



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

# “PERANAN TEKNOLOGI UNTUK REVITALISASI BANDARA DAN TRANSPORTASI UDARA”

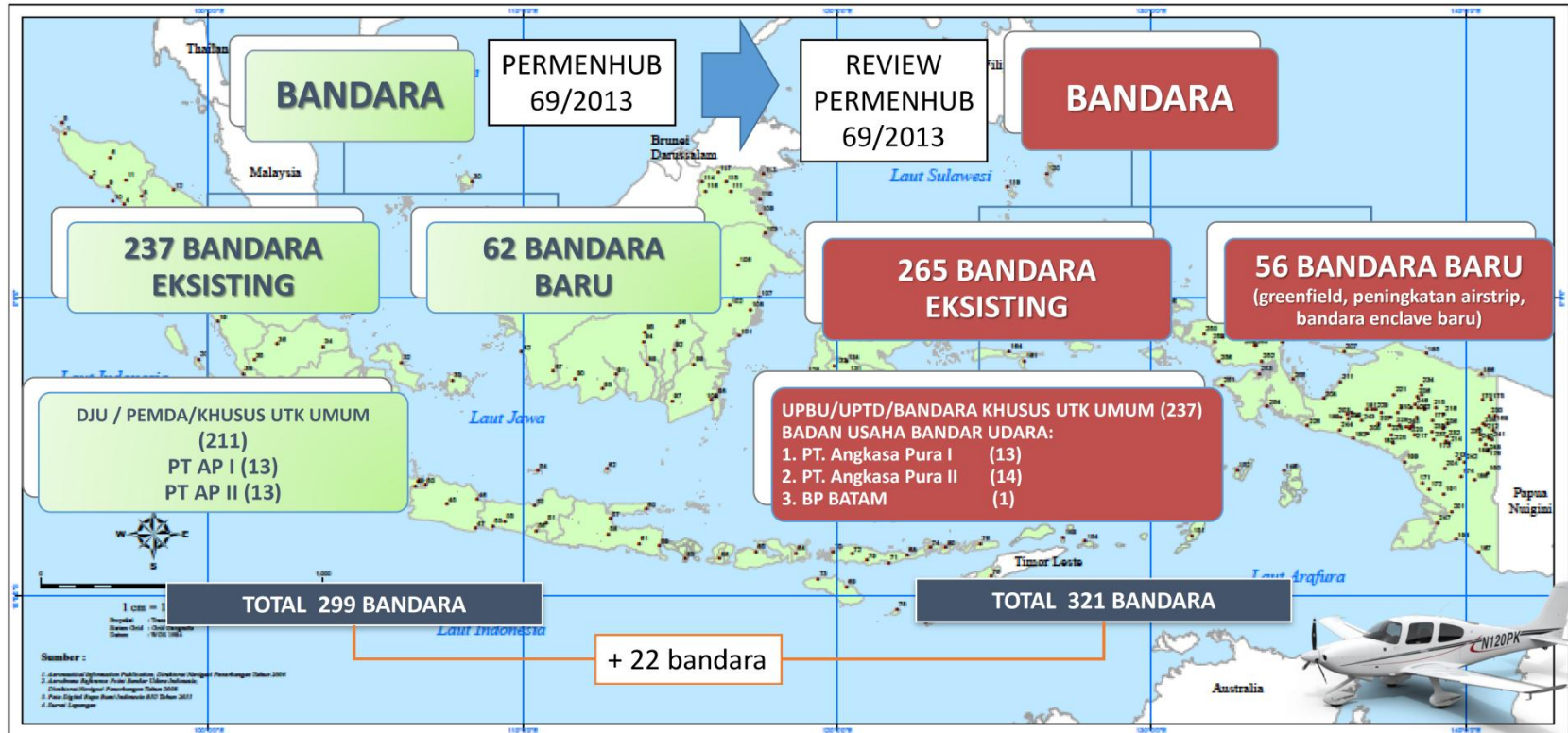
## BANDAR UDARA

Ir. Wardhani Sartono, M.Sc.

Prof. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D.

Disampaikan pada Seminar STTA:  
Yogyakarta, 10 Desember 2019

# Profil Bandar Udara



(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

# Profil Bandar Udara



# 10

**Bandara Baru Selesai Dibangun dan sudah dioperasikan**

**PERIODE PEMBANGUNAN 2015 – 2018**  
*Ditergetkan selesai 15 Bandar Udara Baru Tahun 2019*



**1. Letung - Anambas**  
 sudah beroperasi, melayani rute **Batam-Letung** 7x seminggu, Wings Air Pesawat ATR-72

**2. Namniwel**  
 sudah beroperasi, melayani rute **Ambon - Namlea** PP 5x seminggu, Pesawat ATR 42

**3. Miangas**  
 Sudah beroperasi, melayani rute **Manado-Melonguane-Miangas** 1x seminggu, maskapai Wings Air pesawat ATR

**4. Morowali**  
 sudah beroperasi, melayani Rute penerbangan **Palu - Morowali**, 3x seminggu, wings air pesawat ATR 42-500

**5. Werur**  
 Sudah beroperasi, melayani penerbangan perintis rute **Werur - Sorong** 1x seminggu

**6. Maratua**  
 Sudah beroperasi, melayani penerbangan perintis **Tarakan - Maratua - Berau** 1x70 m X 30 m seminggu, Garuda Ind (ATR 72)

**7. Koroway batu**  
 Sudah beroperasi, melayani penerbangan perintis rute **Tanah Merah - Koroway Batu** 1x seminggu

**8. Kertajati**  
 Sudah beroperasi, melayani rute **surabaya - Kertajati** setiap hari, CityLink pesawat B737

**9. Samarinda Baru**  
 Sudah Beroperasi, melayani rute **Samarinda-Surabaya, Samarinda-Ujung Pandang, Samarinda-Berau**, Wings Air

**10. Tebelian**  
 Sudah beroperasi, melayani rute penerbangan **Sintang - pontianak PP**, Wings Air Pesawat jenis ATR 72 - 600

**1. Kertajati**  
**2. Samarinda Baru**  
**3. Tebelian**

**1. Siau**  
**2. Tambelan**  
**3. Muara Teweh**  
**4. Buntukunik**  
**5. Pantar**



(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

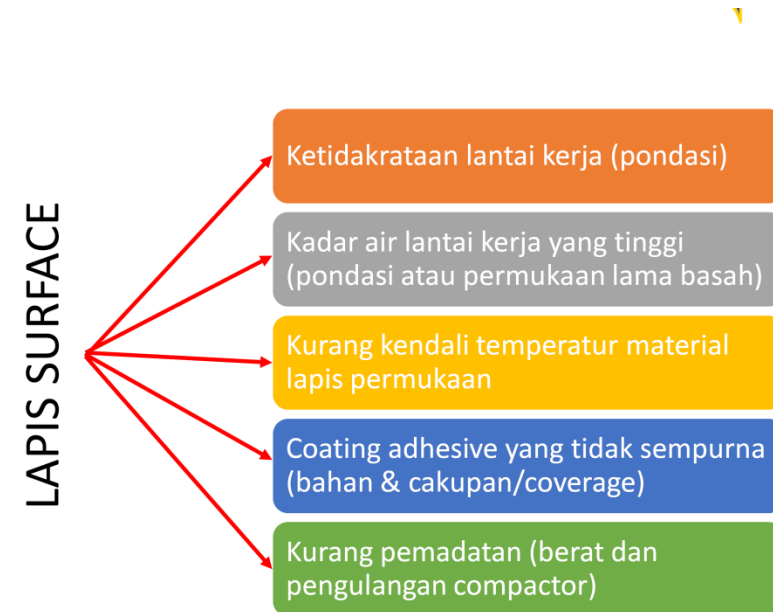
# Karakteristik Bandara di Indonesia



- Sebagian Bandara di Indonesia dibangun untuk kepentingan Pertahanan dan Keamanan.
- Sistem pelapisan berorientasi lapis permukaan (bukan lapis pondasi/base).
- *Design Traffic* sangat berbeda dengan *Traffic* pada saat ini (ukuran maupun frekuensi).
- Sebagian besar dibangun secara bertahap banyak segmentasi perkerasan yang berbeda.
- Sebagian dibangun diatas tanah lunak, dengan Kapasitas Daya Dukung yang sangat rendah. (APT Pranoto Samarinda, H. Asam Sampit, Juanda Surabaya, dll)
- Sebagian dibangun di pegunungan, dengan Luas Bidang/Medan Datar (Flat) yang sangat terbatas. (Wilayah Pedalaman Papua).

(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

# Aspek Pelaksanaan Lapis Pondasi dan Lapis Surface



(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

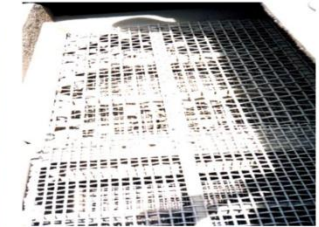
# Aspek Pelaksanaan Akibat Keterbatasan Peralatan



No	Uraian	Permasalahan
1.	AMP tidak memenuhi standar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pilihan bahan bakar.</li><li>• Kemiringan drum yang tidak sesuai dan bocor.</li><li>• Timbangan yang tidak di kalibrasi.</li><li>• Saringan yang rusak, dll</li></ul>
2.	Peralatan penunjang pelaksanaan tidak memenuhi standar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peralatan pemadat bertanya kurang.</li><li>• Tidak berfungsinya sprayer / sehingga penyiraman tack coat/prime coat dilakukan manual.</li><li>• Asphalt finisher tidak dilengkapi automatic level, dll</li></ul>
3.	Peralatan pengujian tidak lengkap / tidak dimiliki	<ul style="list-style-type: none"><li>• Penyedia Jasa tidak memiliki peralatan pengujian, sehingga pengujian tidak dilaksanakan</li><li>• Pelaksanaan quality control harian tidak terkontrol, karena menunggu hasil uji di lab Independent lama/antri</li><li>• Pengujian diakhir pelaksanaan, dll</li></ul>



Kemiringan drum tidak sesuai



Saringan yang tertutup sebagian



(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

# Aspek Pelaksanaan Akibat Keterbatasan SDM



No	Uraian	Permasalahan
1.	SDM Kontraktor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pekerja tidak terampil;</li><li>• Cenderung terbiasa dengan metode pelaksanaan pekerjaan jalan raya</li><li>• Bekerja berdasarkan arahan mandor, jika salah arahan akan diikuti.</li></ul>
2.	SDM Konsultan Pengawas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sering ditemui pengawas kurang berpengalaman;</li><li>• Jumlah personil dilapangan kurang;</li><li>• Tidak paham prosedur pengujian laboratorium.</li></ul>
3.	SDM Direksi (Pimpro/PPK/Direksi Teknis)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Banyak PPK yang tidak berlatar belakang teknis;</li><li>• Direksi proyek tidak memahami prosedur keproyekan;</li><li>• Direksi proyek tidak memahami teknis pelaksanaan pekerjaan.</li></ul>

(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

# Aspek Pelaksanaan Isu Terkait Aspek Pelaksanaan

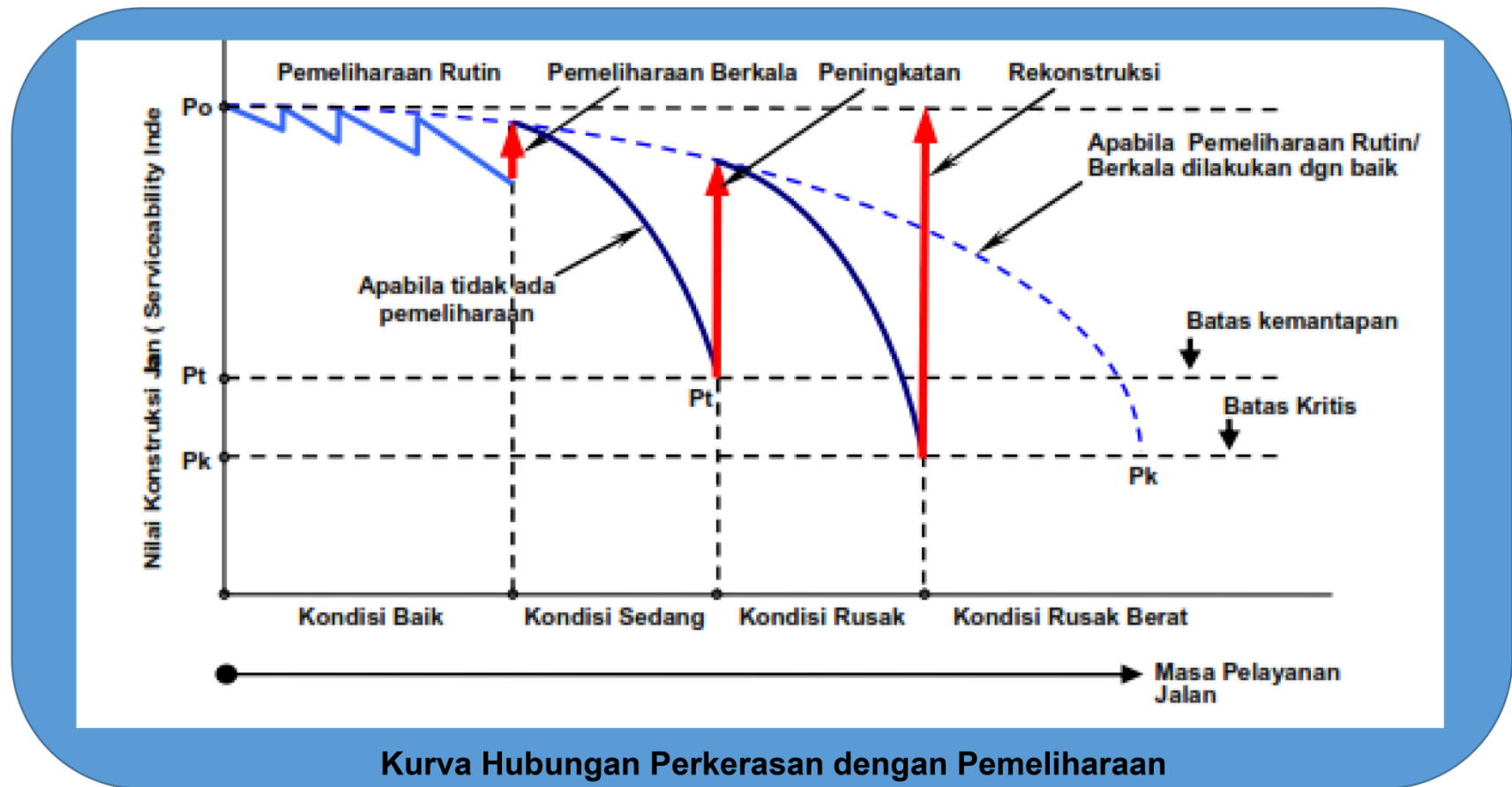


No	Uraian	
1.	Berkembangnya peralatan dari sisi:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kapasitas, seperti tersedianya Paver dengan lebar hampar 7 m dan dapat menghasilkan crown dalam sekali hampar</li><li>• Kualitas kerja, seperti penyesuaian vibrasi yang lebih teliti dan disesuaikan dengan material yang di handle.</li></ul>
2.	Waktu pelaksanaan Terbatas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pendeknya waktu dan ruang kerja terutama untuk bandara dengan traffic padat yang beroperasi.</li></ul>
3.	Berkembangnya pilihan bahan dan jenis campuran, seperti:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Penggunaan material aspal Penetration Grade (PG), sudah diterapkan pada runway Soekarno Hatta</li><li>• Campuran Split Mastic Asphalt dengan Polymer Modified Bitumen (PMB).</li><li>• Campuran Chipping dengan Agregat berukuran seragam untuk pengasaran.</li><li>• <i>Rejuvenation treatment asphalt</i></li></ul>

(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)



# Cyrcle Pemeliharaan



(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

# Jenis Kerusakan Pavement Bandara



Secara Umum ada 5 Tipe kerusakan :

1. Retak (*Cracking*)
2. Kerusakan pada Sambungan (*joint seal damage*)
3. Kerontokan (*disintegration*)
4. Perubahan permukaan konstruksi (*distortion*)
5. Hilangnya kekesatan permukaan konstruksi (*loss of skid resistance*)

(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

NO	PERMASALAHAN	URAIAN	TINDAK LANJUT
1.	Implementasi KP 94 tahun 2015.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada tahun 2016 bandara internasional yang melaporkan 20 bandar udara dari 24 bandar udara.</li> <li>• Pada tahun 2017 bandara domestik yang melaporkan 3 bandar udara dari 94 bandar udara.</li> <li>• Format pelaporan PMS belum standard dalam KP 94.</li> <li>• Minimnya pengelolaan data oleh penyelenggara bandar udara (data <i>layering system</i> perkerasan, data kerusakan dan penangannya).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direktorat Bandar Udara sudah melakukan sosialisasi kepada penyelenggara bandar udara mengenai KP. 94 tahun 2015.</li> <li>✓ Akan dilakukan revisi KP. 94 agar lebih komprehensif beserta manual nya.</li> </ul>
2.	Pemahaman dan pengetahuan SDM yang masih kurang terhadap PMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latar belakang pendidikan personel yang menangani PMS.</li> <li>• Kurangnya pelatihan dan pendidikan terkait <i>Pavement Management System</i>.</li> <li>• Kurangnya SDM yang mengoperasikan alat uji PMS dan analisisnya.</li> <li>• Keterlambatan pemeliharaan landas pacu dan penanganannya oleh penyelenggara bandar udara.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Penempatan personel di bandar udara yang sesuai kompetensinya.</li> <li>✓ Pelatihan dan praktek langsung tentang PMS kepada personel penyelenggara bandar udara</li> </ul>

NO	PERMASALAHAN	URAIAN	TINDAK LANJUT
3.	Jumlah peralatan uji PMS yang terbatas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbatasnya jumlah alat uji HWD, Skid Resistance (Mu meter) dan Profilo meter yang dimiliki oleh Balai Teknik Penerbangan (BTP).</li> <li>• Peralatan pendukung lainnya yang masih terbatas yaitu analisa layering system (GPR-Ground Penetrating Radar) dan RME (Runway Measurement Equipment).</li> <li>• Peralatan uji laboratorium untuk perkerasan landasan yang masih minim dan belum dimanfaatkan secara optimal.</li> <li>• Kurangnya software untuk kemudahan pengolahan data dan analisa (PMS) serta penyajian hasil pengujian HWD, GPR dan RME.</li> <li>• Maintenance peralatan dan kalibrasi peralatan yang harus standart.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Penyelenggara bandar udara dan Balai Teknik Penerbangan untuk melakukan pengadaan pendukung alat-alat uji terkait PMS.</li> <li>✓ Pembuatan software khusus untuk pemeliharaan perkerasan landas pacu.</li> </ul>
4.	Kondisi perkerasan dalam mengimbangi lalu lintas dan beban (pesawat) yang semakin bertambah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai daya dukung / PCN landas pacu dari beberapa bandar udara sudah tidak sesuai (karena usia, perubahan lalu lintas dan perhitungan).</li> <li>• Kurangnya koordinasi antara penyelenggara bandar udara dan operator maskapai penerbangan mengenai kapasitas beban landas pacu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perhitungan PCN dengan alat HWD dan software COMFAA sesuai dengan KP. 93 tahun 2015.</li> <li>✓ Pembuatan SOP dalam koordinasi beban pesawat yang diijinkan untuk beroperasi.</li> </ul>

(Ditjen Perhubungan Udara, 2019)

- CHINA : Negara Daratan Luas  
Deng Xiopnig (1904-1997)

“Jika bangsa dan negara ingin kaya, pertama-tama bangunlah jalan yang baik”  
(Kompas, 21 Mei 2005)

- INDONESIA : Negara Kepulauan

“Jika bangsa dan negara RI yang terdiri dari lebih 17.000 pulau ingin kaya, pertama-tama bangunlah: jalan dan jalan rel/KA, pelabuhan dengan dermaga, dan bandara yang baik”  
(STTA, 10 Desember 2019)

## ICAO Aerodrome Reference Code (ICAO, 2013)

Code Number	Aeroplane reference field length (ARFL)	Code Letter	Wingspan	Outer Main Gear Wheel Span <sup>a</sup>
<b>1</b>	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5 m
<b>2</b>	800 m - < 1.200 m	B	15 m - < 24 m	4,5 m - < 6 m
<b>3</b>	1.200 m - <1.800 m	C	24 m - < 36 m	6 m - < 9 m
<b>4</b>	≥1.800 m	D	36 m - < 52 m	9 m - < 14 m
		E	52 m - < 65 m	9 m - < 14 m
		F	65 m - < 80 m	14 m < 16 m

Referensi: Annex 2013, 2016, 2018

Bandara Adisucipto Yogyakarta : 4C  
Yogyakarta International Airport : 4E

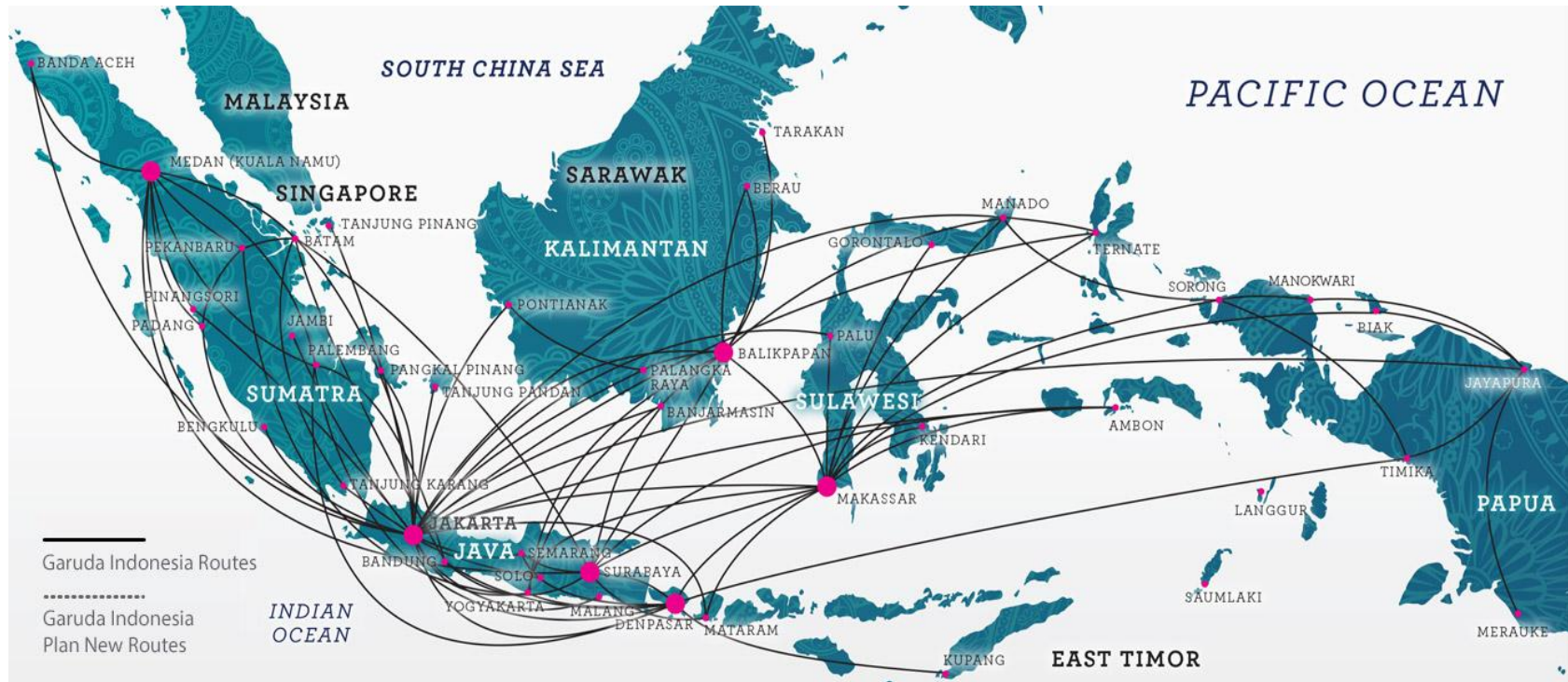
# Rute Transportasi Udara



- a. *Line*
- b. *Grid*
- c. *Hub dan Spoke* (Pengumpul dan Pengumpan)

Untuk NKRI, konsep rute transportasi udara yang sesuai adalah: *Hub and Spoke*

# Rute Transportasi Udara



Rute Penerbangan Domestik Garuda Indonesia  
(Garuda Indonesia, 2015)



# Rute Transportasi Udara



Rute Penerbangan Lion Air  
(Lion Air, 2015)

Bandara Hub di Indonesia banyak dibangun dengan code 4C dan 4E, sedangkan Bandara Spoke banyak dibangun dengan code 2B, 2C, 3B, 3C

# Jumlah Bandara Tersibuk Di Dunia 2018



## **Daftar Bandara Tersibuk di Dunia pada Tahun 2018:** (dalam juta penumpang)

1. Hartsfield-Jackson Atlanta Airport, Georgia AS : 107,4.
2. Beijing Capital International Airport, China : 101.
3. Dubai International Airport, UAE : 89,1.
4. Los Angeles International Airport, California, USA : 87,5.
5. Haneda International Airport, Jepang : 87,1.
6. O'Hare International Airport Illinois, USA : 83,3.
7. Heathrow International Airport, London, UK : 80,1.
8. Hong Kong International Airport, China : 74,5.
9. Shanghai Pudong International Airport, China : 74.
10. Paris Charles de Gaulle Airport, Perancis : 72,2.
11. Amsterdam Airport Schiphol, Belanda : 71.
12. Indira Gandhi International Airport, New Delhi, India : 69,9.
13. Guangzhou Baiyun International Airport, China : 69,8.
14. Frankfurt International Airport, Jerman : 69,5.
15. Dallas/Fort Worth International Airport, Texas, USA : 69,1.

# Jumlah Bandara Tersibuk Di Dunia 2018



## **Daftar Bandara Tersibuk di Dunia pada Tahun 2018** (lanjutan):

16. Incheon International Airport, Seoul, Korea Selatan : 68,4.
17. Ataturk International Airport, Turki : 68,2.
- 18. Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Jakarta, Indonesia : 66,9.**
19. Singapore Changi Airport, Singapura : 65,6.
20. Denver International Airport, Colorado, USA : 64,5.

Bandara Soekarno-Hatta urutan ke 18, Singapore Changi Airport urutan ke 19.

Pada tahun 2013, Bandara Internasional Soekarno-Hatta menempati urutan ke 10 Bandara tersibuk di dunia.

## A. Sisi Darat (*Land Side*)

1. Bangunan terminal penumpang
2. Bangunan terminal kargo
3. Bangunan operasi
4. Fasilitas penumpang bandar udara

## B. Sisi Udara (*Aviside*)

1. *Runway*
  2. *Taxiway*
  3. *Apron*
- } *Movement area*

## 1. Geometrik

Meliputi dimensi/ukuran: panjang, lebar, jarak, gradient, slope, clearance dll.

## 2. Perkerasan

Daya dukung *movement area* agar mampu mendukung bobot pesawat terbesar sesuai dengan *code number* dan *code letter*nya.

Perkerasan bandara dibangun dua jenis

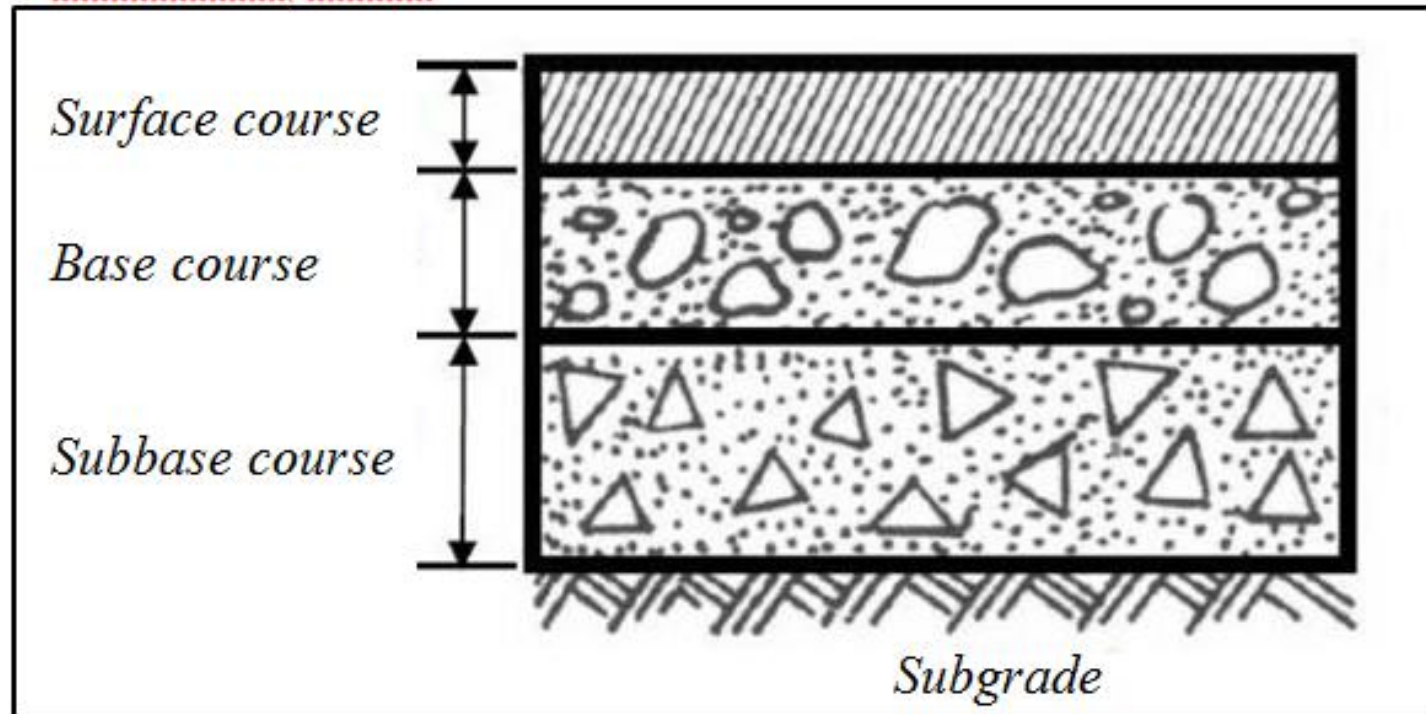
- a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) sering digunakan untuk *runway* dan *taxiway*
- b. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) Sering digunakan untuk *apron* dan *taxiway*

## 3. Mechanical & Electrical

# Tipikal perkerasan lentur



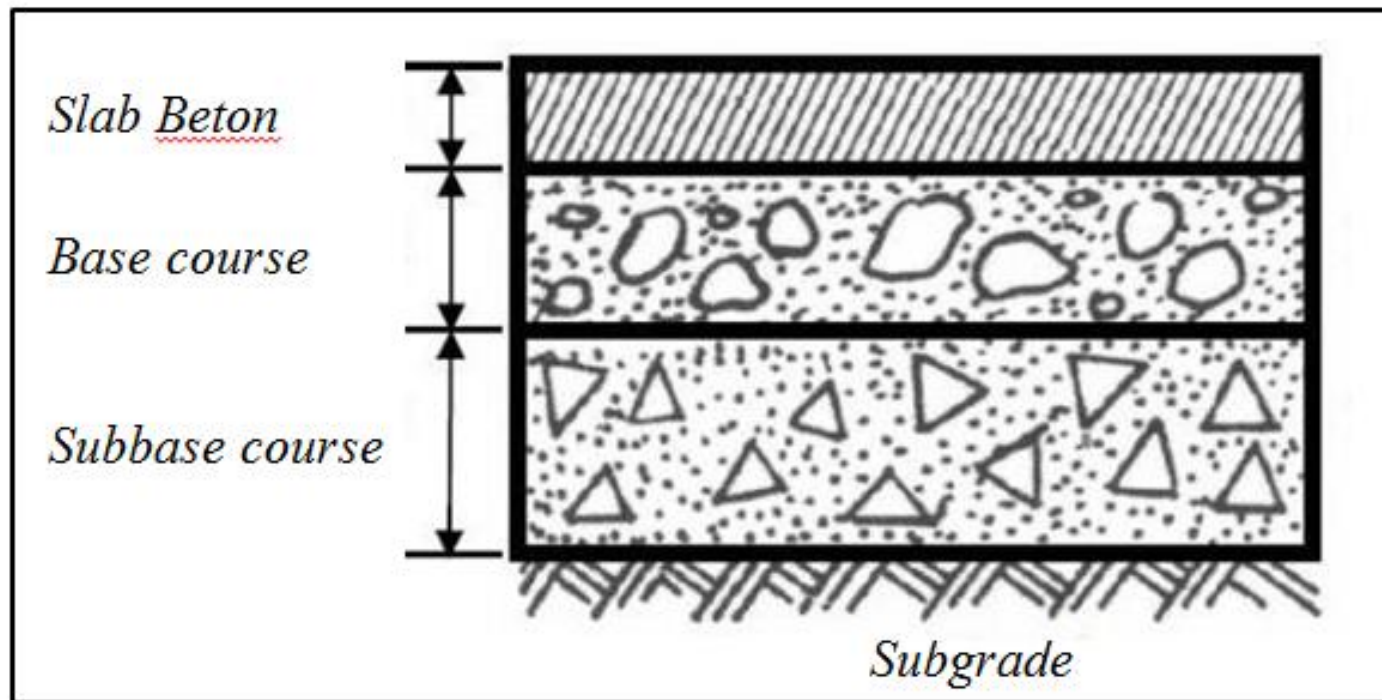
## 1. Perkerasan lentur



# Tipikal Perkerasan Kaku



## 2. Perkerasan kaku



# Masalah Perkerasan Yang Terjadi Beberapa Bandara Di Indonesia



- Bandara untuk melayani pesawat kecil ditingkatkan untuk melayani pesawat besar.
- Bandara tersebut beberapa kali terjadi kerusakan sehingga mengganggu operasi penerbangan: *delay, cancel, diverted, RTB.*



# Masalah Perkerasan Yang Terjadi Beberapa Bandara Di Indonesia



- Kerusakan sering terjadi adalah:
  1. *Delamination* – pengelupasan lapisan permukaan
  2. *Depression* – penurunan permukaan perkerasan
  3. *Pothole* – permukaan perkerasan terjadi lubang seperti bola
- Kerusakan tersebut dapat menimbulkan FOD – *Foreign Object Damage* yang sangat membahayakan pesawat karena adanya benda asing yang dapat merusak *body* dan mesin pesawat

# Air dapat merusak struktur perkerasan bandara



Yang dapat merusak struktur perkerasan movement area (runway, taxiway dan apron) ada 4 faktor, yaitu :

1. Air : yang meresap melalui permukaan perkerasan yang retak, misal air hujan.
2. Air : yang berasal dari bawah perkerasan dan membasahi subgrade maupun subbase, misal air tanah.
3. Air : yang berasal dari kawasan di sekitar bandara dan dapat menggenangi perkerasan.
4. Overload atau beban lebih : pavement bearing capacity atau max allowable gross weight dari perkerasan lebih rendah dari pada bobot pesawat yang dilayani (RTOW atau MTOW).

# Air dapat merusak struktur perkerasan bandara



Air disebut 3x dan overload hanya disebut 1x.

Mohon perhatiannya bagi para pengelola bandara, karena contohnya sudah cukup banyak. Biaya pemeliharaan dan perbaikannya mahal sekali. Kalau kerusakannya sering terjadi harus dilakukan rekonstruksi, tidak ada cara lain, sehingga dapat mengganggu operasi penerbangan. Contohnya rekonstruksi perkerasan taxiway bandara APT Samarinda.

Beberapa kerusakan yg pernah terjadi di taxiway bandara APT Samarinda, 2019.



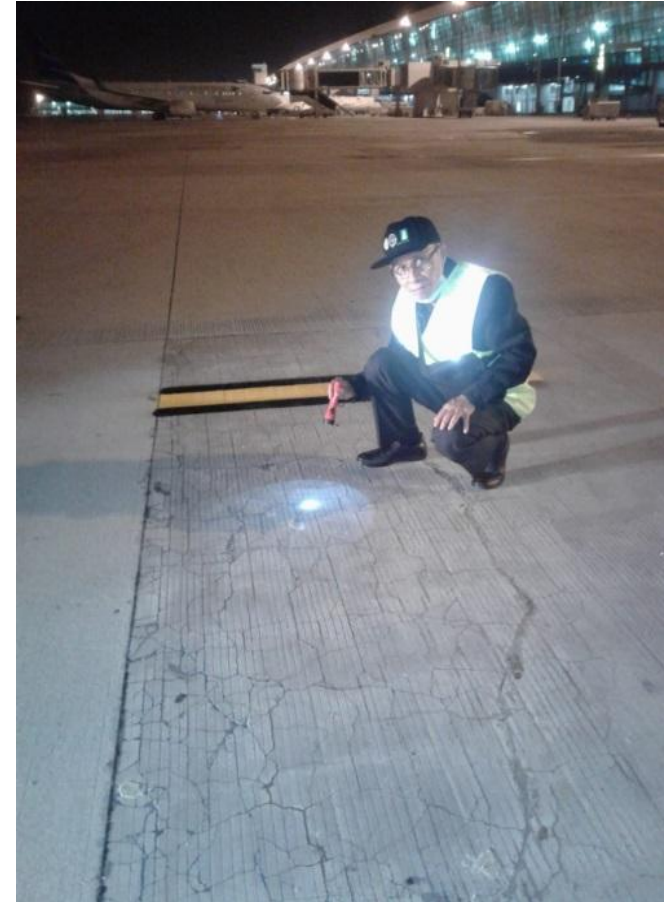
# Beberapa kerusakan yg pernah terjadi di taxiway bandara APT Samarinda, 2019.



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway





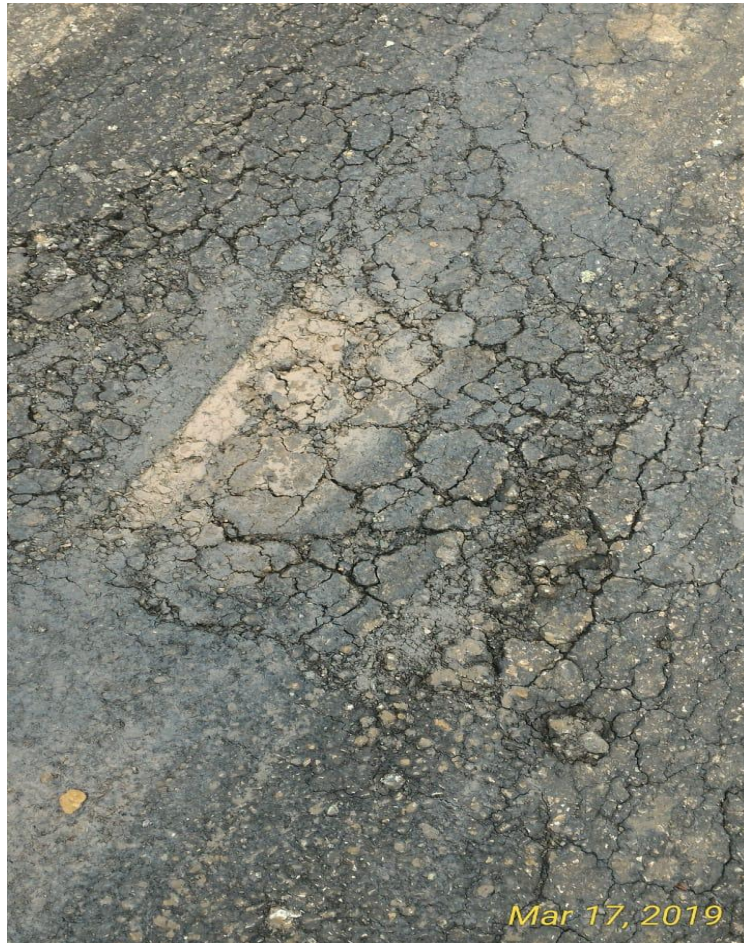
# Kerusakan Perkerasan Runway



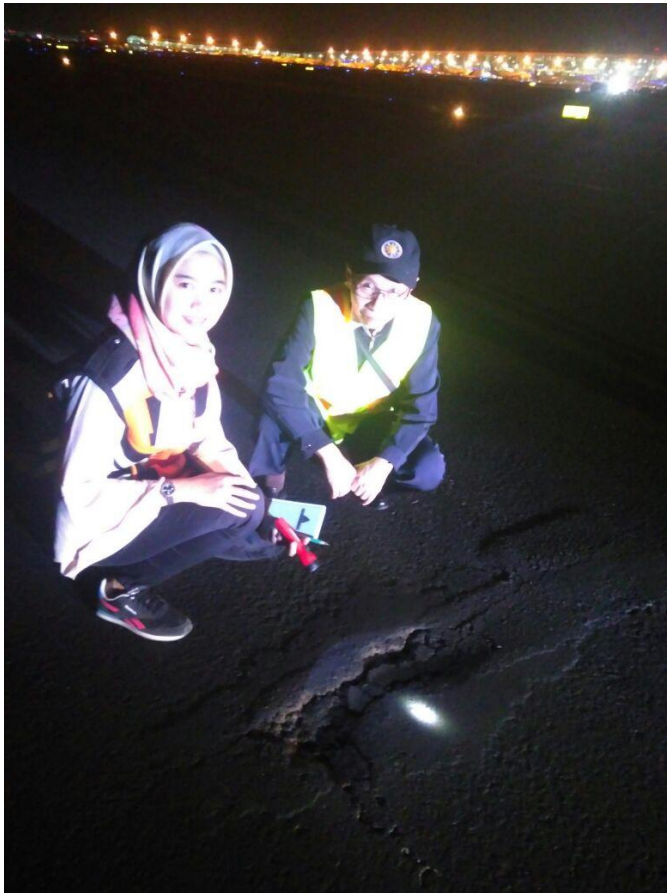
# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway



# Kerusakan Perkerasan Runway





# Video Kerusakan Perkerasan Runway





-TERIMAKASIH-