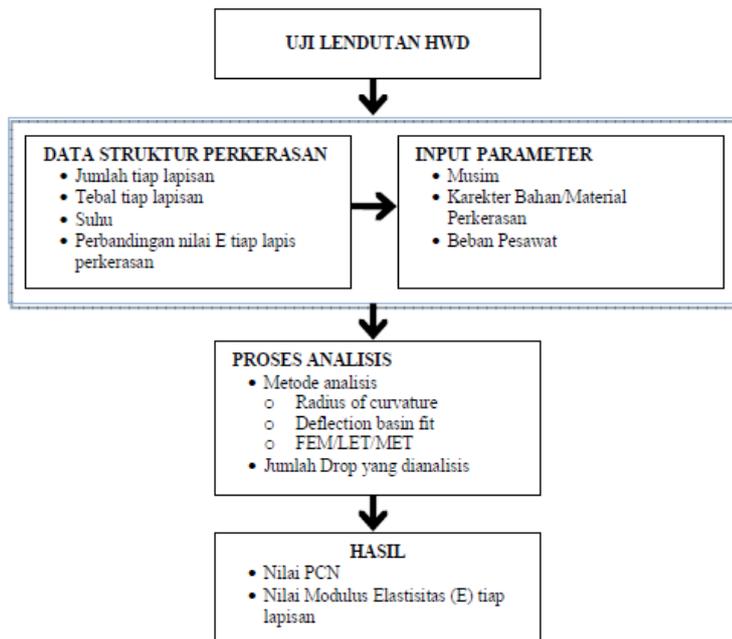


Gambar 2. Tipikal *Deflection Bowl* Hasil Uji HWD

Diameter pelat pada alat HWD sebesar 400 mm dengan beberapa variasi beban dan variasi tinggi jatuh bisa mendapatkan *peak stress level* yang diinginkan. Pengoperasian alat HWD serta proses evaluasi, seluruhnya dikendalikan dengan program komputer. Program komputer untuk proses pengambilan data di lapangan disebut Dynatest, sedangkan program evaluasi, untuk perkerasan lentur (*flexible pavement*) dipergunakan program ELMOD dan program evaluasi untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) dipergunakan program ELCON.

2.3. Bagan Alir Perhitungan

Prosedur perhitungan nilai PCN dengan menggunakan program ELMOD 5 dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Bagan Alur Perhitungan Nilai PCN

2.4. Kapasitas Pengujian

Salah satu kelebihan pengujian HWD adalah kapasitas pengujian yang sangat besar bila dibandingkan dengan metode pengujian lainnya. Hal ini terbukti dari kebutuhan personil untuk pengoperasian HWD yakni hanya 4 (empat) personil yaitu driver, operator (2 orang) dan engineer, sedangkan kapasitas pengujian per jam dapat mencapai + 50 titik uji.



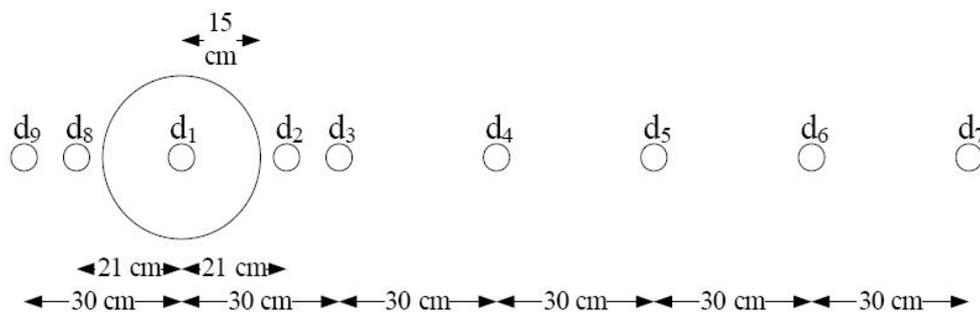
Gambar 4. Pelaksanaan Uji HWD di Bandara H. Asan-Sampit

2.5. Keluaran (*Output*) Hasil Evaluasi

Dengan metode Tebal Ekuivalen (*method of pavement thickness*) sebagaimana direkomendasikan oleh ICAO, dapat dilakukan analisis struktur berdasarkan data deflection bowl hasil uji HWD di lapangan dengan data tambahan berupa informasi tipe dan tebal lapis perkerasan, kondisi lingkungan (iklim). Keluaran dari analisis ini adalah berupa *Layer Moduli* (E1,E2,E3 dan seterusnya) dari suatu struktur perkerasan yang dievaluasi. Namun demikian pada seri program ELMOD 5 dapat mengeluarkan data tebal ekuivalen (h1, h2, h3 dan seterusnya). Selanjutnya dengan data tebal ekuivalen, *annual departure*, CBR tanah dasar akan didapatkan *allowable load*, selanjutnya dapat dihitung PCN. Nilai PCN yang dihasilkan ini merupakan nilai PCN yang diperoleh secara teknis dan aktual karena berdasarkan atas hasil uji teknis berdasarkan atas kondisi yang ada.

2.6. Pelaksanaan Pengujian

Prinsip dasar dari HWD test adalah beban yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu dengan berat tertentu terhadap permukaan perkerasan sehingga mengakibatkan terjadinya defleksi/lendutan sementara. Hasil pengukuran besarnya lendutan tersebut dapat untuk memperkirakan besarnya daya dukung perkerasan. Peralatan HWD test pada prinsipnya terdiri dari sebuah palu (*hammer*) dengan berat 720 kg dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 390 milimeter pada loading plate dengan diameter 40 mm yang ditempatkan di atas permukaan landasan. Beban impuls yang ditimbulkan akan mengakibatkan *peak stress* di bawah loading plate pada jarak tertentu yaitu sejauh 0 mm, 200 mm, 300 mm, 800 mm, 1200 mm, 1600 mm, 2000 mm dari pusat beban, diukur besarnya respons lendutan yang terjadi dengan menggunakan *deflectometer*.



Gambar 5. Letak posisi Geophone yang menangkap beban impuls

Jika pada saat pelaksanaan pengujian di lapangan kondisi batas lendutan (*deflection limit*) sebesar 2.100 micron terlampaui maka berat hammer atau tinggi jatuh dapat disesuaikan di lapangan. Penyesuaian ini dimaksudkan agar hasil data pembacaan alat HWD dapat sesuai dengan kondisi batas dan spesifikasi kinerja alat HWD itu sendiri. Dalam prosedur pelaksanaan HWD perubahan berat hammer dan tinggi jatuh disesuaikan di lapangan berdasar hasil pengujian awal terhadap beberapa titik uji di lapangan. Secara mendasar perubahan beban tidak akan mempengaruhi terhadap perhitungan nilai elastisitas mengingat hubungan antara tegangan dan regangan yang dihasilkan bersifat linear. Dengan data lendutan yang terjadi dilakukan analisis dengan menggunakan metode equivalent thickness dapat diperoleh nilai modulus elastisitas perkerasan maupun subgrade-nya. Jumlah penelitian titik HWD ditentukan sebesar 1 titik untuk luasan lebih kurang 200 m² (*flexible pavement*). Pada arah memanjang, lokasi titik HWD test secara umum diutamakan pada 2/3 bagian dari runway yang mengalami efek terberat yaitu *touch down area* atau *take off area*. Penentuan titik pengujian HWD dibuat seefektif dan serapat

mungkin yang dapat memberikan informasi akurat tentang kemampuan daya dukung lapisan perkerasan. Interval titik pengujian dengan alat HWD dilakukan tiap 10 m, dimana dengan jarak tersebut sudah dapat diperoleh informasi daya dukung perkerasan yang mewakili luasan perkerasan yang diuji. Pada arah melintang, titik HWD test didistribusikan pada 3 (tiga) jalur yaitu jalur tengah, jalur kiri dan jalur kanan yang jaraknya disesuaikan dengan jarak *main landing gear* dari pesawat kritis yang beroperasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji HWD

Hasil pengujian kekuatan daya dukung fasilitas landasan di Bandar Udara H. Asan-Sampit memperlihatkan kondisi daya dukung fasilitas runway yang sangat buruk karena kondisi tanahnya yang didominasi oleh jenis lanu (*silt*). Hal ini dapat dilihat dari besarnya lendutan yang terjadi dari hasil pengujian HWD di lapangan. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa lendutan yang terjadi untuk semua fasilitas landasan banyak yang melebihi 2000 mikron, yang artinya lapisan perkerasan yang ada tidak cukup mampu menahan beban di atasnya dengan cukup baik. Besarnya lendutan yang terjadi dikarenakan daya dukung tanah dasar (*subgrade*) yang kurang bagus mengindikasikan besarnya nilai *modulus elastisitas* (E) tiap lapisan dari perkerasan, baik lapisan *surface course*, *base course* maupun *subbase course*. Dengan menggunakan program Elmod-5, data lendutan yang diperoleh dengan alat HWD diolah dengan memasukan tebal dan jenis tiap lapisan perkerasan. Dengan mengetahui tebal dan jenis tiap lapisan perkerasan, program Elmod-5 dapat menghitung nilai modulus elastisitas (E) tiap lapisan perkerasan berdasarkan lendutan yang terjadi. Besarnya nilai modulus elastisitas merupakan salah satu indikator bahwa nilai PCN yang akan dihasilkan juga tinggi. Nilai modulus elastisitas (E) ini merupakan nilai E riil di lapangan yang terbaca oleh sensor HWD (*deflectometer*) berdasarkan informasi data lendutan, tebal dan jenis perkerasan. Tebal tiap lapis perkerasan tidak sama untuk semua fasilitas landasan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Bandar Udara H. Asan-Sampit, terdapat 1 (satu) variasi tebal tiap lapis perkerasan di runway. Variasi tebal tiap lapis perkerasan di runway selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

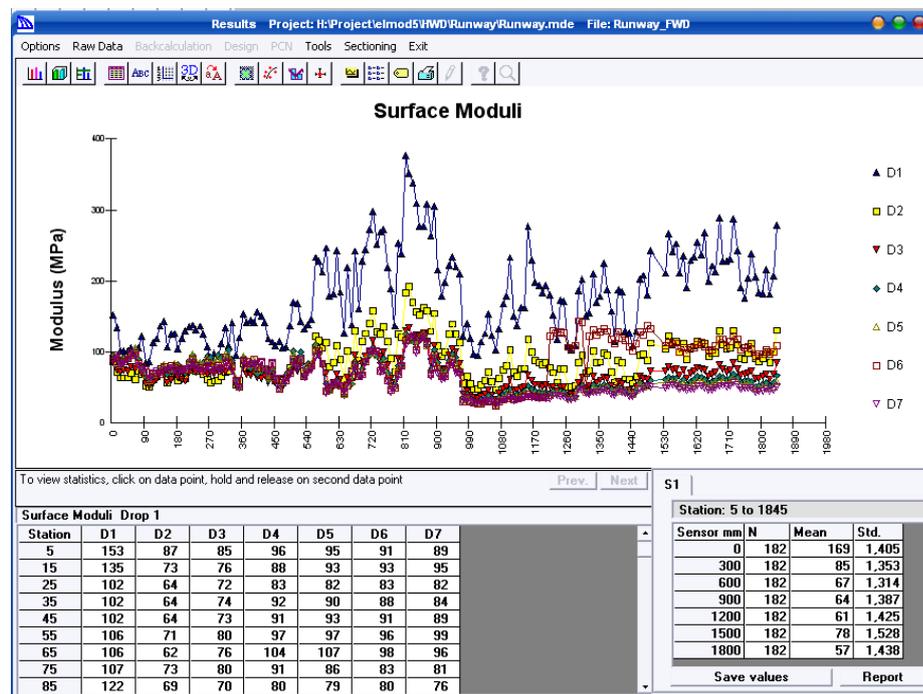
Tabel 1. Tebal Tiap Lapis Perkerasan pada Runway

Lapisan perkerasan	Sta 0 + 000 - 0+515		Sta 0 + 525 - 1+245		Sta 1 + 255 - 1+850	
	tebal (mm)	bahan	tebal (mm)	bahan	tebal (mm)	bahan
Surface course	75	AC	50	AC	50	AC
	75	AC	75	AC	75	AC
	75	AC	75	AC	75	AC
	75	AC	75	AC	75	AC
	40	AC	75	AC	75	AC
	75	Binder Course	45	Penetrasi	100	AC
					50	Penetrasi
Base course	300	Agg. Base	250	Agg. Base	250	Agg. Base
Subbase course	300	Pasir Padat	200	Pasir padat		
Tebal total perkerasan (mm)	1015		845		750	

Tabel 2 menyajikan nilai modulus elastisitas (E) runway rata-rata untuk setiap segmen runway dengan tebal lapisan perkerasan berbeda. Nilai modulus elastisitas (E) runway untuk setiap titik pengujian selengkapny dapat dilihat pada Gambar 6.

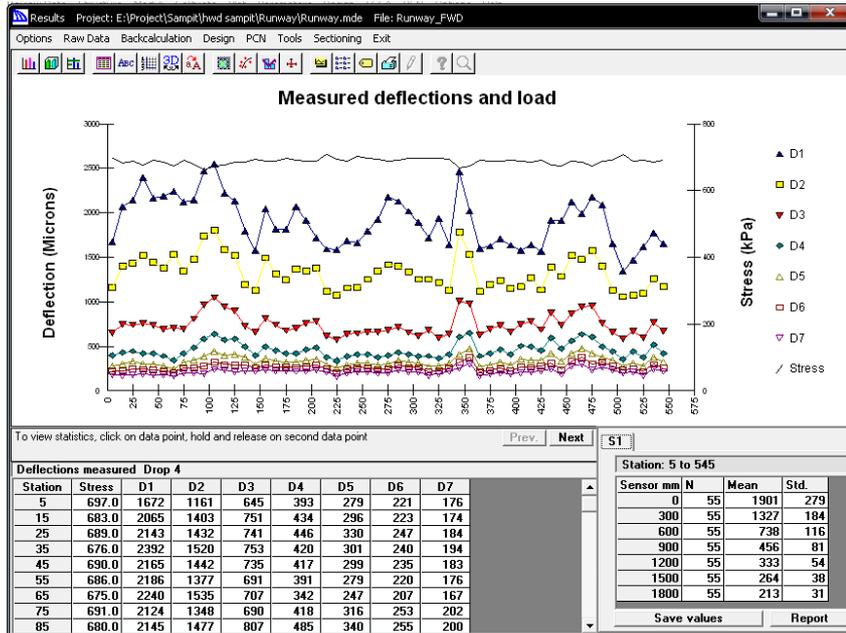
Tabel 2. Nilai Modulus Elastisitas (E) rata-rata pada Tiap Segmen Runway (MPa)

Modulus Elastisitas (E)	Sta 0+000-0+515	Sta 0+525-1+245	Sta 1+255-1+850
Surface Course (E1)	3.648	3.382	2.191
Base Course (E2)	310	207	127
Subbase Course (E3)	246	160	211
Subgrade (E4)	252	191	-



Gambar 6. Nilai Modulus Elastisitas Tiap Lapisan Perkerasan Runway

Dari grafik yang disajikan dalam gambar 6 dapat dikomparasikan terhadap besar lendutan yang terjadi pada setiap STA melalui hasil plotting grafik yang disajikan pada Gambar 7. Nilai defleksi yang ditunjukkan pada Gambar 7 merupakan visualisasi daya dukung lapis struktur perkerasan yang terjadi di badan runway.



Gambar 7. Nilai Defleksi Tiap Lapisan Perkerasan Runway

3.2. Analisis Nilai PCN Runway dengan Metode Analitis

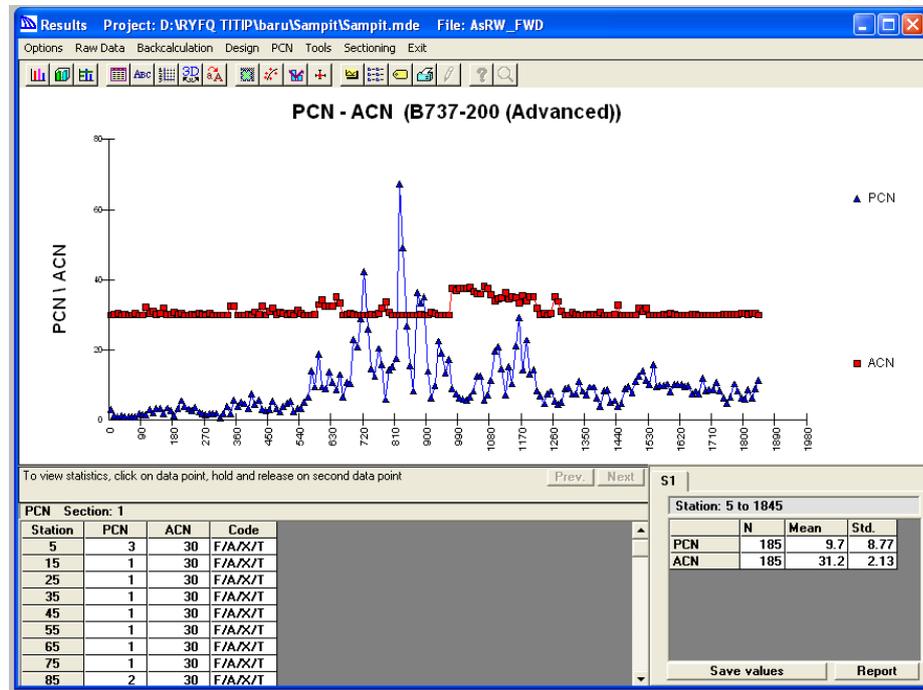
Pesawat kritis (*critical aircraft*) yang beroperasi ditetapkan B737 200 dengan kategori Subgrade D (Kode D : CBR < 3%; atau kategori ultra low), sehingga didapatkan:

- ACN maksimum = 39
- ACN minimum = 17
- MTOW = 52.390 kg
- Empty weight = 27.120 kg
- Tekanan roda = 1,26 MPa dalam kategori X.
- Weight on MLG = 0,95 x MTOW = 49.770 kg

Semua jenis pesawat yang beroperasi diekivalensikan terhadap pesawat kritis B737 200, didapatkan annual departure pesawat ekivalen B737 200 sebesar 1.865 pergerakan. Selanjutnya thickness requirement (hreq) merupakan indikasi teknis yang menunjukkan tebal perkerasan total yang dibutuhkan untuk melayani pesawat kritis full capacity, dengan bantuan nomogram Airplane Characteristics for Airport Planning Model B737 200 didapatkan hreq = 42 inci = 106,68 cm.

Tebal ekivalen (he) merupakan indikasi teknis yang menunjukkan tebal perkerasan total yang ada di lapangan dengan mempertimbangkan CBR tanah dasar dan kebutuhan tebal tiap lapis perkerasan serta pengujian lendutan lapis perkerasan dengan alat uji HWD yang selanjutnya diolah dengan Program ELMOD-5. Secara teoritis, tebal ekivalen (he) dapat dihitung dengan mempertimbangkan faktor ekivalensi material dari lapisan surface course ke base course dan dari base course ke sub-base course. Sebagaimana sudah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya bahwa hasil pengujian HWD adalah nilai lendutan perkerasan, selanjutnya dikombinasi dengan pemodelan tipikal perkerasan didapatkan nilai modulus elastisitas tiap lapisan. Dalam penentuan nilai PCN runway dengan metode analitis hasil perhitungan nilai PCN didasarkan pada hasil uji HWD di lapangan terhadap lendutan yang terjadi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 8 berikut. Grafik yang ada pada Gambar 8 menunjukkan hasil analisis terhadap nilai PCN yang didapat dari hasil uji HWD di lapangan. Nilai PCN hasil perhitungan menunjukkan angka

rata-rata yang cukup kecil namun kualitas subgrade tanah dasar mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari kategori subgrade kelas D menjadi kategori subgrade kelas A (*high*).



Gambar 8. Nilai PCN Runway di posisi As Runway

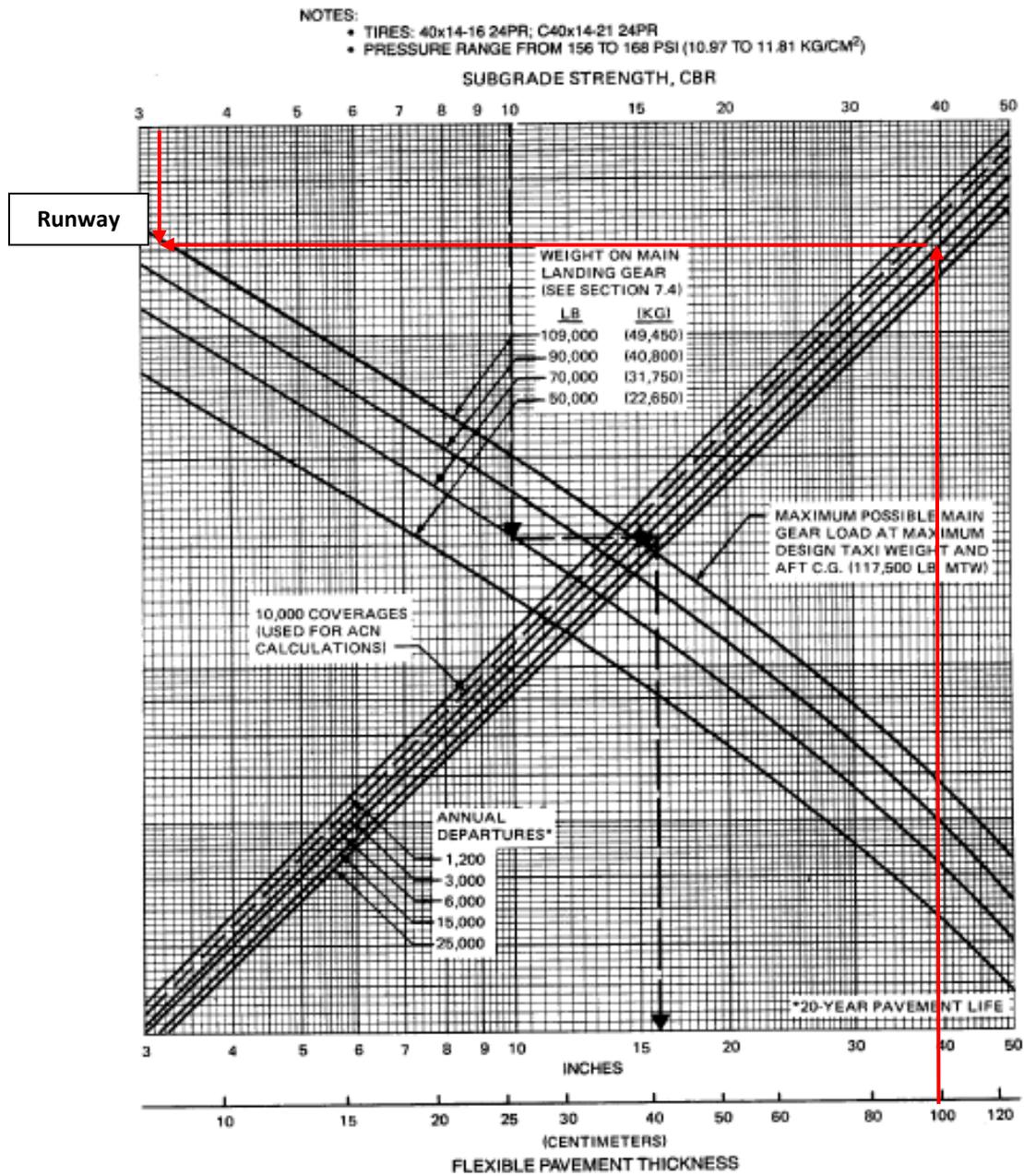
3.3. Analisis Nilai PCN Runway dengan Metode Teoritis

Analisis PCN metode teoritis mempertimbangkan lalu lintas angkutan udara eksisting, ada beberapa parameter penting yang harus diperhatikan untuk analisis tebal ekivalen, yaitu :

- Annual departure* pesawat kritis selama 20 tahun, dalam hal ini semua data pergerakan pesawat diekivalensikan ke dalam pesawat kritis B737 200 ;
- Gross aircraft mass* yaitu beban terberat pesawat saat beroperasi. MTOW pesawat kritis B737 200 sebesar 52.390 kg ;
- CBR lapangan dari hasil analisis menunjukkan nilai sebesar = 3% (D subgrade) ;
- Pavement thickness requirement* (h_{req}), diperoleh dengan bantuan grafik *Airplane Characteristic for Airport Planning Model B737 200* dan diperoleh $h_{req} = 42$ inci = 106,68 cm

Setelah didapatkan $h_{req} = 106,68$ cm, selanjutnya dihitung tebal $h_{ekivalen}$ (h_e) dengan mempertimbangkan :

- Tebal minimum *surface course* (lapis pertama) yang terbuat dari *asphaltic concrete* pada *critical areas* untuk pesawat *dual wheel gear* seperti B737 200, didapatkan tebal minimum *surface course* = 13 cm.
- Tebal minimum *base course* (lapisan kedua) berdasar *base course thickness requirement*, part 3, ICAO, 1987, didapatkan tebal minimum *base course* = 9 inci = 23 cm.



7.5.2 FLEXIBLE PAVEMENT REQUIREMENTS—U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS DESIGN METHOD (S-77-1) AND F.A.A. DESIGN METHOD MODELS 737-100, -200, ADV 737-200 AT 110,000 TO 117,500 LB (49,900 TO 53,290 KG) MTW
 Sumber : A Airplane Characteristics for Airport Planning Model B 737-200

Gambar 9. Grafik Penentuan Allowable load (Po') Runway Metode Teoritis untuk Pesawat Ekivalen B737 200

Setelah didapatkan tebal minimum *surface course* dan *base course*, selanjutnya dihitung tebal ekivalen dengan memperhatikan faktor ekivalensi material dari bahan *asphaltic concrete* ke bahan penyusun *base course*. Hasil analisis tebal ekivalen (he) perkerasan runway seperti berikut :

Surface course :			
5,0 x 1,0	=	5,0	cm (AC)
7,5 x 1,0	=	7,5	cm (AC)
0,5 x 1,0	=	0,5	cm (AC)
Base course:			
7,0 x 1,2	=	8,4	cm (AC)
7,5 x 1,2	=	9,0	cm (AC)
4,7 x 1,2	=	5,6	cm (AC)
Sub Base course:			
2,8 x 1,4	=	3,9	cm (AC)
4,5 x 1,2	=	5,4	cm (Penetrasi)
25,0 x 1,2	=	30,0	cm (Base Course)
20,0 x 1,0	=	20,0	cm (Subbase Course)

Dari analisis di atas didapatkan h_e pada runway = 95,30 cm = 37,52 inch. *Annual departure* pesawat kritis B737 200 sebesar 1.865 pergerakan per tahun. Nilai CBR tanah dasar 3% maka dengan nomogram standar yang tercantum dalam: *Airplane Characteristic for Airport Planning Model B737 200*, didapatkan *Allowable load* (P_o') sebesar 48.125 kg pada runway (Gambar 9). Jika nilai CBR tepat pada angka standar seperti 15% (kategori A); 10% (kategori B); 6% (kategori C) dan 3% (kategori D) maka PCN dapat langsung dihitung dengan persamaan berikut :

$$PCN = ACN_{min} + (ACN_{max} - ACN_{min}) \times \left[\frac{P_o - W_{min}}{W_{max} - W_{min}} \right] \quad [1]$$

$$P_o = P_o' / 0,93$$

$$P_o = 51.747 \text{ kg}$$

Jika CBR tidak tepat berada pada angka-angka standar tersebut, maka harus dihitung PCN pada CBR batas atas dan PCN pada CBR batas bawah. Pada CBR = 3%, dengan $P_o = 51.747$ kg, didapatkan :

$$PCN = 17 + (39 - 17) \times \left[\frac{51.747 - 27.120}{52.390 - 27.120} \right] = 38,44 \approx 38$$

PCN 38 F/D/X/T

CBR lapangan yang terukur = 3% (kategori *subgrade ultra low* atau D, $CBR \leq 3$) sehingga dapat ditetapkan nilai PCN hasil analisis adalah PCN 38/F/D/X/T.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis lendutan berdasar hasil uji HWD di lapangan dan perhitungan teoritis yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan analisis yang dilakukan dengan Elmod-5 menunjukkan bahwa nilai PCN untuk runway adalah 9/F/A/X/T yang secara struktural mampu melayani pesawat jenis B737 200 dengan kapasitas terbatas. Walaupun hasil metode analitis menunjukkan besaran nilai yang kecil tetapi perlu dilihat bahwa kategori subgrade mengalami peningkatan dari kategori subgrade D (*ultra low*) menjadi kategori subgrade A. Hal ini disebabkan oleh hasil data uji dengan HWD menggunakan data aktual dari hasil pengujian lapangan, dimana daya dukung subgrade yang terukur adalah kondisi subgrade persis di bawah perkerasan runway.
2. Pada perhitungan dengan metode analitik, peningkatan kategori subgrade dapat terjadi karena tanah yang diuji merupakan tanah yang ada dibawah badan runway

dan telah mengalami pemadatan sempurna dan proses konsolidasi relatif tidak ada, sehingga memberikan daya dukung perkerasan yang tinggi. Sedangkan pada perhitungan dengan metode analitik kategori subgrade ditentukan berdasar kondisi tanah yang ada dipinggir badan runway.

3. Secara keseluruhan hasil perhitungan dengan metode teoritik menunjukkan nilai dimana runway mampu mendukung beban pesawat sejenis B737 200 dengan nilai PCN runway sebesar 38/F/D/X/T. Begitu pula halnya dengan hasil perhitungan metode analitik dimana runway mampu mendukung beban akibat pesawat sejenis B737 200 dengan nilai PCN runway 9/F/A/X/T. Hal mendasar yang membedakan kedua perhitungan nilai PCN adalah terletak pada interpretasi dalam menterjemahkan kategori subgrade dalam proses perhitungannya. Selain itu dalam perhitungan teoritis lebih mendasarkan pada besaran nilai CBR lapangan yang diuji sedangkan hasil perhitungan metode analitis didasarkan pada nilai real hasil pembacaan *deflection bowl* akibat response daya dukung lapis keras dengan nilai modulus elastisitas yang berbeda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktur Teknik Bandara, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan atas diberikannya kesempatan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983, "Aerodrome Design Manual (Doc 9157-AN/901) Part 3 Pavements Second Edition, International Civil Aviation Organization.
- Anonim, 1992, "Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements", ASTM D4695-03, ASTM International
- Anonim, 1995, "Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements", FAA Advisory Circular, AC No. 150/5370-11A.
- Anonim, 1995, "Airplane Characteristic for Airport Planning Model B 737-200", Boeing Commercial Airplane Group, Seattle Washington, USA
- Anonim, 2008, "Data dan Informasi Bandara H. Asan-Sampit", Bandara H. Asan-Sampit.
- Chou, Chia-Pei J and Wang, Shih-Ying, 2007, "Methodology of Applying Heavy Weight Deflectometer for Calculation of Runway Pavement Classification Number", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Washington, DC 20001 USA, ISBN:9780309104159
- May Dong and Gordon F. Hayhoe, 2002, "Analysis of Falling Weight Deflectometer Tests at Denver International Airport", Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, Airport Technology Research and Development Branch, AAR-410 Atlantic City International Airport, NJ 08405
- Navneet Garg and Wayne H. Marsey, 2002, "Comparison between Falling Weight Deflectometer and Static Deflection Measurements on Flexible Pavements at The National Airport Pavement Test Facility (NAPTF)" Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, Airport Technology Research and Development Branch, AAR-410 Atlantic City International Airport, NJ 08405