



Kajian Perbaikan Apron Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

Apron Improvement Research of Ahmad Yani Airport Semarang

Ali Murtadho dan Welly Pakan

Pusat Litbang Perhubungan Udara, Jl. Merdeka Timur no. 5, Jakarta Pusat 10110
email: masali76@yahoo.com¹⁾, wilpak_1945@yahoo.com²⁾

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 14 April 2014

Direvisi: 16 Juni 2014

Disetujui: 23 Juni 2014

Keywords:

aviation apron, PCN, Ahmad Yani airport

Kata kunci:

Penerbangan, apron, PCN, Bandar Udara Ahmad Yani

ABSTRACT / ABSTRAK

Increasing the number of air traffic flow at airports must be accompanied by an increase in the capability and capacity of the air side facilities and land side of airport. Collapse accident of apron number 6 on January 8, 2014 at Ahmad Yani airport indicate a need for maintenance, repair and improvement of the facilities and continous oversight. So that, it need to increase capability of runway and apron to support increasing number of aircraft. The purpose of this research was to determine the strength of the airport apron Ahmad Yani Semarang before and after reconstruction by the airport management. PCN value obtained from the calculation before breakage is need to be increased from 27 F / D / X / T to 34 F / C / X / T or need to overlay for 8 cm thick. Adding a concrete slab and the addition of asphalt over concrete with a total thickness of 40 cm is already eligible.

Peningkatan jumlah arus lalu lintas penerbangan di bandar udara harus diiringi dengan peningkatan kemampuan dan kapasitas fasilitas sisi udara dan sisi darat. Kejadian amblesnya apron nomor 6 pada tanggal 8 Januari 2014 di bandar udara Ahmad Yani menunjukkan bahwa perlu dilakukan perawatan, perbaikan dan peningkatan pengawasan serta kemampuan fasilitas sisi udara secara terus menerus dan berkesinambungan seiring dengan peningkatan arus lalu lintas yang berkembang dengan pesat. Peningkatan kemampuan landas pacu dan apron dalam mendukung beban pesawat yang terus berkembang perlu terus dilakukan. Tujuan dari kajian ini adalah mengetahui kekuatan apron bandar udara Ahmad Yani Semarang sebelum dan setelah dilakukan oleh pihak manajemen bandara. Dari perhitungan didapatkan nilai PCN perkerasan flexible sebelum terjadi kerusakan adalah perlu ditingkatkan dari 27 F/D/X/T menjadi 34 F/C/X/T atau dioverlay setebal 8 cm. Hasil perbaikan dengan menggunakan plat beton dan penambahan aspal diatas beton dengan tebal total 40 cm sudah memenuhi syarat karena melebihi dari tebal hasil perhitungan yaitu 35,56 cm.

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Achmad Yani merupakan bandar udara yang terletak di Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah yang dalam operasionalnya dikelola oleh PT. Angkasa Pura I. Bandar Udara ini dari tahun ketahun terjadi peningkatan jumlah lalu lintas penerbangan karena dibukanya rute-rute baru ke dan dari Semarang. Bertambahnya jumlah maskapai penerbangan yang beroperasi di Bandar Udara Ahmad Yani menyebabkan kapasitas bandar udara ini menjadi meningkat.

Fungsi apron di bandar udara adalah menyediakan konektivitas antara gedung terminal dan sisi udara. Untuk menentukan ukuran apron ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu, jumlah gate pesawat, ukuran gate dan layout parkir pesawat di setiap gate. Apron didefinisikan sebagai area terbuka pada suatu bandara yang diharapkan dapat memuat pesawat untuk maksud menaik turunkan penumpang, barang pos atau muatan, mengisi bahan bakar, parkir serta pemeliharaan. Apron dapat diklasifikasikan menurut maksud dan tujuan utama. Kebutuhan dan ukuran apron sebaiknya diperkirakan berdasarkan pada tipe dan ramalan volume lalu lintas pada suatu bandara. Selain sebagai tempat keberadaan pesawat, apron dihubungkan oleh taxiways, jalan layanan apron dan parkir untuk perlengkapan layanan, bisa dimasukkan dalam satu bagian sistem apron.

Beban lalu lintas pesawat udara yang tinggi serta jenis pesawat besar yang mendarat di Bandar Udara Ahmad Yani menyebabkan terjadinya kerusakan runway maupun apron. Kerusakan apron terjadi ketika pada hari Rabu tanggal 8

Januari 2014 pesawat Lion Air Boeing 737-900 ER PK akan lepas landas dari Bandara Ahmad Yani Semarang menuju Jakarta. Tertahannya pesawat Lion Air tersebut disebabkan aspal apron nomor 6 ambles dan bergelombang. Aspal yang ambles dan bergelombang tersebut menyebabkan ban pesawat tidak bisa bergerak. Ukuran pesawat yang sangat besar dan penumpang yang penuh, menyebabkan pesawat tersebut tidak bisa bergerak. Agar pesawat tersebut dapat bergerak maka petugas kemudian melakukan tindakan dengan menurunkan penumpang beserta barang bawaannya. Setelah dievakuasi maka pada pukul 12.30 WIB pesawat dapat terbang lagi ke Jakarta. Terjadinya kerusakan apron tersebut, tidak berpengaruh kepada penerbangan maskapai lain karena lalu lintas saat kejadian tidak padat. Setelah kejadian tersebut maka langkah selanjutnya yang dilakukan oleh PT Angkasa Pura I adalah segera meratakan dan memperbaiki kembali apron yang bergelombang tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk membuat perencanaan sebuah landasan pacu, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui karakteristik dari pesawat yang akan menggunakan fasilitas tersebut. Secara umum karakteristik sebuah pesawat terdiri dari komponen yang terdapat dalam pesawat. Komponen pesawat terdiri dari badan, *flap*, sayap (*wing*), *leading edge*, mesin, *vertical fin*, *propeller*, pengendali gerak dan roda. Sedangkan kondisi fisik pesawat terdiri dari lebar sayap (*wingspan*), panjang badan pesawat (*length*), Jarak roda (*wheel base*), jarak antara roda pendaratan

(*wheel tread*), dan tinggi pesawat (*height*).

Setiap jenis pesawat memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga dalam perencanaan landasan lapangan terbang perlu ditentukan jenis pesawat yang sering menggunakan fasilitas landasan. Selain itu, perlu diketahui pula *Annual Flight* dari pesawat yang menggunakan fasilitas lapangan terbang. Dari tipe pesawat yang kita dapatkan dan data penerbangan dapat dilakukan perencanaan geometri dan tebal perkerasan *runway* dengan ketentuan-ketentuan yang telah ada di standar internasional penerbangan. (Robert Horonjeff)

Pada saat menentukan pilihan metode mana yang dipakai dalam perencanaan perkerasan lapangan terbang telah dibuat beberapa kriteria sebagai dasar dalam pemilihan metode yang akan dipakai. Penggunaan metode CBR memungkinkan perencanaan untuk menentukan ketebalan lapisan-lapisan subbase, base dan surface yang diperlukan, dengan memakai kurva-kurva design dengan test-test lapisan tanah yang sederhana. (Ir. Heru Basuki)

METODOLOGI

Alur Pikir Kajian

Untuk melakukan kajian maka perlu dibuat alur pikir guna menentukan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian. Alur pikir/proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Perkerasan Lentur



Gambar 2. Diagram Alur Perencanaan Perkerasan Kaku

Tahapan perhitungan perkerasan lentur dengan metode CBR dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data CBR tanah lapisan sub grade di apron
2. Penentuan karakteristik masing-masing pesawat.
3. Penentuan ekivalen keberangkatan tahunan.
4. Menentukan pesawat rencana.
5. Mencari data tipe pesawat rencana melalui referensi.
6. Melakukan pengeplotan pada kurva tipe pesawat desain.

Tahapan perhitungan perkerasan kaku metode FAA dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data CBR tanah lapisan sub grade di apron
2. Penentuan mutu beton yang direncanakan.
3. Perhitungan kuat lendut.
4. Menentukan tebal lapisan untuk masing-masing pesawat yang beroperasi pada kurva perencanaan perkerasan kaku.
5. Memilih tebal perkerasan lapisan kaku yang paling besar.

Metode Analisis Data

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka analisis data dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus telah yang tersedia dan diakui secara internasional baik dari ICAO, FAA maupun dari buku-buku referensi lain. Dalam menghitung kebutuhan fasilitas sisi udara maka rumus yang digunakan adalah:

- a. Menghitung *Aircraft Classification Number* (ACN) dan *Pavement Classification Number* PCN

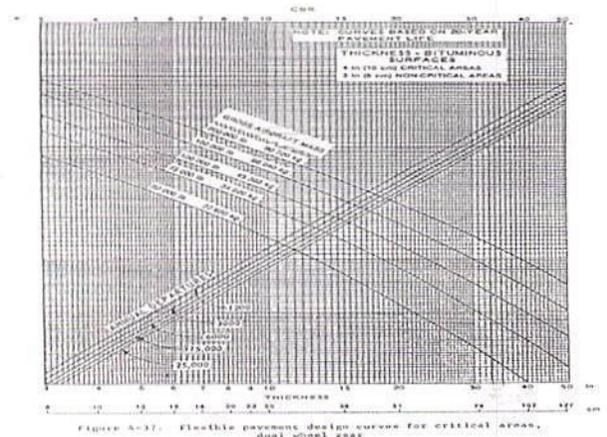
Rumus yang digunakan:

$$ACN = \frac{(Max\ Take\ off\ Mass - Actual\ Mass)}{(Max\ Take\ off\ mas - Empty\ Mass)} \times (ACN_{max} - ACN_{empty}) \quad (1)$$

Nilai ACN pesawat rencana dapat dihitung dengan rumus diatas dimana ACN_{max} dan ACN_{empty} didapat tabel ACN yang dikeluarkan oleh pabrik. Syarat perkerasan flexible menurut SKEP 77/IV/2005 yaitu:

$$PCN > ACN < 1,1 PCN \quad (2)$$

- b. Perencanaan tebal perkerasan landas pacu dengan cara grafis



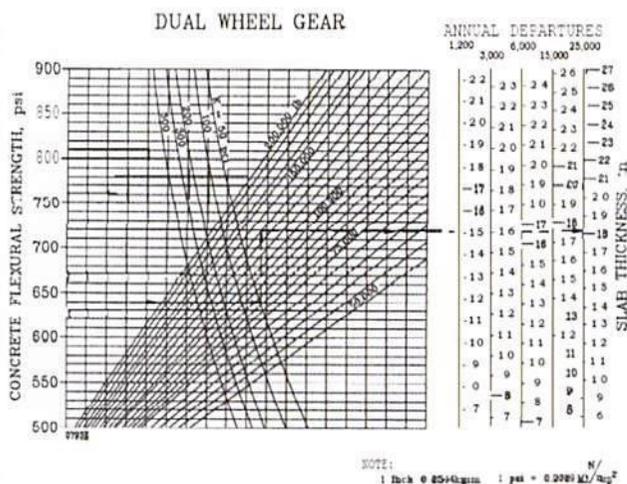
Gambar 3. Grafik nomogram untuk menentuka tebal perkerasan pesawat *dual wheel gear*

Dengan mengetahui bobot maksimum lepas landas, *annual departure*, dan CBR tanah dasar (*subgrade*) maka dari nomogram tersebut diatas dapat ditentukan tebal perkerasan yang sesuai dengan spesifikasi pesawat udara.

c. Perhitungan **tebal slab beton**

Untuk menghitung tebal slab maka diperlukan data-data pesawat B 737-900 ER,

Annual departure, Nilai K lapisan bawah, mutu beton dan nilai kuat lendut beton maka dengan garfik dibawah ini dapat ditarik total lapisan perkeratan yang dibutuhkan.



Gambar 4. Grafik nomogram untuk menentukan tebal perkeratan pesawat *dual wheel gear*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survey Lapangan

Profil Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

Pada awalnya Bandara Achmad Yani adalah pangkalan udara TNI Angkatan Darat, dahulu lebih dikenal dengan Pangkalan Udara Angkatan Darat Kalibanteng. Berdasarkan surat keputusan bersama Panglima Angkatan Udara, Menteri Perhubungan dan Menteri Angkatn Darat tanggal 31 Agustus 1966, maka pangkalan Udara AD diubah statusnya menjadi Pangkalan Udara Bersama Kalibanteng-Semarang. Namun karena peningkatan frekuensi penerbangan sipil, maka pada tanggal 1

Oktober 1995 Bandar Udara Ahmad Yani Semarang berubah menjadi Bandar Internasional pada tahun 2004 setelah Garuda membuka rute Semarang-Singapura. (id.wikipedia.org)

Fasilitas Sisi Darat dan Udara Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

- a) Landasan
Berdimensi 2.680 x 45 m mampu didarati pesawat A 319, PCN 54 FDXT
- b) Taxi Way Luas 6.300 m2
- c) Apron
Luas 26.782 m2 dapat menampung 8 buah pesawat (6 pesawat B 737, 2 psw F 27 atau 2 psw CN 235/Casa). PCN Apron 51 RDXT dan 27 FDXT
- d) Terminal
Luas seluruhnya 6.708m2 mampu menampung 2.780 penumpang dengan rincian:
 - Ruang keberangkatan domestic 2.033 m2
 - Ruang keberangkatan internasional 261 m2
 - Ruang Check In 915,75 m2
 - Hall kedatangan 483 m2
 - Hall keberangkatan 1.010,50 m2
- e) Ruang kedatangan domestic dan internasional 920 m2
- f) Parkir Kendaraan
Luas parker kendaraan 7.410 m2 mampu menampung 296 buah kendaraan
- g) Telekomununikasi :
ATIS (Automatic Terminal Information Service)
Telekomunikasi Radio VHF dua set (ADC/APP)
Navigasi Udara/Rambu Udara (DVOR/DME & NDB)
DVOR : Doppler very High Frequency Ommy Range
DME : Distance Measuring Equipment
Terminal AFTN/Teleprinter
Handy Talky (HT—UHF)

- h) Listrik
 Suplai listrik dari PLN 690/KVA dan cadangan mesin pembangkit tenaga listrik (genset 6 set/1450 KVA) 2x4 Unitg PAPI Run way 13/31
- i) PAPI : Precission Aport Parth Indicator
- Peralatan Security
 - Handy metal detector 9 buah
 - X Ray 5 set
 - Walk Through 3 buah
 - Security CCTV
- j) PKP PK
 Pertolongan Kecelakaan Penerbangan & Pemadam Kebakaran Kendaraan PKP PK :
- Crash car 3 unit
 - Rescue Car 1 unit
 - Comando Car 1 unit
 - Utility Car 2 unit
 - Ambulance 2 unit
- k) Ramp Check
 Telah dilaksanakan bagi kendaraan yang beroperasi di Apron

(Sumber:
<http://simpeda.semarangkota.go.id/simpeda/index.php/article/details/profil-b.u.a.yani>
 tanggal 6 April 2013) (diunduh 8 Juni 2014)

Kejadian Apron Ambles di Bandara Ahmad Yani-Semarang

Kerusakan apron terjadi ketika pada hari Rabu tanggal 8 Januari 2014 ketika pesawat Lion Air Boeing 737-900 ER PK akan lepas landas dari Bandara Ahmad Yani Semarang menuju Jakarta. Tertahannya pesawat Lion Air tersebut disebabkan aspal apron bandara yang bergelombang dan ambles. Aspal yang bergelombang dan ambles tersebut menyebabkan ban pesawat tidak bisa bergerak. Ukuran pesawat yang sangat besar dan penumpang yang penuh, menyebabkan pesawat tersebut tidak bisa bergerak. Kejadian tersebut sempat

mengganggu jadwal keberangkatan sejumlah pesawat.

Amblesnya pelataran parkir pesawat nomor 6 di Bandara Ahmad Yani Semarang, Jawa Tengah diketahui saat pesawat Lion Air tujuan Jakarta didorong mundur untuk bersiap tinggal landas Rabu pukul 10.45 WIB. Roda kanan pesawat tak bisa berjalan akibat lapisan aspal ambles 5 cm. Sebanyak 180 penumpang pesawat, harus diturunkan agar pesawat bisa berjalan. Pesawat baru bisa tinggal landas pukul 12.30 siang.

Menurut pihak pengelola bandar udara ada 3 (tiga) hal yang menyebabkan terjadinya kerusakan apron di Bandar udara Ahmad Yani Semarang. Perkiraan penyebab kerusakan apron adalah:

- a) PCN>ACN;
- b) Pesawat overload dan tekanan roda kurang (indikasi amblesan paling dalam hanya 4 cm)
- c) Umur konstruksi sudah waktunya pelapisan ulang (overlay) untuk peningkatan daya dukung.

Peran Manajemen Bandar Udara Ahmad Yani Dalam Pelaksanaan Maintenance Apron

Pelaksanaan perawatan apron Bandar Udara Ahmad Yani Semarang telah dilaksanakan secara rutin dan berkesinambungan oleh manajemen bandar udara. Peran manajemen dalam perawatan sisi udara diantaranya yaitu pengecekan, pemeliharaan secara berkala dan perbaikan bila ada kerusakan. Bila kerusakan sisi udara terjadi akibat kesalahan maskapai seperti tumpahan avtur atau lainnya maka maskapai penerbangan turut bertanggung jawab dalam hal perbaikan.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan dan kegagalan sistem di bandar udara maka manajemen bandara

mengantisipasi dengan *Standard Operating Procedures* (SOP) yang telah menjadi bagian dari Dokumen *Aerodrome Manual* (AM) serta akan melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a) Jika terjadi kegagalan pada fasilitas maka dengan menyediakan back up cadangan, contoh X-Ray
- b) Jika terjadi kegagalan sarana prasarana maka akan dilakukan perbaikan secara cepat dan NOTAM.

Peran sumber daya manusia (SDM) perawatan dan pengawasan fasilitas di Bandar udara Ahmad Yani sebagai upaya untuk meningkatkan keselamatan penerbangan dilakukan oleh manajemen dengan melakukan standardisasi sesuai lisensi dan skill yang telah diberikan melalui diklat yang dilakukan secara rutin dan berkesinambungan.

Sistem Operasi Prosedur (SOP) terkait pemeliharaan Apron

Keputusan General Manajer PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang Nomor : AP.I/ / 2010 tentang Petunjuk Pelaksanaan *Standard Operating Procedures Weak Spot Repair at Flexibel* dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Latar belakang.
 1. Panjang landas pacu di Bandara Ahmad Yani –Semarang adalah 2.680 m dan pergerakan pesawat 60 pergerakan;
 2. Hal tersebut sangat berpengaruh langsung dengan lokasi runway, taxiway dan apron khususnya didaerah lokasi sekitar center line apron banyak dijumpai ceceran oli/bahan bakar pesawat dari engine dan hidrolis pesawat yang parkir didaerah sisi udara;
 3. Ceceran oli/bahan bakar pesawat setiap hari bertambah

kekuatannya yang dapat menimbulkan kerusakan permukaan apron atau daerah pergerakan pesawat.

4. Demi meningkatkan keselamatan operasional penerbangan maka dinas teknik umum merencanakan perbaikan pada sebagian permukaan aspal runway, taxiway dan apron
- b. Lingkup kegiatan.

Lingkup pekerjaan adalah pekerjaan *weak spot repair flexibel* merupakan pekerjaan yang terkait langsung dengan kesiapan fasilitas bandar udara didaerah *runway, taxiway* dan apron di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang sesuai yang dipersyaratkan.
- c. Persyaratan personil
Dalam pelaksanaan pekerjaan kebersihan ceceran oli/bahan bakar pesawat di apron harus menggunakan tenaga kerja sesuai yang dipersyaratkan.
- d. Persyaratan Peralatan
Dalam pelaksanaan pekerjaan kebersihan ceceran oli/bahan bakar pesawat di apron harus menggunakan kendaraan/peralatan sesuai standar yang dipersyaratkan.
- e. Koordinasi/Pelaporan
 1. Melapor kepada Airport Duty Manager mengenai rencana kegiatan pekerjaan tersebut termasuk jumlah personil dan peralatan yang akan dipakai;
 2. Melapor kepada petugas AMC mengenai rencana kegiatan pekerjaan tersebut termasuk rencana lokasi pekerjaan;
 3. Menuju daerah terdekat dengan lokasi pekerjaan yang telah disepakati bersama sambil

- menunggu waktu penutupan apron;
4. Bila waktu penutupan tiba dan telah mendapatkan lampu hijau/green light, kontraktor dapat masuk ke lokasi parking stand apron yang direncanakan.
 5. Selama pekerjaan berlangsung Handy Talky pelaksana pekerjaan harus selalu on/stand by;
 6. Bilamana pekerjaan telah selesai dikerjakan, pelaksana pekerjaan wajib membuat berita acara pembersihan ceceran oli/bahan bakar pesawat di apron pada hari tersebut untuk ditandatangani bersama dengan petugas AMC bahwa apron parking stand tersebut telah dibersihkan serta dapat difungsikan kembali sebagaimana mestinya.
- f. Proses Pencampuran
1. Bahan kimia dicampur dengan air bersih dengan komposisi 1 bagian bahan kimia berbanding 50 bagian air dalam ember plastik ukuran besar;
 2. Pengadukan dengan cara mencampurkan air secara bertahap terus menerus sesuai dengan ukuran/takaran yang telah ditentukan hingga rata.
 3. Untuk memberishkan 1 m² permukaan slab beton dengan tingak kebersihan 95% diperlukan 1 (satu) liter adonan campuran.
- g. Penghamparan dan pembersihan
1. Adonan campuran selanjutnya ditebar diatas bercak ceceran oli dengan ceret/emrat lalu diratakan dengan sosatan karet;
 2. Biarkan cairan mengendap selama kurang lebih 5 menit, agar bahan kimia bereaksi dengan lapisan

- ceceran oli sehingga lapisan menjadi lunak;
3. Kemudian permukaan slab beton digosok/disikat dengan sikat plastik sehingga lapisan ceceran oli larut kepermukaan, warna cairan menjadi hitam pekat;
 4. Setelah penyikatan dianggap cukup, permukaan slab beton dibilas dengan air, bila masih ada ceceran oli yang menempal disikat kembali sampai bersih;
 5. Kemudian dibilas dengan air bersih secukupnya sehingga merata dan bersih.

Perbaikan apron ambles oleh pihak bandara

Perbaikan apron no 6 yang ambles dilakukan dengan patching/menggali lokasi konstruksi yang ambles sesuai dimensi plat beton bertulang K-400 yang tersedia (210 cm x 400 cm x 30 cm) dan dipasang lalu dilapis dengan asphalt concrete tebal 10 cm padat. Setelah diperiksa oleh direktorat Bandar Udara Subdirektorat Prasarana Bandar Udara dan dinyatakan memenuhi syarat maka apron dapat digunakan kembali.

PEMBAHASAN

Pemeliharaan dan perbaikan apron menurut SKEP/78/VI/2005

Pemeliharaan dan perbaikan apron bandar udara telah ditetapkan melalui Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/78/VI/2005 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), dan Landas Parkir (Apron) Serta Fasilitas Penunjang di Bandar Udara. Pada bab II tentang pemeliharaan konstruksi di bandar udara pasal 2 ayat (1) menyebutkan bahwa setiap

penyelenggara bandar udara dalam melakukan pemeliharaan konstruksi di bandar udara harus memenuhi persyaratan teknis dengan berpedoman pada ketentuan teknis Peraturan ini. Pada ayat (2) berbunyi bahwa pemeliharaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dilakukan berdasarkan kebutuhan keamanan, keselamatan dan kebutuhan operasional penerbangan untuk memenuhi ketentuan minimum serta mendapatkan hasil pelayanan operasi penerbangan yang aman, nyaman dan ekonomis.

Pasal 8 Kerusakan pada perkerasan lentur (*flexible*) terdiri dari:

- a) Keretakan (*cracking*) pada perkerasan lentur disebabkan oleh penurunan pondasi, beban yang melebihi, penyusutan permukaan, konstruksi sambungan yang kurang baik, dengan bentuk meliputi:
 - 1) retak memanjang (*longitudinal crack*);
 - 2) retak melintang (*transverse crack*);
 - 3) retak seperti kulit buaya (*alligator/fatigue crack*);
 - 4) retak setempat (*block cracking*);
 - 5) retak melengkung (*slippage crack*);
 - 6) retak cermin dari keretakan lapisan dibawahnya (*reflection crack*).
- b) Kerontokan (*disintegration*) pada perkerasan lentur disebabkan pemadatan aspal permukaan yang kurang baik, campuran material aspal yang kurang baik, temperatur campuran aspal yang melebihi persyaratan, dengan bentuk material yang lepas tidak melekat dengan aspal (*ravelling*).
- c) Perubahan permukaan konstruksi (*distortion*) pada perkerasan lentur adalah perubahan akibat terjadi penurunan konstruksi, pemadatan

lapisan batu pecah yang kurang baik, perekat aspal (*tack coat*) yang kurang baik, tanah dasar yang mengembang, stabilitas aspal yang kurang baik, dengan bentuk meliputi:

- 1) penurunan permukaan pada jalur roda (*rutting*);
 - 2) permukaan yang menggulung karena stabilitas aspal yang kurang baik (*corrugation and shoving*);
 - 3) penurunan setempat (*depression*);
 - 4) permukaan bergelombang dan retak akibat tanah dasar yang kurang baik (*swelling*).
- d) Kekesatan (*skid resistance*) pada perkerasan lentur adalah penurunan kemampuan dari permukaan perkerasan untuk memberikan kekesatan yang baik (*good friction*) pada semua kondisi cuaca terutama saat cuaca hujan (basah), dengan bentuk meliputi:
- 1) permukaan yang licin karena material tergerus oleh lalu lintas pesawat (*polished aggregate*);
 - 2) permukaan yang licin karena karet ban pesawat (*contaminants*);
 - 3) permukaan licin karena kebanyakan penggunaan aspal (*bleeding*);
 - 4) permukaan aspal yang melunak akibat tumpahan minyak (*fuel spillage*).

Perkerasan rigid apron bandara.

Perkerasan rigid terdiri dari slab-slab beton digelar diatas tanah granular atau *subbase course* yang telah distabilkan (dipadatkan) ditunjang oleh lapisan tanah asli dipadatkan disebut subgrade. Pada kondisi-kondisi tertentu kadang-kadang sub base tidak diperlukan. Perkerasan rigid biasanya dipakai pada ujung landasan, pertemuan antara landas pacu dan taxiway, apron dan daerah daerah lain yang dipakai

untuk parkir pesawat atau daerah-daerah yang mendapat pengaruh panas *blast jet* dan tumpahan minyak.

Subgrade untuk lapis perkerasan rigid

Bahan-bahan subgrade dibawah pekerasan rigid harus dipadatkan agar didapat stabilitas yang memadai dan dukungan yang seragam. Pemasatan yang dilakukan akan meningkatkan density tanah dan tentunya dengan *moisture content* yang tepat. Kedua factor ini akan menyebabkan peningkatan kekuatan struktur tanah. Pemasatan yang dibutuhkan untuk perkerasan rigid tidak seketat untuk perkerasan flexible. Kekuatan subgrade untuk rencana perkerasan rigid dapat ditentukan dengan *test plate bearing* yaitu dengan menggunakan plat yang mempunyai jari-jari 762 mm (30 inch) memakai prosedur test AASHTO T-222. Dari *plate bearing test* dapat dihitung *modulus of subgrade reaction* (harga K). Harga K adalah perbandingan beban MN/m² atau psi dengan penurunan dari *bearing plate* dalam meter atau inches. Harga K dapat pula dihitung dengan korelasi terhadap test laboratorium kekuatan tanah atau dengan jenis tanahnya. Hal ini dilakukan terutama untuk proyek kecil yang waktu penyelesaiannya terbatas dan dana untuk *test bearing plate* tidak ada. Harga pendekatan dari nilai K dari berbagai jenis tanah seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini yang dikutip dari *Portland Cement Association (PCA) engineering bulletin*.

Tabel 1. Nilai K untuk subgrade

Bahan Subgrade	Harga K	
	MN/m ³	Pci
Sangat jelek	<40	<150
Lumayan-Baik	55-68	200-250
Sangat baik	82 dst	300 dst

Sumber: Merancang, Merencana (Ir. Heru Basuki)

Subbase

Lapisan ini terdiri dari material batu pecah dengan gradasi baik, kerikil campur tanah, bahan kerikil yang diperbaiki dngan semen atau campuran kerikil aspal. Lapisan subbase digelar diatas sub grade berfungsi sebagai:

a) Mengatasi atau mengurangi efek pompa (pumping).

Terjadinya efek pompa ditimbulkan oleh lapisan subgrade dengan butiran-butiran tanah halus, jenuh air, yang mengalami penurunan perkerasan berulang-ulang menyebabkan butiran tanah halus jenuh air tadi seolah-olah dipompa keatas, sehingga butiran halus terbawa air keatas pada sambungan (join) atau pada retakan. Efek pompa pada perkerasan akan terjadi bila terdapat hal-hal sebagai berikut:

- Air;
- butiran tanah yang larut menjadi suspense; dan
- beban lalu lintas.

Jenis tanah dengan kandungan lumpur dan tanah liat dominan bisanya banyak menyebabkan pumping.

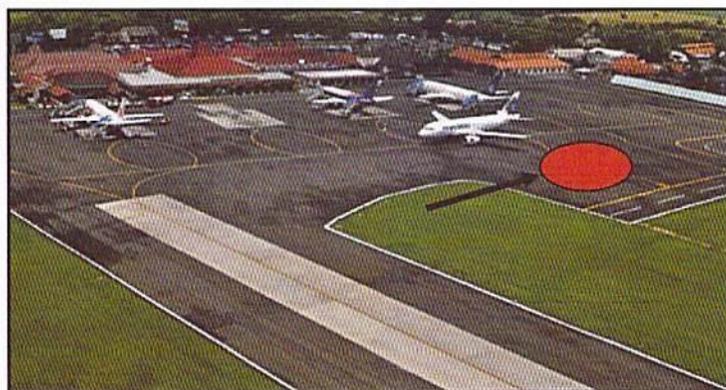
- b) Memberikan ketahanan terhadap perubahan bentuk akibat kembang dan susut yang berlebihan pada jenis tanah tertentu. Untuk mendapatkan ketahanan itu tanah distabilisasi dengan semen atau aspal;
- c) Memperbaiki daya dukung lapisan subgrade, lapisan subbase yang digelar diatas permukaan sub grade akan meningkatkan harga K (modulus of subgrade reaction MN/m³ atau pci). Tanah dengan harga K yang meningkat akan mengurangi ketebalan perkerasan yang diperlukan.

Perkerasan rigid yang dicor diatas lapisan subbase, maka lapisan subbase tebalnya harus 100 mm (4 inch) tebal minimum. Peraturan FAA untuk subbase yang distabilisasi harus digelar dibawah perkerasan rigid yang direncanakan melayani pesawat dengan berat lebih dari 100 lbs (45 ton).

Menghitung ACN Boeng 737-900 Boeing 737-900 Specifications

	737-900	737-900ER
Dimensions		
Length (m)	42.1	42.1
Wingspan (m)	34.3	34.3
Height (m)	12.5	12.5
Wing area (m ²)	125.0	125.0
Weight		
Maximum take-off weight (kg)	79 000	85 200
Maximum landing weight (kg)	66 360	71 400
Operating empty weight (kg)	42 490	
Maximum zero fuel weight (kg)	62 730	67 800
Maximum payload (kg)	20 240	
Standard fuel capacity (litres)	26 030	26 700
Performance		
Range with max payload (km)	5 080	5 900
Maximum operating altitude (m)	12 500	12 500
Landing field length (m)	1 700	
Engines	CFMI CFM56-7B24/26/27, 2 x 24170-27300 lb	CFMI CFM56-7B27, 2 x 27000 lb

Sumber : <http://www.airlines-inform.com/commercial-aircraft/Boeing-737-900.html> (diunduh 9 juni 2014)



Gambar 5. Lokasi apron amblas di Bandara Ahmad Yani Semarang

Pesawat terbesar yang mendarat di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang saat ini adalah Boeing 737-900. Diketahui dari data lapangan bahwa nilai PCN untuk Apron Rigid adalah 51 RDXT, apron flexible adalah 27 FDXT dan CBR dilokasi apron adalah 6%. Dari tabel ACN yang dikeluarkan oleh *Aerodrome Safety* (AARME), Canada (www.tc.gc.ca) pada bulan Juli Tahun 2001 didapat data sebagai berikut:

Tabel 2. ACN's pesawat ATR 42 dan Hercules

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (Mpa)	Flexible Pavement CBR Low C	Rigid Pavement CBR Low C
B-737	777	1.47	51	56
900	420		24	27

Sumber: Canada (www.tc.gc.ca)

ACN B-737 900 ER

Maximum take off weight = 85.200 kg
 Weight on main landing gear = 74.156 kg
 Maksimum landing weight = 71.400 kg
 Operating empty weight = 42.901
 CBR subgrade tanah dasar sebesar 6 %
 maka dimasukkan ke dalam rumus:
 Max Take Off Mass adalah 777(kN) x 101,97 (kg) = 79.230 Kg
 Empty Mass = 42 (kN) x 101,97 (kg) = 42.827 kg

$$ACN = \frac{ACN_{max} - \frac{(Max\ Take\ off\ Mass - Actual\ Mass)}{(Max\ Take\ off\ mas - Empty\ Mass)} \times (ACN_{max} - ACN_{empty})}{1}$$

$$= 51 - \frac{(79.230 - 71.400)}{(79.230 - 42.827)} \times (51 - 24)$$

$$= 51 - \frac{7830}{36403} \times 27$$

$$= 45,19 \approx 46$$

PCN eksisting apron flexible adalah 27 F/D/X/T dimana F adalah untuk perkerasan flexible, D untuk CBR paling rendah (ultra low), X adalah mediuin tire pressure sampai dengan 1,5 Mpa dan T adalah perhitungan secara teknik. Syarat perkerasan flexible menurut SKEP 77/IV/2005
 $PCN > ACN < 1,1 PCN$ (untuk Flexible)
 $27 > 46 < 1.1 (27)$
 $27 > 46 < 29,7$

Dari hasil perhitungan diatas apron flexible tidak mampu untuk memikul berat pesawat B-737 900ER karena ACN pesawat lebih besar dari PCN apron flexible. Untuk meningkatkan nilai PCN apron flexible maka harus dilakukan

overlay dan menghitung lagi kekuatan yang dibutuhkan.

Perencanaan Tebal Overlay

Untuk menentukan tebal overlay apron maka pesawat rencana yang digunakan adalah pesawat rencana terbesar yaitu B-737 900ER.

Aircraft gross weight (B-737 900 ER) = 74.000 kg

Weight on main landing gear adalah = 74.000 kg x 95% = 70.300 kg

MTOW = 85.200 sehingga weight on main landing gear adalah = 85.200 kg x 95% = 80.940 kg

Karena tidak diuraikan secara rinci mengenai pergerakan masing-masing pesawat maka annual departure ditetapkan 15.000 *annual departure*. Kondisi tanah dasar (*subgrade*) sebesar 6%. Dari data tersebut diatas maka dapat ditentukan nilai tebal perkerasan total dengan nomogram untuk *dual wheel aircraft*.

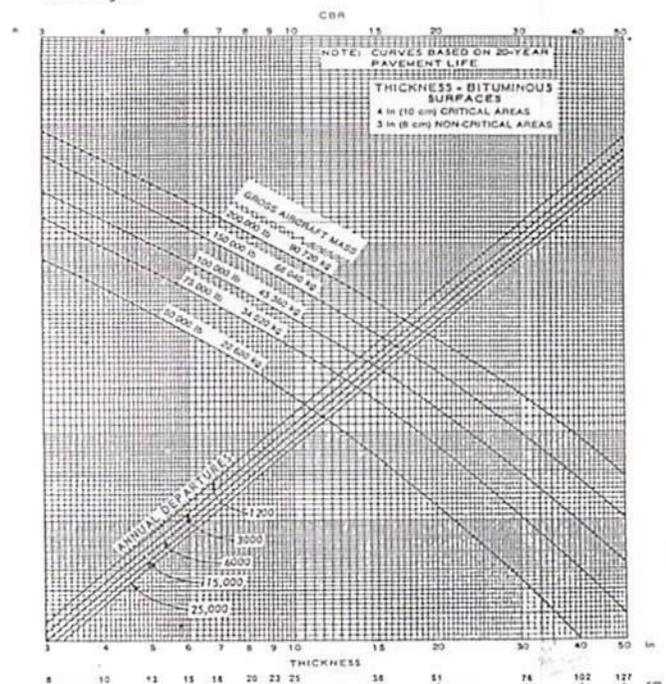
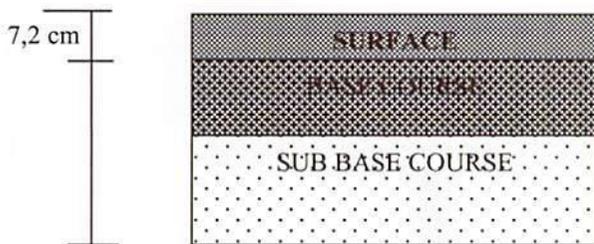


Figure 4-37. Flexible pavement design curves for critical areas, dual wheel gear

Gambar 6. Grafik nomogram untuk menentukan tebal perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan flexible yang diperlukan :

- Untuk weight on main landing gear = 70.300 kg, nilai CBR subgrade 6% dan annual departure 15.000 diperlukan tebal total = 35 inch
- Untuk weight on main landing gear = 80.940 kg, nilai CBR subgrade 6% dan annual departure 15.000 diperlukan tebal total = 38 inch
- Dari hasil diatas maka diperlukan overlay setebal = 38 inch – 35 inch = 3 inch = 7,2 cm (3 x 2,54 cm)



Gambar 7. Tebal lapisan overlay

Perhitungan tebal slab beton

Untuk menghitung tebal slab maka diperlukan data-data pesawat B 737-900 ER sebagai berikut:

$$85.200 \text{ kg} \times 95\% = 80.940 \text{ kg} \times 2,2 \text{ lb} = 178.068 \text{ lb.}$$

Annual departure dianggap 15.000 sesuai dengan rencana induk Bandar udara Ahmad Yani tahap I.

Nilai K = 300 karena dianggap tanah dasar memiliki kekuatan yang cukup.

Untuk slab beton yang dipergunakan dilapangan adalah:

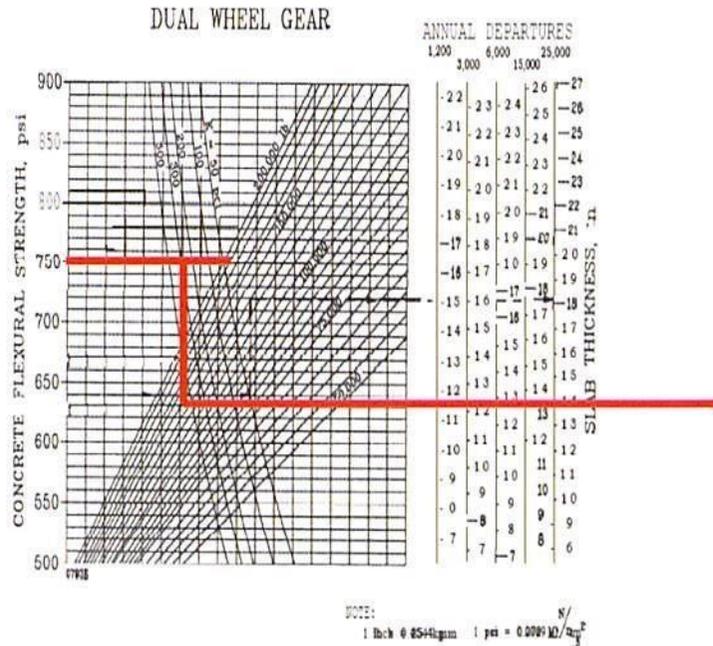
Mutu beton yang digunakan adalah K-400 dengan tulangan.

$$\text{Mutu K-400} = 400 \text{ kg/cm}^2 = 400 \times 14,22 \text{ lb/in}^2 = 5688 \text{ psi.}$$

Kuat lendut yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned} MR &= k \times (fc)^{1/2} && ; k = \text{Konstanta} \\ &(8,9 \text{ atau } 10) \text{ diambil } k = 10 \\ &= 10 \times (5688)^{1/2} = 754,2 \end{aligned}$$

Dari data-data diatas diplot dalam grafik 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik nomogram untuk menentukan tebal perkerasan pesawat dual wheel gear

Dengan annual departure sebesar 15.000 (tahap I) dari grafik diatas didapatkan data tebal slab beton yang dibutuhkan sebesar 14 inch atau (14 x 2,54 cm) = 35,56 cm. Dimensi plat beton bertulang K-400 yang digunakan untuk mengganti kerusakan aspal berukuran (210 cm x 400 cm x 30 cm) dan ditambah dengan lapis overlay aspal concrete 10 cm sehingga tebal total adalah 40 cm. Dari hasil perhitungan diatas lapisan tersebut memenuhi karena tebal total adalah lebih besar dari tebal yang dibutuhkan.

KESIMPULAN

Dari perbaikan yang dilakukan oleh Management Bandar Udara maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

Untuk apron flexible maka PCN perlu ditingkatkan dari 27 F/D/X/T menjadi 46 F/C/X/T atau dioverlay setebal 8 cm.

Tebal perkerasan perbaikan apron dengan plat beton sudah memenuhi syarat karena tebal total lapisan sudah mencapai 40 cm lebih tebal dari perhitungan yaitu 35, 56 cm.

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, Heru Ir. (1985), Merancang dan Merencana Lapangan Terbang, Bandung: Penerbit Alumni.

Horonjeff, Robert. (1993). Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Jilid I, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga.

Transpor Canada July (2001), *Aerodrome Safety (AARME)*, Ottawa, Canada (www.tc.gc.ca).

Aulia Muttaqin, Wardhana Sartono, Hary Cristady, Januari (2009). Analisis Geometrik Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Internasional Lombok (BIL) Nusa Tenggara Barat, Forum Teknik Sipil No. XIX.

Rifdia Arisandi, Hera Widiyastuti. (2012). Perencanaan Pengembangan Apron Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1 No. 1 1-6.

Hazanawati, Wardhani Sartono, Januari 2008, Kajian Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Japura Kabupaten Indragiri Hulu, Forum Teknik Sipil No. XVIII/1.

Dwinanta Utama, (2006) Analisis Struktur Perkerasan Runway, Taxiway dan Apron Bandar Udara Dr. F.L. Tobing Menggunakan Metode *United States of American Practice*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri dan Sistem Transportasi BPP Teknologi, Jurnal Sains dan Teknologi Vol 8 No. 2 Agustus.

Herckia Pratama Danie, Jenni Kusumaningrum, Perencanaan Runway dan Apron untuk Pesawat Tipe B 737-900 ER Pada bandara Sultan Baabullah Ternate (<http://publication.gunadarma.ac.id/>

bitstream/123456789/1342/1/10308072.pdf

Surat Keputusan Maneteri Nomor SKEP 78/VI/2005 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), Dan Landas Parkir (Apron) Serta Fasilitas Penunjang Di Bandar Udara

Keputusan General Manajer PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang Nomor: AP.I/ / 2010 tentang Petunjuk Pelaksanaan *Standard Operating Procedures Weak Spot Repair at Flexibel*

<http://www.airlines-inform.com/commercial-aircraft/Boeing-737-900.html>, diunduh 9 juni 2014

<http://hubud.dephub.go.id/?id/bandara/detail/228>, diunduh tanggal 9 Juni 2014

