



Analisa Metode Penanggulangan Kerusakan Penurunan Setempat (Depression) pada Mata Kuliah Pemeliharaan Prasarana Bandar Udara

Risqi Wahyu Jati Utama^{*1}, Suse Lamtiar S², Wahyu Dwi A³, Sisxa Damayanti⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Penerbangan Indonesia

E-mail: suse.lamtiar@ppicurug.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2023-11-05 Revised: 2023-12-22 Published: 2024-01-05 Keywords: <i>Countermeasures; Overlays; Patching; Sandsheet.</i>	Inundation on runway 24-06 Juwata International Airport Tarakan as a whole has 32 inundation points with a total inundation area of 1.073,435 m ² which only covers 1.06% of the entire runway and has the deepest inundation depth in every third of the runway according to the degree of damage, namely moderate on STA 0+000 – 0+750 and 1+500 – 2+250 to heavy on STA 0+750 – 1+500. Therefore we need a method of dealing with puddles by the runway conditions at Juwata Tarakan International Airport, namely by using one of the methods of dealing with puddles, including the Overlay Method, Patching Method. Slurry Seal Aspal Emulsi Tipe CSS-1h, CQS-1h dan SS-1h method at Inundation Point.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2023-11-05 Direvisi: 2023-12-22 Dipublikasi: 2024-01-05 Kata kunci: <i>Genangan; Penanggulangan; Overlay; Patching; Sandsheet.</i>	Genangan di landas pacu 24-06 Bandar Udara International Juwata Tarakan secara keseluruhan memiliki 32 titik genangan dengan total luasan genangan 1.073,435 m ² yang hanya menutupi 1,06% dari keseluruhan landas pacu serta memiliki kedalaman genangan terdalam disetiap sepertiga landas pacu sesuai derajat kerusakan yaitu sedang pada STA 0+000 – 0+750 dan 1+500 – 2+250 hingga berat pada STA 0+750 – 1+500. Oleh karena itu diperlukan metode penanggulangan genangan air yang sesuai dengan kondisi landas pacu Bandar Udara International Juwata Tarakan yaitu dengan cara menggunakan salah satu metode penanggulangan genangan air yang diantaranya Metode Kegiatan Pelapisan Ulang atau Lapis tambahan (<i>Overlay</i>), Metode Penambalan (<i>Patching</i>), Pelapisan <i>Slurry Seal Aspal Emulsi</i> Tipe CSS-1h, CQS-1h dan SS-1h pada Titik Genangan.

I. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan *On the Job Training* (OJT) mulai tanggal 04 April 2022 s/d 21 Agustus 2022 di unit bangunan dan landasan, terutama pada area *airside*, penulis menemukan permasalahan yang terjadi pada fasilitas sisi udara (*airside*). Permasalahan yang penulis temukan pada fasilitas sisi udara (*airside*) yaitu terdapat adanya kerusakan penurunan setempat (*depression*) yang menyebabkan genangan pada lapisan *flexible pavement* landas pacu 24 – 06 Bandar Udara International Juwata Tarakan yang berpotensi mengakibatkan tergelincirnya pesawat udara di landas pacu atau yang biasa kita kenal dengan *runway excursion* serta menghentikan laju *aquaplaning* agar genangan tidak bertambah luasannya dan dalamnya. Bertitik tolak dari permasalahan yang penulis temukan tersebut guna memberikan solusi yang tepat dalam pemeliharaan prasara bandar udara. Oleh karena itu diperlukan metode penanggulangan genangan air yang sesuai dengan kondisi landas pacu Bandar Udara International Juwata Tarakan yaitu dengan cara menggunakan salah satu metode penanggulangan genangan air yang diantaranya Metode Kegiatan Pelapisan Ulang atau Lapis

tambahan (*Overlay*), Metode Penambalan (*Patching*), Metode Pelapisan *Slurry Seal Aspal Emulsi* Tipe CQS-1h, CSS-1h dan SS-1h pada Titik Genangan.

II. METODE PENELITIAN

Penulisan jurnal ini dilakukan dengan metode kuantitatif yaitu dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan mulai dari *survey* di lapangan, pengumpulan data genangan hingga dokumen bandar udara yang menunjang keberhasilan dalam penyusunan penulisan jurnal ini, dan dianalisa berdasarkan ilmu yang telah didapat semasa kuliah di program studi Teknik Bangunan dan Landasan serta ilmu yang telah di dapat semasa menempu On job Training di Bandar Udara International Juwata Tarakan .oleh karena itu metode penulisan/penelitian ini dapat digolongkan sebagai *Case studies* atau yang lebih dikenal sebagai metode pengumpulan data berdasarkan *survey* di lapangan dan penelitian dangan ditunjang oleh buku,jurnal penelitian, artikel ataupun sejenisnya dalam pengumpulan data.

1. Metode Pengumpulan Data

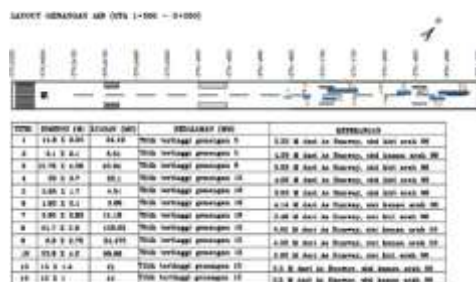
Metode pengumpulan data yaitu menggunakan metode observasi langsung (*direct observation*) sebagai *insider*, Dengan hasil observasi langsung sebagai berikut:



Gambar 1. Genangan Air STA 0+000 – 0+750
(Sumber: Observasi Penulis)



Gambar 2. Genangan Air STA 0+750 – 1+500
(Sumber: Observasi Penulis)



Gambar 3. Genangan Air STA 1+500 – 2+250
(Sumber: Observasi Penulis)

2. Metode Analisa Data

Genangan di landas pacu sebaiknya di minimalis sedikit mungkin karena genangan merupakan efek dari kerusakan, *slope* yang kurang maksimal serta fungsi drainase yang kurang maksimal. Sesuai dengan KP 94 tahun 2015 dan SKEP 78-VI- 2005 genangan diakibatkan oleh penurunan setempat dari permukaan perkerasan yang berbentuk elips dengan panjang maksimum 5 meter dan luasan keseluruhan tidak boleh lebih dari 25% landas pacu serta 3 cm kedalamannya berdasarkan KP 326 tahun 2019 serta sesuai tabel dalam KP 94 tahun 2015 dan SKEP 78-VI- 2005.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa metode dapat digunakan sebagai alternatif dalam perbaikan dan penangulangan genangan di landas pacu, akan tetapi penggunaan metode-metode itu masih sangat membutuhkan inovasi serta cara baru dalam penangulangannya maka dari itu metode yang dapat digunakan dalam mengatasi genangan diantaranya:

A. Kegiatan Pelapisan Ulang atau Lapis tambahan (*Overlay*)

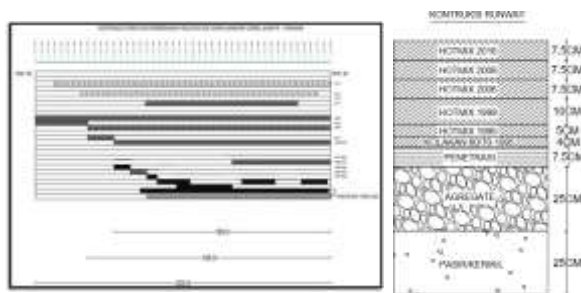
Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) adalah kegiatan lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan sebagai usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan juga struktural perkerasan agar konstruksi perkerasan dapat digunakan secara maksimal serta dapat bertahan dalam kurun waktu tertentu. Kerusakan fungsional akan mempengaruhi kualitas pelayanan perkerasan, seperti gangguan rata-rata, permukaan yang berlubang, bergelombang, amblas dan lain-lain. Kerusakan struktural adalah kondisi struktur perkerasan akan mengalami penurunan kemampuan dalam mendukung beban lalu lintas, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan beberapa tipe kerusakan, seperti retak, distorsi, dan disintegritas. Pekerjaan evaluasi struktur perkerasan diperlukan sebelum dilakukan *overlay*.

Pekerjaan *overlay* dapat digunakan sebagai salah satu metode kerusakan yang ada di landas pacu secara merata dan menyeluruh serta *overlay* dapat juga memperbaiki mutu perkerasan fleksibel secara merata di daerah yang di *overlay*. Selain efektif dalam mengatasi genangan *overlay* juga tahan lama dalam kurun waktu penggunaan landas pacu. Sehingga landas pacu dapat digunakan lebih lama tanpa perlu melakukan perbaikan rutin dalam kurun waktu tertentu. Selain itu juga pelapisan ulang perkerasan fleksibel atau *overlay* dapat digunakan untuk mengatur ulang kemiringan dari aspal (*slope*) dikarenakan beban frekuensi penerbangan. *Overlay* juga dapat menghentikan laju dari *aquaplaning* sehingga genangan tidak meluas dan kedalaman genangan dapat dikendalikan (tidak ada genangan) sehingga landas pacu terhindar dari resiko *runway excursion* yang dapat membahayakan keselamatan dan keamanan penerbangan.

Pelapisan ulang atau *overlay* pada perkerasan fleksibel di landas pacu secara instan dapat mengurangi genangan yang ada dalam

jumlah besar dan keseluruhan genangan, sehingga metode ini sangat disarankan dalam menanggulangi genangan di muka landas pacu 24-06 Bandar Udara International Juwata Tarakan. Pelapisan ulang atau *overlay* pada perkerasan fleksibel di landas pacu juga memiliki resiko seperti pengerjaan *overlay* yang cukup memakan waktu lama, biaya yang cukup besar, frekuensi penerbangan yang harus diperhatikan, penggunaan tenaga yang cukup banyak serta evaluasi *overlay* setiap harinya supaya keamanan dan keselamatan penerbangan terjamin setiap harinya. Kendala *overlay* setiap tahunnya adalah biaya yang cukup besar sehingga diperlukan penyusunan anggaran dari tahun sebelumnya agar dapat dilaksanakannya *overlay*.

Pelaksanaan *overlay* di Bandar Udara International Juwata Tarakan pernah dilakukan rutin beberapa tahun belakangan, terakhir kali dilaksanakannya *overlay* di landas pacu Bandar Udara International Juwata Tarakan pada tahun 2016 dengan ketebalan 7,5 cm sesuai data berikut:



Gambar 4. Kontruksi Runway
(Sumber: Dokumen Bandara)

Pelapisan ulang atau *overlay* pada perkerasan fleksibel di landas pacu di Bandar Udara International Juwata Tarakan seharusnya sudah dapat dilaksanakan, karena kondisi runway dengan kedalaman genangan sesuai derajat kerusakan sedang pada STA 0+000 – 0+750 dan 1+500 – 2+250 hingga berat pada STA 0+750-1+500 serta jumlah luasan genangan telah mencapai 1.073,435 m². Hal tersebutlah yang dapat menjadikan acuan agar dapat dilakukan *overlay* kedepannya

B. Penambalan (*Patching*)

Patching Asfalt adalah metode Perbaikan yang dilakukan untuk dapat memperbaiki kerusakan-kerusakan pada badan landas pacu terutama pada lapisan perkerasan dengan penutup aspal. Kerusakan-kerusakan yang dimaksud disini adalah kerusakan seperti

adanya Lubang, Jalan Bergelombang, Alur dengan kedalaman lebih dari 20 mm pada badan landas pacu, Ambles dengan kedalaman yang lebih dari 50 mm dan retak buaya dalam jumlah yang besar.

Patching atau yang disebut sebagai penambalan merupakan suatu metode untuk memperbaiki kerusakan yang ada di landas pacu. Selain itu penambalan juga dapat mengatasi adanya genangan di landas pacu dengan cara membongkar dan memperbaiki struktur permukaanaspal dengan aspal hotmix yang baru. Penggunaan metode *patching* atau penambalan ini dapat dilaksanakan dengan hanya memfokuskan pada titik genangan saja tanpa harus mengerjakan secara keseluruhan permukaan landas pacu. Selain itu pekerjaan penambalan juga memperbaiki kondisi struktural landas pacu dari kerusakan yang menyebabkan genangan.

Penggunaan metode penambalan juga berperan dalam mencegah *aquaplaning* yang menyebabkan luas dan kedalaman dari genangan semakin membesar serta mencegah dari resiko *runway excursion* yang dapat membahayakan keselamatan dan keamanan penerbangan. Penambalan atau *patching* dapat secara efektif mengurangi adanya genangan di landas pacu akan tetapi *patching* memiliki resiko kerusakan lainnya seperti kerusakan utilitas sehingga hasil dari *patching* mengalami penurunan, jembul (hasil *patching* timbul dari rataaan landas pacu) ataupun *bleeding* sehingga menjadikan landas pacu tidak rata serta *slope* yang tidak stabil sehingga dapat menimbulkan genangan baru apabila hasil dari penambalan tidak sempurna. Penggunaan metode *patching* dapat dijadikan suatu option dalam penanganan genangan akan tetapi penambalan tidak dapat dilaksanakan pada seluruh titik genangan tetapi pada titik genangan dengan derajat kerusakan berat atau kedalaman lebih dari 20 mm, oleh karena itu *patching* tidak dapat menyelesaikan masalah genangan secara menyeluruh di landas pacu.

Metode penambalan atau *patching* dalam penanggulangan genangan di landas pacu juga memerlukan pembongkaran aspal lebih dari 50 mm atau lapisan teratas *surface* landas pacu di beberapa titik genangan yang ingin di *patching* sehingga memerlukan waktu dalam pengerjaannya. Oleh karena itu pengerjaan *patching* dapat dijadikan option dalam penanggulangan genangan di landas pacu

dengan cara mengolongkan atau memprioritaskan titik-titik tertentu untuk dilaksanakan patching terlebih dahulu. Pelaksanaan *patching* atau penambalan di Bandar Udara International Juwata Tarakan untuk menanggulangi adanya genangan dapat dilakukan pada titik-titik genangan terdalam dan pada jalur roda pesawat (*Critical Point*) sehingga dapat mengurangi resiko dari *runway excursion* yang dapat membahayakan penerbangan.

C. Pelapisan *Slurry Seal Aspal Emulsi*

Slurry seal merupakan campuran yang stabil dari aspal emulsi yang memiliki karakteristik mantap lambat, agregat halus dengan gradasi menerus, bahan pengisi, dan air. Pencampuran slurry seal dilakukan dengan suatu metode mix design tertentu berdasarkan perbandingan aspal dan agregatnya. Slurry seal aspal emulsi terdiri dari campuran aspal emulsi, polymer, mineral agregat dan air yang dicampur sehingga membentuk larutan aspal emulsi yang disebar di atas permukaan perkerasan.

Penggunaan slurry seal pada umumnya sebagai pelapis dalam perbaikan mutu perkerasan lentur, secara spesifik digunakan pada perkerasan bandar udara yang melayani pesawat kecil. Selain itu, dapat juga digunakan untuk perawatan *apron* dan *taxiway* bandar udara yang melayani pesawat yang memiliki lebar crack yang sempit. Secara fungsional, fungsi *slurry seal* adalah sebagai *treatment preventif* dalam kerusakan landas pacu seperti retak *transversal*, *longitudinal*, dan *block* yaitu *raveling/weathering* penuaan, *oksidasi* dan pengerasan lapisan aspal, kehilangan *friksi*, serta infiltrasi air ke dalam perkerasan lentur. Pelapisan *Slurry Seal Aspal Emulsi* dapat dilakukan untuk menanggulangi genangan air di landas pacu dengan menggunakan beberapa tipe campuran seperti tipe CQS-1h, CSS-1h dan SS-1h.

Bahan pengikat atau Aspal Emulsi sesuai KP 14 tahun 2021 yang digunakan untuk campuran *slurry seal* adalah aspal emulsi tipe CQS-1h, CSS-1h dan SS-1h, Sesuai tabel berikut:

Tabel 2. Berat Yang Lolos dari saringan dalam pengaplikasian slurry seal

UKURAN SARINGAN		% BERAT YANG LOLOS		
ASTM	(mm)	CQS-1h	CSS-1h	SS-1h
3/8"	9,5	-	100	100
No. 4	4,75	100	90-100	70-90
No. 8	2,36	90-100	70-90	45-70
No. 16	1,18	70-90	45-70	30-50
No. 30	0,6	45-70	30-50	19-34
No. 50	0,3	30-50	19-34	12-25
No. 100	0,15	19-34	12-25	7-18
No. 200	0,075	12-25	5-15	5-15

Terdapat perbedaan pengaplikasian *slurry seal* untuk ketiga tipe gradasi, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tipe CQS-1h cocok untuk menutup retakan, mengisi rongga, dan memperbaiki kondisi permukaan yang mengalami erosi dengan hasil material memiliki kadar residu aspal emulsi antara 10-16%. Tipe CQS-1h digunakan pada lapangan terbang di mana penutupan permukaan dan skid resistance merupakan kebutuhan primer.
2. Tipe CSS-1h cocok digunakan untuk mengisi rongga permukaan, memperbaiki permukaan yang mengalami erosi benar-benar parah dan minimum menyediakan lapis permukaan. Dengan hasil material memiliki kadar residu aspal emulsi berkisar antara 7,5- 13,5%. Tipe ini digunakan pada lapangan terbang dan perkerasan dengan tingkat erosi tinggi, atau memiliki banyak retak. Tipe ini juga dapat digunakan sebagai lapis permukaan di atas lapis fondasi aspal atau fondasi tanah- semen, atau sebagai penutup pada lapis fondasi yang distabilisasi.
3. Tipe SS-1h cocok untuk menyediakan suatu lapis permukaan baru atau membangun atau memperbaiki mahkota (*crown*). Dengan hasil material memiliki kadar residu aspal emulsi berkisar antara 6,5-12%.

Perbedaan tipe agregat pada setiap tipe gradasi, menyebabkan perbedaan tebal padat lapisan untuk setiap tipe yaitu tipe CQS-1h (2-3 mm), CSS- 1h (4 – 5 mm) dan SS-1h (7 – 10 mm). Pelapisan Slurry Seal Aspal Emulsi dapat digunakan sebagai salah satu metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi genangan yang ada di landas pacu. Keunggulan slurry seal yaitu pelapisan *slurry seal* sendiri dalam mengatasi genangan terbilang efektif,

karena pelapisan slurry seal dapat memperbaiki keadaan fungsional permukaan landas pacu mulai dari kerataan sampai dengan detail slope (*longitudinal slope dan transverse slope*) sehingga mengatasi genangan dan mencegah terjadinya genangan baru, pelapisan *slurry seal aspal emulsi* juga lebih sedikit dari segi biaya dan waktu pengerjaan yang tidak perlu dilakukan pembongkaran terlebih dahulu, meningkatkan usia perkerasan baik secara mutu perkerasan dan umur perkerasan, dan dapat diaplikasikan secara cepat. Di samping itu juga *slurry seal* memiliki tingkat keamanan yang tinggi terhadap kebakaran, dan tingkat risiko kesehatan bagi pekerja yang rendah karena berbasis air, sehingga tidak memiliki titik nyala. Dalam pengaplikasiannya *slurry seal* tidak perlu dipadatkan kecuali pada critical point dalam hal ini sebaiknya dilakukan pemadatan jika pengaplikasiannya *slurry seal* dilakukan di landas pacu agar material *slurry seal* dapat melekat dengan sempurna sehingga lapisan *slurry seal* dapat bertahan dalam kurun waktu lama. Pelapisan *slurry seal* harus dipadatkan dengan berat alat pemadat 5 ton, dengan minimum 5 gilasan alat pemadat, dapat menggunakan alat pemadat pneumatik (roda karet), maka tekanan bannya sebesar 345 kPa atau 50 psi. Dari segi ketahanan hasil material penanggulangan dengan *slurry seal* memiliki umur layan antara 1-10 tahun.

Meskipun demikian, umur layanan pemeliharaan dengan *slurry seal* juga sangat tergantung dengan kondisi perkerasan sebelumnya. Semakin buruk kondisi perkerasan sebelumnya, maka umur ketahanan *slurry seal* semakin singkat. Metode pelapisan *slurry seal aspal emulsi* dapat dilaksanakan diseluruh titik genangan, karena hasil material dari setiap tipe campuran *slurry seal* yaitu tipe CQS-1h (2 – 3 mm), CSS-1h (4 – 5 mm) dan SS-1h (7-10 mm). Pelapisan *slurry seal aspal emulsi* relatif kurang mampu memperbaiki kondisi struktural landas pacu yang disebabkan metode jenis ini hanya melapisi kerusakan di permukaan landas pacu sebelumnya. Dalam pengaplikasiannya untuk penanggulangan genangan pelapisan *slurry seal aspal emulsi* memerlukan beberapa kali pelapisan, karena hasil material dari setiap tipe campuran seperti tipe CQS-1h (2 – 3 mm), CSS-1h (4 – 5 mm) dan SS-1h (7-10 mm) sehingga diperlukan pengulangan pelapisan *slurry seal aspal emulsi*. Pelapisan *slurry seal aspal emulsi* memiliki

sifat material yang beresiko mudah lepas apabila terkena *Jet blast*, karena Pelapisan *slurry seal aspal emulsi* memiliki hasil material yang relatif tipis yaitu tipe CQS-1h (2 – 3 mm), CSS-1h (4-5 mm) dan SS-1h (7-10 mm) sehingga membahayakan operasi penerbangan apabila metode ini diaplikasikan pada area *critical point*.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Genangan di landas pacu 24 – 06 Bandar Udara International Juwata Tarakan secara keseluruhan memiliki 32 titik genangan dengan total luasan genangan 1.073,435 m² yang hanya menutupi 1,06% dari keseluruhan landas pacu serta memiliki kedalaman genangan terdalam disetiap sepertiga landas pacu sesuai derajat kerusakan yaitu sedang pada STA 0+000-0+750 dan 1+500 – 2+250 hingga berat pada STA 0+750 – 1+500. Oleh karena itu diperlukan metode penanggulangan genangan air yang sesuai dengan kondisi landas pacu Bandar Udara International Juwata Tarakan yaitu dengan cara menggunakan salah satu metode penanggulangan genangan air yang diantaranya Metode Kegiatan Pelapisan Ulang atau Lapis tambahan (*Overlay*), Metode Penambalan (*Patching*), Metode Pelapisan *slurry seal aspal emulsi* pada Titik Genangan.

Penanggulangan kerusakan penurunan setempat (*depression*) penyebab genangan air di landas pacu 06-24 Bandar Udara International Juwata Tarakan memerlukan metode yang tepat dalam penanggulangannya dan disesuaikan dengan kondisi dan keadaan di lapangan. Metode yang paling efektif digunakan saat ini yakni metode pelapisan *slurry seal aspal emulsi*, karena metode pelapisan *slurry seal aspal emulsi* ini digunakan di landas pacu sebagai metode perawatan perkerasan fleksibel dari kerusakan penurunan setempat (*depression*) penyebab genangan air yang dalam perencanaan dan pelaksanaannya tidak banyak memerlukan biaya dan waktu yang singkat. Dari metode ini penulis menyarankan agar dapat dilakukan penyesuaian metode *slurry seal aspal emulsi* dengan kondisi aspal landas pacu sehingga inovasi metode penanggulangan kerusakan penurunan setempat (*depression*) penyebab genangan air ini dapat digunakan di landas pacu 06 – 24 Bandar Udara Juwata Tarakan kedepannya dengan keunggulanslurry seal aspal emulsi sendiri.

B. Saran

Berdasarkan observasi atau pengamatan yang telah penulis lakukan terhadap titik-titik genangan air yang ada di landas pacu 06-24 Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan diperlukannya penanggulangan kerusakan penurunan setempat (depression) penyebab genangan air serta perbaikan permukaan landas pacu lebih lanjut agar laju *aquaplaning* dapat dicegah sehingga genangan tidak bertambah luas dan dalam. Dalam Penanggulangan genangan air penulis menyarankan agar dapat menggunakan metode yang sesuai dengan kebutuhan landas pacu saat ini yaitu dengan metode slurry seal aspal emulsi sebagai bentuk perawatan dan dari segi efisiensi waktu, biaya, tenaga yang dibutuhkan relatif sedikit dibandingkan metode lainnya sehingga metode ini dapat segera dilaksanakan serta dapat dilakukan kajian dan peninjauan lapangan yang sudah dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan inovasi metode baru ini. Sehingga penanggulangan kerusakan penurunan setempat (depression) penyebab genangan dapat berfungsi dengan baik serta tahan lama terhadap frekuensi penerbangan tertentu.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustini, Endang Dwi. 2016. Perencanaan Pengembangan Runway Dan Taxiway Bandar Udara Juwata – Tarakan Runway Development Planning and Taxiways Airport Juwata- Tarakan. WARTA ARDHIA Jurnal Perhubungan Udara 203–8
- Djuniati, S., & Sandhyavitri, A (2016). 'Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, dan Apron Bandara Sultan Syarif Kasim II Menggunakan Metode Federal Aviation Administration (Doctoral dissertation, Riau University)': Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik, Vol3 No 2 (2016)
- Internasional Civil Aviation Organization. (2002). Annex 14, Aerodrome, Fourth Edition, Montreal, Canada.
- Internasional Civil Aviation Organization. (2013). Annex 14, Aerodrome, Sixth Edition, Montreal, Canada
- Kadek Liony Maya Paramahansa. (2022). Studi Perencanaan Perkerasan Runway dan Taxiway dengan Metode Federal Aviation Administration.
- <https://doi.org/10.52989/jaet.v2i2.56>
- Keputusan Menteri Perhubungan. 2015. Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor: KP/94/2015. "Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara (Pavement Management System)". Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan. 2019. Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor: KP/326/2019. "Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil 139-24 (Advisory Circular CASR Part 139 – 24) Volume 1 Bandar Udara (Aerodrome)". Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan. 2021. Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara: KP 14 Tahun 2021. Jakarta.
- Lahun Wahidah. (2021). Analisis Kerusakan Dan Perbaikan Landas Pacu Bandar Udara Dengan Metode PCI. <https://doi.org/10.32722/cmj.v3i1.3738>
- Palino, Silvani Desy, & Susilo, Budi Hartanto. 2021. Analisis Tebal Perkerasan Dan Biaya Dengan Software Faarfield Pada Landas Pacu BIJB Kertajati. Jurnal Teknik Sipil 17(1):14–29. doi: 10.28932/jts.v17i1.2382
- Rian Riandi, Nidya Novalia. (2022). Evaluasi Pemeliharaan Runway Di Bandar udara Husein Sastranegara Bandung. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i2.8082>
- Simanjuntak, Johan, dkk. 2021. Hubungan Tanah Dasar terhadap Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Jalan Raya. Jurnal Visi Eksakta (JVIEKS) Vol.2, No.1, Januari 2021, pp. 21-30 https://ejournal.uhn.ac.id/index.php/eksa_kta
- Stefanus, Ervina Ahyudanari. (2019). Perencanaan Tahapan Pekerjaan Pelapisan Ulang Perkerasan Landasan Pacu yang Dipengaruhi Waktu Operasional Bandara (Studi Kasus: Bandar Udara Internasional Juanda). JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 1, (2019) ISSN: 2337-3539.

[https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/
article/view/39064/5651](https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/39064/5651)