

Sistem Manajemen Pemeliharaan Perkerasan Landasan Di Bandar Udara

Airport Pavement Management System

Maryati Karma

Pusat Pengembangan SDM Aparatur Perhubungan, Jl. Merdeka Timur No.5, Jakarta Pusat, 10110
ir.maryatikarma@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima: 1 November 2020
Direvisi: 12 Desember 2020
Disetujui: 17 Desember 2020
Dipublikasi online: Desember 2020

Keywords:

Typical damage (Rutting, Disintegration, Cracking, Distorsion, etc) on Runway, Taxiway and Apron.

Kata kunci:

Tipe Kerusakan (Rutting, Disintegration, Cracking, Distorsion) pada Landas pacu, Landas hubung dan Parkir Pesawat.

Permalink/DOI:

<https://dx.doi.org/10.25104/wa.v46i1.390.18-25>

©2020 Puslitbang Transportasi Udara, Badanlitbang Perhubungan-Kementerian Perhubungan RI. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

ABSTRACT / ABSTRAK

Maintenance of runway facilities should be done by analyzing the runway condition or Pavement Condition Index (PCI) to know the percentage level of runway damage, if it is more than 50 % means that the runway should be immediate repaired. The observation metode is qualitative, experimental and observe the management system implementation of repairing the surface runway at several airports.. Many kind of material can be use to improve or repair the damage of the runway. This observation is to analyze the typical runway damage at several airport such as Rutting, Disintegration, Cracking, Distorsion ,etc and how to improve it. This topic of Airport Pavement Management System is written for Airport Authority in Indonesia and Airport Engineers as a guidance or reference for maintenance and repair of runway facilities more efficient and according to the International Standart (ICAO). Airport manager and technician are responsible for the operation and maintenance of the airports continually to face the problems with pavement distress and deterioration.

Pemeliharaan landasan wajib dilakukan dengan metode analisis kerusakan pada setiap luasan landasan, apabila mencapai tingkat kerusakan lebih dari 50% harus segera dilakukan perbaikan landasan. Observasi atau pengamatan tentang sistem manajemen pemeliharaan perkerasan landasan bandara dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif, pada beberapa lokasi dan mengacu pada pengalaman yang pernah dilakukan pada bandara.. Berbagai jenis material dapat digunakan untuk memperbaiki tipe kerusakan permukaan landasan tersebut. Dari pengamatan kemudian dilakukan analisa kerusakan yang terjadi pada beberapa bandara ditemukan berbagai kriteria tipe kerusakan, yang berbeda (*rutting, disintegration, cracking, distorsion, dsb*) sehingga berbeda pula cara perbaikannya. Artikel ini disusun dengan tujuan agar dapat dimanfaatkan oleh para kepala bandara dan para teknisi landasan di seluruh Indonesia guna mendapatkan panduan atau contoh dalam melaksanakan perbaikan fasilitas landasan secara efisien dan memenuhi kaidah-kaidah persyaratan teknis standar Internasional (*ICAO*). Manager bandara dan para teknisi bertanggung jawab terhadap operasi dan pemeliharaan bandara secara berkelanjutan untuk menghadapi kerusakan konstruksi landasan.

PENDAHULUAN

Maskapai penerbangan saat ini banyak melakukan pembaharuan tipe pesawat untuk melayani penumpang agar lebih nyaman. Perkembangan Maskapai yang merubah tipe pesawat akan mempengaruhi kebutuhan fasilitas bandar udara dari sisi landasan, parkir pesawat dan sebagainya.

Perkembangan tipe pesawat yang melayani penerbangan dari jenis tipe pesawat yang ringan tipe caravan sampai dengan tipe pesawat terberat Airbus A 380 tersebut seiring dengan kebutuhan pembangunan bandara.

Sebelum membahas lebih jauh tentang sistem manajemen perkerasan landasan bandara perlu dipahami terlebih dahulu desain atau perencanaan pembangunan konstruksi perkerasan bandara tersebut khususnya fasilitas landasan (*runway*) dengan fasilitas pendukung lainnya seperti jalan penghubung (*taxiway*) dan parkir pesawat (*apron*). Oleh karena itu, perlu antisipasi desain pesawat terbesar yang direncanakan akan dilayani pada bandara tersebut, serta kondisi lainnya seperti struktur tanah, daerah sekitar seperti daerah pantai atau rawa atau daerah tanah timbunan dan lain sebagainya. Setelah landasan selesai dibangun kemudian dimanfaatkan untuk lepas landas dan mendarat pesawat dengan kurun waktu tertentu, pergerakan pesawat di landasan berkali-kali akan mengakibatkan suatu kelelahan struktur permukaan landasan. Hal ini yang akan mempengaruhi keselamatan penerbangan khususnya pesawat berbadan lebar dengan mesin yang berada pada posisi di bawah badan pesawat, karena material yang lepas dari landasan /*loose material* (*FOD = Foreign Object Damage*) dapat terhisap oleh mesin pesawat yang dapat mengakibatkan kerusakan mesin pesawat tersebut. Sedangkan untuk pesawat *propeller*, material akan merusak baling-baling pesawat yang sangat berisiko terhadap operasi penerbangan.

Secara teori ekonomi dan analisa menyatakan bahwa ada hubungan yang sangat erat antara pertumbuhan trafik

penerbangan dengan tren ekonomi yang berarti pertumbuhan trafik didorong oleh pertumbuhan ekonomi. Perubahan tingkat pendapatan seseorang mempengaruhi kemampuannya membelanjakan uangnya untuk suatu perjalanan yang lebih nyaman. Kegiatan komersial dan perdagangan mempengaruhi kebutuhan langsung dari seseorang untuk melakukan perjalanan bisnis dengan pesawat. Faktor lain yang mempengaruhi demand penerbangan adalah biaya operasi dari *airline* yang mempengaruhi harga tiket yang merupakan faktor utama dari para turis untuk menggunakan pesawat terbang. Pernyataan ini menunjukkan bahwa industri penerbangan sangat sensitif terhadap keselamatan dan keamanan serta kenyamanan.

Semua pelayanan dapat dinikmati pengguna jasa, apabila fasilitas bandara memadai yaitu kondisi runway dan prasarana pendukung lainnya dalam kondisi baik. Untuk itu pemeliharaan *Runway (Airport Pavement Management System)* sangat penting. Seperti diketahui bahwa investasi suatu landasan cukup besar biayanya dengan tujuan utama adalah dapat mendukung pesawat rencana yang terbesar dan dapat dioperasikan dalam kondisi yang baik dan nyaman pada segala kondisi cuaca.

Secara cepat berangsur angsur setelah pembangunan landasan akan mulai terlihat kerusakan akibat beban trafik pesawat yang melebihi rencana dapat mengurangi umur kekuatan landasan dari saat pertimbangan desain. Pada umumnya kerusakan landasan diakibatkan oleh cuaca, efek kelelahan, dan pergerakan dari lapisan *surface* hingga *subbase* selama beberapa tahun. Ditambah lagi kesalahan teknis pada saat pelaksanaan konstruksi, bila menggunakan material yang kurang baik, faktor pelaksanaan pekerjaan yang kurang baik akan mempercepat proses kerusakan konstruksi landasan.

Sehingga konsekuensinya konstruksi landasan membutuhkan secara rutin pemeliharaan /*maintenance*, perbaikan/*rehabilitation* dan peningkatan/*upgrading*, sesuai dengan kondisi kerusakannya.

TINJAUAN PUSTAKA

MENURUT FAA ADVISORY CIRCULAR - AC NO.150/5380-6A, ,GUIDELINES AND PROCEDURES FOR MAINTENANCE OF AIRPORT PAVEMENTS, 2003.

"Many pavements were not designed for servicing today's aircraft, which impose loads much greater than those initially considered. Also, the frequency of takeoffs and landings at many airports has increased considerably", ini menyatakan bahwa banyak konstruksi landasan umumnya tidak didesain untuk melayani pesawat yang beroperasi saat ini yang memiliki beban lebih besar dari perkiraan desain sebelumnya. Juga frekuensi dari pesawat pada beberapa Bandar Udara sudah melampaui perhitungan rencana sebelumnya. Keduanya akan mengakibatkan kemunduran/kelelahan dari konstruksi landas pacu. Untuk meyakinkan keselamatan operasi penerbangan maka pengelola bandar udara harus melakukan pemeriksaan secara rutin untuk peningkatan, perbaikan dari konstruksi landas pacu tersebut sehingga dapat didarati pesawat dengan aman. Yang paling efektif mempertahankan fasilitas landas pacu, taxiway dan apron adalah mengimplementasi program pemeliharaan secara komprehensif.

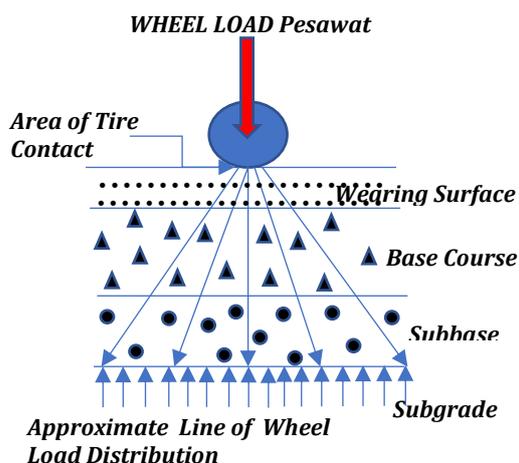
Program pemeliharaan yang komprehensif harus disesuaikan setiap tahun dan menggambarkan jadwal inspeksi dengan peralatan yang digunakan. Pengelola bandar udara harus secara otomatis melakukan perbaikan dan pencegahan terhadap kerusakan sesuai hasil observasinya setiap tahun. Ada 2 elemen yang sangat mempengaruhi kelelahan konstruksi landas pacu yaitu pengaruh dari cuaca dan pergerakan pesawat, disarankan agar secepatnya melakukan pencegahan /pemeliharaan dengan perbaikan konstruksi landas pacu sangatlah penting. Kegagalan atau terlambat melakukan pemeliharaan saat kondisi awal, maka kerusakan akan menjadi lebih serius sehingga memerlukan perbaikan besar dengan biaya yang cukup besar pula. Bila penyebab kerusakan lebih awal diketahui

maka pengelola bandara dapat memilih perbaikan dengan metode yang tidak hanya memperbaiki sesaat tetapi juga mencegah kerusakan menjadi lebih berat. Pemilihan metode perbaikan yang spesifik akan mempengaruhi pertimbangan ekonomis dan dampak pertimbangan teknis. Pengelola bandara harus memprioritaskan efek perbaikan jangka panjang dibandingkan dengan perbaikan cepat jangka pendek. Pengelola bandar udara harus dapat membandingkan alternatif biaya perbaikan jangka panjang dan juga secara ekonomis metode perbaikan yang dilakukan saat ini. Biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan termasuk biaya estimasi pengguna bandar udara seperti : biaya yang berakibat kepada maskapai misalnya harus merubah jadwal penerbangan, kerugian pihak konsesi bandara akibat dari trafik yang menurun dan sebagainya.

Konstruksi perkerasan landas pacu direncanakan, dibangun dan dipelihara untuk mendukung beban kritis pesawat serta menghasilkan kekesatan landasan yang ideal dan permukaan yang aman didarati pesawat.

Tinjauan Konstruksi landas pacu dari Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis, maksudnya adalah perkerasan akan melendut saat menerima pembebanan.

Konstruksi perkerasan lentur akan mendukung beban berdasarkan batasan beban, bukan berdasarkan tegangan lentur. Konstruksi tersebut terdiri dari gabungan beberapa lapisan material dan harus mempunyai kualitas yang baik, ketebalan yang cukup serta mendukung beban maksimum di atasnya. Konstruksi perkerasan landas pacu dari aspal yang mendukung beban berbeda dengan flexural action, beban tersebut menekan beberapa lapis yang didesain dari material pilihan kemudian akan mendistribusikan beban ke permukaan perkerasan dan lapisan dibawahnya. Pada saat mendesain telah dipastikan bahwa beban yang akan ditransfer tidak melebihi beban yang diizinkan dari total beban konstruksi.



Gambar 1. Distribusi beban pada Konstruksi perkerasan aspal

Ref. (FAA Advisory Circular - AC No.150/5380-6A), 2003 Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements.

Variasi dari lapisan perkerasan aspal dan fungsi yang dihasilkan sebagai berikut :

Lapisan permukaan (Bituminous Surface /Wearing Course) ; lapisan aspal pada permukaan terdiri dari campuran batu pecah pilihan dengan gradasi tertentu dan aspal yang diproduksi oleh Mesin *Asphalt Mixing Plant* pada temperatur tertentu. Lapisan permukaan ini berfungsi mencegah penetrasi/masuknya air pada lapis permukaan ke lapisan di bawahnya, memberikan permukaan yang rata dan padat serta bebas dari material lepas yang dapat membahayakan penerbangan dan penumpang. Lapisan ini menahan beban dari pesawat dan memberikan kekesatan (*Skid Resistant*) permukaan aspal tanpa mengakibatkan kerusakan pada roda pesawat yang beroperasi.

Lapis Pondasi Atas (Base Course); lapisan pendukung di bawah permukaan aspal sebagai komponen dari konstruksi perkerasan aspal, yang mendistribusikan beban dari roda pesawat ke *subbase* dan *subgrade*. Lapisan *Base Course* harus memiliki kualitas dan tebal yang cukup untuk mencegah kerusakan dari *subbase* dan *subgrade* dibawahnya, dapat menahan beban vertikal dari atas yang cenderung menghasilkan lendutan, distorsi dari permukaan aspal tersebut. Lapisan pondasi atas menahan perubahan volume yang diakibatkan fluktuasi perubahan kelembaban. Material dari *base course* adalah material

pilihan dengan kekerasan batu pecah dan gradasi yang telah memenuhi persyaratan serta dipadatkan sesuai standar pelaksanaan.

Lapis Pondasi Bawah (Subbase): material *subbase* ini digunakan pada lapisan *subgrade* yang lemah. Fungsi dari *subbase* hampir sama dengan *base course*. Material yang dibutuhkan untuk *subbase* tidak seperti *base course* karena *subbase* meneruskan beban yang lebih rendah. *Subbase* terdiri dari material batu dan pasir yang dipadatkan sesuai persyaratan.

Lapis Tanah Dasar (Subgrade); adalah lapisan tanah yang telah dipadatkan sebagai pondasi dari sistem konstruksi di atasnya. Tekanan beban akan berkurang sesuai kedalaman konstruksi dan tekanan pada *subgrade* terutama pada lapisan paling atas *subgrade* yang memberikan dukungan.

Oleh karena itu, kombinasi konstruksi ketebalan lapisan *subbase*, *base*, *Wearing surface* harus cukup untuk mengurangi tekanan yang terjadi pada lapisan *subgrade* sehingga tidak mengakibatkan distorsi atau penurunan dari lapisan *subgrade*. Penyelidikan tanah harus dilakukan untuk pengecekan kondisi lapisan *subgrade* yang dipengaruhi oleh kadar air yang berbeda. Variasi lapisan *subgrade* perlu dipertimbangkan bentuk (*texture*), kepadatan (*density*), kadar air (*moisture content*) sehingga kekuatan dari *subgrade* menjadi masif. Pada kondisi ini permukaan tanah *subgrade* perlu dilakukan pengujian kekuatan *CBR test* yang lebih cermat.

Kondisi tanah sangat berhubungan dengan kondisi muka air tanah yang dapat mempengaruhi daya dukung tanah termasuk kepadatan tanah, kadar air, ukuran butir tanah, dsb, karena tanah *subgrade* mendukung konstruksi dan beban yang menekan pada permukaan *Subgrade*. Itulah sebabnya pemeriksaan terhadap kondisi tanah sangat menentukan pelaksanaan perataan/ pemadatan tanah dan konstruksi landasan serta kebutuhan saluran air dibawah konstruksi (*subdrain*).

Oleh karena kondisi tanah dasar sangat bervariasi, maka hubungan antara bentuk (*texture*), kepadatan, kadar air, dan kekuatan tanah dasar sangat kompleks. Kemampuan jenis tanah tertentu untuk menahan gaya geser dan perubahan bentuk akan bervariasi tergantung kepadatan dan kadar air.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas, profil tanah dasar memerlukan pengujian yang teliti. Profil tanah pada setiap lapisan memiliki *properties* dan kondisi yang berbeda-beda. Kondisi tanah berhubungan dengan elevasi muka air tanah, *presence of water bearing strata*, dan *properties* tanah, termasuk kepadatan tanah, ukuran partikel tanah, dan kadar air.

Beberapa tanda kerusakan konstruksi perkerasan aspal tampak dari luar yang mungkin disebabkan oleh keretakan/kehancuran antara lain:

Keretakan (*Cracking*)

Keretakan pada konstruksi aspal disebabkan oleh lendutan lapisan permukaan karena pondasi yang kurang stabil, menyusutnya lapisan permukaan, berkembang karena panas dan kontraksi permukaan, serta kemungkinan kurang baiknya sambungan saat pelapisan aspal.

Ada 5 type keretakan dari kerusakan yang umum terjadi pada tipe konstruksi aspal :

(1) Retak memanjang dan melintang (***Longitudinal and Transverse Cracks***) yang sering terjadi akibat dari menyusutnya/kontraksi dari permukaan aspal. Ini terjadi akibat adanya oksidasi dan umur karena mengerasnya lapisan aspal. Kontraksi terjadi karena perbedaan temperatur yang ada. Kurang baiknya pelaksanaan sambungan memanjang dan melintang saat pelapisan landasan yang dapat mengakibatkan percepatan retak memanjang pada permukaan aspal.

(2) Retak Buaya atau retak akibat kelelahan (***Alligator or Fatigue Cracking***) yaitu kerusakan yang saling berhubungan membentuk kotak kecil seperti kulit buaya pada lapisan permukaan aspal. Ini dapat

diakibatkan karena kelelahan dari lapisan permukaan aspal yang telah dibebani berulang kali. Atau terjadi lendutan dari permukaan aspal karena kelemahan pondasi dibawahnya yang umumnya terjadi akibat muka air tanah merembes ke lapisan *base* dari *subgrade*.

(3) Retak setempat (***Block Cracking***) yaitu penyusutan lapisan permukaan aspal karena perbedaan temperatur terjadi tarik/tekan yang mengakibatkan retak setempat (*block Cracking*). Kondisi ini menunjukkan bahwa lapisan aspal sudah menjadi kaku dan umumnya pada permukaan aspal yang cukup luas, serta kadang dapat terjadi pada luasannya tidak dilalui trafik pesawat.

(4) Retak melengkung (***Slippage Cracks***) pada lapisan permukaan aspal yang diakibatkan oleh roda pesawat yang memutar diatas permukaan aspal tersebut. Umumnya hal ini terjadi karena ikatan lapisan permukaan dan lapisan dibawahnya kurang baik, dapat diakibatkan *tack coat* /perekat yang tidak sempurna (telah mengering). Bentuk retak ini seperti setengah lingkaran yang menunjukkan dua arah berlawanan dengan arah trafik pesawat.

(5) Retak seperti cermin (***Reflection Cracking***) diakibatkan oleh pergerakan vertikal dan horizontal dari lapisan konstruksi Aspal dibawahnya yang dapat diakibatkan oleh memuai dan menyusutnya akibat perbedaan temperatur serta perubahan kelembaban atau beban trafik. Bentuk retak dipermukaan menunjukkan bentuk yang sama pada lapisan dibawahnya. Ini sering terjadi pada permukaan aspal yang dilapis diatas permukaan konstruksi beton. Dan hal ini juga dapat terjadi pada pelapisan aspal yang diakibatkan konstruksi lama tidak diperbaiki terlebih dahulu dengan sempurna .

Lepas lepas/ kerontokan (*Disintegration*)

Material yang lepas dari lapisan aspal dapat disebabkan karena pemadatan yang kurang sempurna, atau campuran aspal yang kurang baik, kehilangan ikatan antara aspal dan material, atau campuran aspal yang terlalu tinggi temperaturnya saat pencampuran pada

mesin *Aspal Mixing Plant*. Butiran lepas (*Raveling*) diakibatkan karena material batu lepas dari permukaan aspal terlepas dari ikatan aspalnya. Bila butiran lepas terus terjadi maka kerusakan akan semakin luas serta lapisan konstruksi menjadi kasar dan tajam yang sangat membahayakan roda dari pesawat yang beroperasi.

Perubahan permukaan konstruksi (*Distortion*). Lapisan konstruksi aspal yang terpuntir ini diakibatkan oleh penurunan pondasi, atau pemadatan lapisan pondasi yang kurang baik, atau stabilitas campuran aspal yang kurang baik, atau kurangnya ikatan dari lapisan aspal dengan lapisan konstruksi dibawahnya dan mengembangnya lapisan tanah dasar /*subgrade*.

Ada 4 jenis tipe *distortion* yang sering terjadi:

- (1) Penurunan lapisan permukaan aspal pada jalur roda (***Rutting***) pesawat, keadaan ini dapat terlihat apabila setelah hujan terdapat genangan air pada alur tersebut. Tipe kerusakan ini diakibatkan oleh terjadinya perubahan yang tetap dari lapisan konstruksi atau penurunan pada lapisan *subgrade*. Penurunan lapisan konstruksi aspal ini terjadi diakibatkan oleh beban trafik yang berulang.
- (2) Permukaan bergelombang (***Corrugation and Shoving***) ini terjadi akibat perubahan bentuk dari lapisan permukaan aspal yang berbentuk *ripple* atau mengkerut dapat disebabkan karena stabilitas campuran aspal yang kurang baik serta lemahnya ikatan antara material dari lapisan konstruksi.
- (3) Penurunan setempat (***Depression***) pada permukaan aspal ini terjadi dan dapat diketahui hanya setelah hujan terlihat genangan air setempat. Penurunan dapat diakibatkan karena beban trafik pesawat lebih berat dari beban pesawat rencana saat mendesain konstruksi tersebut, atau terjadi akibat penurunan setempat dari lapisan konstruksi dibawahnya atau disebabkan karena metode pelaksanaan konstruksi yang kurang baik.
- (4) Mengembang (***Swelling***), gerakan ke atas secara lokal dari perkerasan akibat

pengembangan (atau pembekuan air) dari tanah-dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah-dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retaknya permukaan aspal.

Kehilangan kekesatan (*Loss of Skid Resistance*). Faktor faktor yang dapat mengakibatkan menurunnya kekesatan permukaan konstruksi landasan dan dapat mengakibatkan *hydroplaning* adalah termasuk kelebihan aspal dalam campurannya, penggunaan aspal lapisan *tack coat* yang terlalu tebal, mudah rapuhnya material konstruksi serta menjadikan terkontaminasi permukaan aspal.

Kehilangan kekesatan pada lapisan konstruksi dapat disebabkan antara lain :

(1) Keluarnya aspal dipermukaan (***Bleeding***) adalah karakteristik cairan aspal pada permukaan konstruksi yang biasanya lengket (*Sticky*). Ini disebabkan karena kelebihan pemakaian aspal pada campuran hotmix atau kadar pori permukaan aspal yang rendah dan terjadi ketika cuaca panas cairan aspal mengisi rongga dan keluar ke permukaan konstruksi.

Bleeding dapat juga terjadi akibat penggunaan aspal pada lapisan *tack coat* yang berlebihan. Kelebihan aspal tersebut mengakibatkan *Bleeding* sehingga dapat mengurangi kekesatan permukaan konstruksi (*Skid resistance*).

(2) Agregat yang aus (***Polished Aggregate***) pada permukaan aspal dapat terjadi akibat beban trafik yang berulang kali sehingga material *agregat*/batu pecah keluar dari lapisan aspal dan tidak memiliki kekasaran yang dapat memberikan kekesatan permukaan, (*no Skid resistance*)

(3) Tumpahan bahan bakar (***Fuel Spillage***). Tumpahan bahan bakar yang berulang kali diatas lapisan permukaan konstruksi aspal dapat melunakkan lapisan aspal tersebut. Luasan permukaan yang terkena tumpahan bahan bakar jika hanya sedikit biasanya tidak perlu perbaikan, namun bila luasan permukaan cukup besar harus segera diperbaiki.

(4) Tercemar (**Contaminants**).

Akumulasi dari lapisan karet (*Rubber Deposit*) roda pesawat pada permukaan konstruksi dapat mengurangi kekesatan permukaan konstruksi. Penebalan dari lapisan karet pada jalur konstruksi akan mengurangi efektifnya *grooving* dan menambah dapat terjadinya *hydroplaning* saat hujan.

Oleh karena itu program pemeliharaan harus dilakukan secara rutin dengan inspeksi harian, mingguan, bulanan, serta tahunan. Inspeksi secara rutin merupakan tanggung jawab Kepala Bandar Udara, dan pelaksanaan dilakukan oleh personel yang memiliki kompetensi dibidang landasan, atau teknisi ahli lain yang ditunjuk oleh Kepala Bandar Udara.

Pelaksanaan Inspeksi landasan harus menjadi kegiatan rutin di seluruh Bandar Udara. Kegiatan inspeksi landasan terbagi dalam kegiatan harian, kegiatan mingguan, kegiatan bulanan dan kegiatan tahunan.

Kegiatan inspeksi harian yaitu :

Kegiatan pengamatan pada konstruksi perkerasan landasan guna mengamati sekaligus membersihkan dengan *runway sweeper* bila terdapat benda asing atau ada genangan air yang mengganggu keselamatan penerbangan, adanya kerusakan pada permukaan kemudian membuat catatan untuk pelaporan bahwa terdapat kerusakan/potensi kerusakan pada perkerasan.

Kegiatan inspeksi Mingguan yaitu:

Melakukan rekapitulasi dan analisa laporan harian sebagai bagian dari program pemeliharaan konstruksi perkerasan landasan untuk mengamati daerah-daerah yang sering terdapat benda asing atau genangan air dan daerah-daerah yang perlu dilakukan perbaikan.

Inspeksi ini fokus pada area dimana terdapat potensi kerusakan atau pada area dimana kerusakan mulai terjadi sesuai yang tercatat dalam laporan harian.

Kegiatan inspeksi Bulanan yaitu:

Pemeriksaan dilakukan secara menyeluruh untuk perkerasan prasarana sisi udara. Hasil evaluasi dapat dilakukan sebagai bagian dari perencanaan penanganan /perbaikan kerusakan landasan.

Kegiatan inspeksi Tahunan yaitu:

Review komprehensif dari pengamatan dan perbaikan yang dilakukan dari tahun anggaran tersebut berikut biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan kerusakan landasan.

PERATURAN DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA NO. 9, TAHUN 2015

Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan sipil Bagian 139-23. Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara menjelaskan beberapa tipe-tipe kerusakan Perkerasan Konstruksi Aspal dan Perkerasan Konstruksi Beton, termasuk faktor faktor penyebabnya dan cara perbaikannya.

Salah satu tipe kerusakan yang sering terjadi yaitu kerusakan disintegrasi (material permukaan lepas lepas) dan keretakan lapisan permukaan konstruksi aspal.

Hal ini harus segera diatasi atau diperbaiki bila terlambat akan mengakibatkan kegagalan konstruksi landasan dan kemungkinan tidak dapat dioperasikan pesawat.

Tujuan pemeliharaan perkerasan landasan adalah :

- a. Menghilangkan penyebab kerusakan perkerasan landas pacu dan membuat langkah - langkah pencegahannya;
- b. Menemukan lokasi kerusakan pada tahap sedini mungkin, untuk dilakukan penanganan/perbaikan sementara dan/atau merencanakan perbaikan permanen secepat mungkin

Tabel 1. Kode dan Jenis kerusakan

Kode	Jenis Kerusakan pada perkerasan lentur (Aspal)
11	Keretakan (<i>cracking</i>) Retak memanjang (<i>longitudinal crack</i>) dan melintang (<i>transverse crack</i>); Retak seperti kulit buaya (<i>aligator/fatigue crack</i>);
12	Retak setempat (<i>block cracking</i>);
13	Retak melengkung (<i>slippage crack</i>);
14	Retak cermin dari keretakan lapisan dibawahnya (<i>reflection crack</i>).
15	
21	Kerontokan (<i>Disintegration</i>) Lepas / terurai (<i>raveling</i>);
22	Lubang (<i>potholes</i>);
23	Mengelupas (<i>asphalt stripping</i>);
24	Erosi akibat jet blast (<i>jet blast erosion</i>);
25	Kerusakan pada tepi <i>patching</i> yang tidak sempurna
26	Retak rambut (<i>scaling</i>);
31	Perubahan permukaan konstruksi (<i>Distortion</i>) Penurunan permukaan pada jalur roda (<i>rutting</i>);
32	Permukaan yang menggulung karena stabilitas aspal yang kurang baik (<i>corrugation and shoving</i>);
33	Penurunan setempat (<i>depression</i>)
34	Permukaan bergelombang dan retak akibat tanah dasar yang kurang baik (<i>swelling</i>).
41	Hilangnya kekesatan permukaan konstruksi perkerasan (<i>Loss of Skid Resistance</i>) Agregat yang aus (<i>polished aggregate</i>);
42	Kontaminasi minyak, oli dan rubber deposit (<i>contaminant</i>);
43	Keluarnya material aspal ke permukaan (<i>bleeding</i>);

ANNEX 14 AERODROME VOLUME 1, SEVENTH EDITION, JULY 2016.

Annex 14 Aerodrome volume 1, menjelaskan bahwa program pemeliharaan termasuk untuk pencegahan yang paling tepat diterapkan dalam pemeliharaan fasilitas bandar udara sehingga tidak membahayakan terhadap keselamatan dan Pelayanan ruang udara (*Air Navigation*) yang efisien.

Yang dimaksud fasilitas adalah termasuk konstruksi landas pacu, alat bantu penerbangan, pagar, sistem drainasi dan bangunan. Permukaan konstruksi (Landas pacu, Taxiway, Apron) harus bebas dari material lepas atau objek lainnya yang dapat mengakibatkan kerusakan dari struktur

pesawat atau mesinnya atau membahayakan operasi dari sistem pesawat.

Permukaan landas pacu harus dipelihara agar tetap dalam kondisi seperti tidak mungkin berubah bentuk dari pengaruh yang tidak normal. Pengukuran karakteristik kekesatan (*Friction*) permukaan landasan harus dilakukan secara periodik dengan alat *Skid Resistance* (Alat pengukur kekesatan). Pemeliharaan secara korektif harus dilakukan bila karakteristik kekesatan pada seluruh landasan atau sebagian dibawah minimum standar kekesatan.

Dan bila beralasan bahwa adanya karakteristik dari drainasi di permukaan landasan sangat jelek akibat kemiringan atau lendutan, maka pengukuran karakteritik kekesatan landasan harus dilakukan pada kondisi normal ataupun simulasi yang menyatakan seolah olah adanya hujan.

Apabila *taxiway* digunakan oleh pesawat bermesin turbin maka permukaan bahu *taxiway* (*Taxiway Shoulder*) harus dipelihara agar bebas dari material lepas ataupun objek lainnya yang mungkin dapat tersedot mesin pesawat. Permukaan dari konstruksi perkerasan landasan harus dijaga kondisinya supaya tetap baik sehingga karakteristik kekesatan baik. Genangan, lumpur, pasir, minyak dan bekas karet ban (*rubber deposit*) harus dibersihkan untuk meminimalkan akumulasi kerusakan.

Bila landas pacu harus dapat dioperasikan seperti semula sebelum keseluruhan pekerjaan perbaikan landasan selesai dilapis oleh aspal ,maka setiap selesai tahapan pekerjaan pelapisan aspal perlu dibuatkan kemiringan transisi permukaan aspal secara temporer agar operasi pesawat tetap berjalan dengan aman.

Kemiringan memanjang dari transisi tersebut antara landasan yang telah dilapis dan yang belum dilapis adalah 0,5 % sampai dengan 1 % untuk ketebalan lapisan 5 cm, sedangkan bila tebal lebih dari 5 cm maka kemiringan transisi tidak lebih dari 0,5 %.

METODOLOGI

Pengumpulan data untuk tujuan observasi ini dilakukan dengan Metode Kualitatif atau pengamatan yaitu perhatian terfokus pada observasi pemerolehan data dan informasi yang dilakukan dengan wawancara langsung kepada pejabat Direktorat Bandar Udara dan Teknisi Angkasa Pura Cabang Medan serta diskusi dengan nara sumber terkait. (Prof. Dr. Sugiyono, 2014). Untuk itu dilakukan pengamatan pada 2 bandara yaitu Bandara Bawean Gatot Subroto dan Bandara Kualanam -Medan yang ditemukan saat itu adanya kerusakan dari permukaan landasan dan tindak lanjut pelaksanaan perbaikan dari kerusakan tersebut.

ANALISA HASIL PEMBAHASAN

Pemeliharaan tingkat kekesatan permukaan perkerasan Landas Pacu.

Kekesatan permukaan landas pacu akan memburuk karena sejumlah faktor antara lain ,faktor yang utama adalah karena terjadinya gesekan antara ban pesawat dengan permukaan perkerasan baik pada saat pengereman maupun saat pesawat berjalan yang mengakibatkan terjadinya akumulasi kontaminasi karet pada permukaan perkerasan landasan. Efek dari faktor diatas tergantung volume dan trafik lalu lintas pesawat serta jenis pesawat yang beroperasi diatasnya.

Pengaruh lain pada tingkat kerusakan adalah kondisi cuaca lokal, jenis perkerasan yang digunakan (Aspal atau Beton), bahan /material yang digunakan pada konstruksi landasan dan perawatan serta pemeliharaan prasarana sisi udara.

Kegagalan struktur perkerasan seperti *rutting*, *raveling*, retak, penurunan setempat dapat menyebabkan berkurangnya tingkat kekesatan permukaan landasan. Perbaikan segera dari masalah ini harus dilakukan sebagaimana mestinya. Kontaminasi, seperti bekas karet, partikel debu, bahan bakar jet, tumpahan minyak, air, dan lumpur, dapat menyebabkan hilangnya kekesatan pada permukaan konstruksi perkerasan landas pacu. Permasalahan utama yang banyak

terjadi adalah bekas karet dari roda pesawat yang mendarat. Bekas gesekan karet banyak terdapat pada daerah pendaratan yang berpotensi besar untuk menutup permukaan perkerasan yang menyebabkan hilangnya kemampuan pesawat dalam pengereman dan mengontrol arah ,terutama saat kondisi permukaan landasan basah/hujan.

Jadwal Evaluasi Kekesatan Perkerasan landas pacu menjadi tanggung jawab Pengelola Bandar udara dan pengguna lalu lintas udara harus menjadwalkan secara periodik pemeliharaan dari kekesatan permukaan perkerasan landas pacu .

Evaluasi dilakukan tergantung dari volume lalu lintas, dan jenis serta berat pesawat yang beroperasi. Jika pada suatu bandar udara, volume, jenis dan berat pesawat lebih banyak, juga jenis pesawat lebih besar dan berat, maka diperlukan lebih sering untuk dievaluasi dibandingkan dengan bandar udara yang memiliki frekuensi penerbangan sedikit dan jenis pesawat yang lebih kecil dan lebih ringan. Pemeliharaan kekesatan perkerasan landas pacu ini perlu dilakukan dengan memperhatikan waktu yang tersedia sehingga tidak mengganggu jadwal operasi penerbangan. Dalam hal ini diperlukan kerjasama dalam manajemen operasi untuk melaksanakan kontrol rutin atas penggunaan peralatan untuk evaluasi kekesatan landas pacu ini. Jadwal untuk pengamatan/survey dan evaluasi kekesatan perkerasan landas pacu dapat dijadikan pedoman dalam pelaksanaan. Perhitungan berdasarkan kombinasi rata-rata operasi pesawat yang banyak beroperasi di Indonesia seperti (B – 737-800, B-737-900, A320,dll) . Untuk bandar udara yang memiliki perhitungan lebih dari 20% (dua puluh persen) pesawat yang lebih besar (B - 747 ,A380 , dll) dari total campuran pesawat terbang, disarankan untuk memilih melakukan tingkat yang lebih tinggi dalam melakukan pengamatan/survey kekesatan sebagai patokan minimum. Pelaksana bandar udara harus memiliki data-data yang akurat tentang jenis pesawat yang beroperasi di bandar udara untuk memastikan jadwal yang

tepat dalam pelaksanaan pengamatan/survey pengujian kekesatan landas pacu tersebut.

Tabel 2. Frekuensi survei pengecekan kekesatan

Frekuensi Pendaratan Per hari	Pengecekan Rutin
≤ 15	1 Tahun
16 – 30	6 Bulan
31 – 90	3 Bulan
91 – 150	1 Bulan
151 – 210	2 Minggu
≥ 210	1 Minggu

Dalam pelaporan hasil pengukuran kekesatan harus berisikan informasi sebagai berikut :

- *) Lokasi bandar udara
- *) Waktu pelaksanaan pengukuran kerusakan (tanggal dan jam)
- *) Landas pacu yang diukur (disertai sketsa layout landas pacu dan nomor dan arah landas pacu, jenis kerusakan serta luasnya)
- *) Jarak jalur lintasan pengukuran terhadap as landas pacu.
- *) Kecepatan pengukuran diterapkan
- *) Kondisi permukaan perkerasan landasan
- *) Rata-rata tingkat kekesatan per jalur untuk masing-masing pengukuran.
- *) Hasil semua pengukuran kekesatan untuk masing masing jalur pengukuran

Evaluasi Kekesatan perkerasan tanpa bantuan alat, evaluasi secara visual mengenai tingkat kekesatan permukaan perkerasan landas pacu tidak dapat diandalkan secara penuh untuk menilai tingkat kekesatan permukaan landas pacu tersebut.

Pengelola bandar udara yang mengoperasikan pesawat jenis jet harus mengatur jadwal pengujian kekesatan dengan menggunakan peralatan.

Pada prinsipnya, inspeksi secara visual hanya dilakukan untuk menilai dan mencatat kondisi permukaan seperti terdapatnya genangan air, alur kerusakan serta kondisi struktur perkerasan landas pacu. Dari uraian ini dapat disimpulkan bahwa penilaian kekesatan secara visual semata hanya dilakukan sebagai langkah inspeksi dan bukan merupakan suatu kesimpulan dari kondisi permukaan perkerasan.

Pengujian dengan peralatan oleh teknisi yang berpengalaman harus tetap dilakukan sesuai jadwal dengan gambaran pengujiannya .

Pengelola bandar udara dan pengguna lalu lintas udara harus menjadwalkan secara periode untuk pemeliharaan kekesatan permukaan perkerasan.

Pengamatan langsung pada kerusakan landasan di **Bandara Bawean-Gatot Subroto** yang dilakukan oleh Teknisi Direktorat Bandar Udara, dimana kemampuan landasan untuk mendukung operasi pesawat ATR 72 yang dioverlay 5 tahun lalu, kondisi permukaan lapisan aspalnya sudah mengalami kehancuran dengan terlihatnya material lepas lepas (tipe *Disintegration*) seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2. Kondisi landasan dengan lapisan permukaan aspal yang lepas lepas

Hal ini dapat diakibatkan karena pada saat konstruksi campuran aspal kurang tepat, kehilangan perekat antara material batu dan aspal atau temperatur yang berlebih saat mencampur aspal, ataupun kekurangan kadar aspal saat pelaksanaan, dapat diakibatkan juga oleh cuaca temperatur yang tinggi sehingga sebagian aspal yang mengandung kadar parafin menguap.

Pada umumnya kehancuran pada lapisan permukaan aspal adalah material lepas lepas (*Ravelling*). Dan apabila dibiarkan ,maka material yang lebih besar akan lepas sehingga permukaan menjadi kasar dan bergerigi. Kondisi seperti ini sangat membahayakan pesawat yang mendarat bila menggunakan propeller dapat rusak terkena material lepas tersebut. Ada beberapa cara perbaikan yang dapat dilaksanakan antara lain :

- a. Material lepas tersebut perlu dikompresor dan dikupas terlebih dahulu dari lapisan aspalnya, kemudian dilapis ulang dengan aspal hotmix minimum setebal 4 cm.
- b. Alternatif kedua dengan menggunakan campuran aspal cair khusus yang mempunyai daya rekat tinggi dengan biaya yang tidak besar.



Gambar 3. Hasil perbaikan Landasan di Bandara Gatot Subroto dengan dilapis aspal setebal < 1 cm.

Alternatif lain yaitu dengan mengupas lapisan aspalnya dan kemudian dilapis ulang dengan aspal dan ditambahkan lapisan *separator/grid* untuk mencegah agar keretakan tidak merambat kelapisan yang baru di laksanakan. Semua metode mempunyai dampak terhadap biaya dan kekuatan (*life Time*) dari konstruksi tersebut, namun tidak semua Pengelola Bandara memahaminya.

Ada berbagai cara untuk memperbaiki retak retak misalnya dengan di *grouting* air semen kemudian dilapis aspal. Pelapisan konstruksi landasan dapat dinyatakan tepat untuk memperbaiki permukaan konstruksi yang rusak (*Deteriorate*), sehingga dapat meningkatkan daya dukung landasan. Bila perlu memperbaiki aliran permukaan (*Surface Drainage*), untuk memelihara konstruksi landasan atau meningkatkan kekuatan landasan. Pelapisan landasan dilakukan bila kerusakan konstruksi akibat beban yang berlebih (*overloading*), membutuhkan perkuatan untuk mendukung pesawat dengan beban yang lebih berat, juga memperbaiki permukaan landasan yang melendut.

Sedangkan bila kerusakan terjadi lebih dalam maka perbaikan harus dilakukan sampai dengan lapisan *subbase course*. Akibat pekerjaan perbaikan sampai *subbase* maka *subgrade* perlu dipadatkan terlebih dahulu agar daya dukung *subgrade* tercapai minimum 6 % sebelum melakukan rekonstruksi lapisan di atasnya dengan lapisan aspal sesuai standar.

Berdasarkan pengalaman secara praktis bahwa sangat diperlukan adanya sambungan pada permukaan konstruksi aspal. Pada bandara dibutuhkan konstruksi dari campuran aspal tipe keras. Reaksi terhadap perubahan temperatur pada perkerasan aspal hampir sama dengan perkerasan beton. Keretakan yang tidak dapat diprediksi hampir sama terjadi pada permukaan aspal akibat perbedaan suhu.

Observasi juga dilakukan dari hasil pengukuran kerusakan di bandara Kualanamu oleh pihak Angkasa Pura II yang dianalisa kerusakan pada Bandara Kualanamu diamati dengan melakukan pengukuran di lapangan dan membuat sistem grid pada landasan (ukuran 3 m x 3 m) agar mempermudah dalam mengetahui berapa luasan yang rusak dan jenis tipe kerusakan yang terjadi.

Pada landasan seluas 3750 m x 60 m pada Bandara Kualanamu telah dilakukan pengukuran kerusakan permukaan landasan oleh PT Angkasa Pura II bersama Konsultan dengan survey atau pengamatan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi, lokasi dan tingkat kerusakan permukaan perkerasan (*pavement deterioration*) secara akurat, dilakukan pengamatan secara manual maupun dengan menggunakan peralatan *Runway Measurement Equipment* (RME) untuk menghitung nilai PCI (*Pavement Classification Index*). Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kerusakan PCI tersebut landasan Kualanamu disimpulkan tingkat kerusakan kurang dari 50%. Dan untuk melayani operasi pesawat dengan *safety, security* maka kerusakan pada landasan harus segera diperbaiki, karena efek dari kerusakan

dapat mengakibatkan *accident* ataupun *incident* dari pesawat yang beroperasi.

Khusus kerusakan pada daerah *Touchdown* harus segera dilakukan perbaikan dengan mengupas lapisan aspal yang rusak dan mengganti dengan campuran aspal yang memenuhi standar campuran serta temperaturnya, kemudian dipadatkan dengan sempurna.



Gambar 4. Perbaikan daerah kerusakan di Bandara Kualanamu -Medan 2019

Setelah perbaikan ditindak lanjuti dengan pengukuran tingkat PCI (*Pavement Classification Index*) untuk diketahu peningkatannya kemudian perlu dilakukan pengukuran kekuatan landasan dengan alat HWD (*Heavy Weight Deflectometer*) untuk mengetahui nilai PCN (*Pavement Classification Number*) yang baru setelah perbaikan.

KESIMPULAN dan SARAN

Sistem Manajemen Pemeliharaan Perkerasan yang disampaikan diatas adalah cara atau mekanisme pelaksana bandar udara dalam melakukan pemeliharaan landasan dengan pengamatan permukaan landasan setiap hari /minggu/ bulan untuk mengetahui tingkat kerusakan yang terjadi pada permukaan landasan. Dan untuk memudahkan pengamatan dilakukan sistim grid dengan luasan (3m x 3m), seluruh luas landasan kemudian di identifikasi tipe kerusakannya dan melakukan tindak lanjut perbaikannya. Karena landasan merupakan fasilitas yang sangat vital sehingga perlu dijaga keberadaannya agar tetap sempurna untuk melayani pesawat yang akan mendarat, terutama pada bandara yang sangat sibuk

frekwensi penerbangannya dengan pesawat *wide body*.

SIMPULAN

Dari hasil observasi pelaksanaan pemeliharaan di bandara Bawean dan Kualanamu dan penjelasan tipe-tipe kerusakan pada permukaan landasan, disimpulkan bahwa perbaikan landasan sedini mungkin itu diperlukan agar tidak menjadi lebih parah lagi kerusakannya. Kerusakan dari permukaan landasan sangat mempengaruhi keselamatan, dan keamanan penumpang, sehingga **Tagline** yang dicanangkan oleh Kementerian Perhubungan dengan **3 S + 1 C** yaitu *Safety, Security, Services through Complaine* harus diterapkan oleh seluruh jajaran di Kementerian Perhubungan Udara sebagai Pelayan Publik.

SARAN

Perlunya pelatihan teknis para pelaksana di setiap Bandar Udara khususnya yang menangani pemeliharaan landasan sehingga memahami tugas dan fungsinya dengan baik serta dapat mengambil tindakan teknis bila terjadi kerusakan pada landasan di unit kerjanya secara tepat dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang Undang Republik Indonesia No.1, (2009), tentang Penerbangan.
- Peraturan Menteri Perhubungan no. 83, (2017), Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139 (Civil Aviation Safety Regulation PART 139), Bandar Udara (Aerodome).
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No.262, (2017), tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139. volume I Bandar Udara (Aerodrome).
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No.212, (2017), Petunjuk Teknis Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139-11 (Staff Instruction 139-11) tentang Prosedur Pengawasan Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara (Pavement Management System).

ICAO ANNEX 14, Volume I, Aerodrome Design and Operation, (2016), Aerodrome Maintenance, seventh Edition.

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara no. 94, (2015), Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan sipil Bagian 139-23 Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara.

Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara.

Prof. Dr. Sugiyono, (2014), Metode Penelitian Kuantitatif-Kualitatif dan R & D.

David. L. Bennett - Director of Airport Safety and Standards (FAA Advisory Circular-AC No. 150/ 5380 - 6A) (2003), Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements.

Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara no.93, (2015), Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (Advisory Circular CASR PART 139), Pedoman Perhitungan PCN (Pavement

