

skripsi-v3_1788344430821.docx

By Turnitin Acc

**IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN
PADA RUNWAY, APRON DAN TAXIWAY BANDAR
UDARA TEMPULING MENGGUNAKAN METODE PCI**

PROPOSAL TUGAS AKHIR



Resthu Sanria
NIM 401211010001

¹PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI
TEMBILAHAN

2026

IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN PADA RUNWAY, APRON DAN TAXIWAY BANDAR UDARA TEMPULING MENGGUNAKAN METODE PCI

1
SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Islam Indragiri



Resthu Sanria
NIM 401211010001

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI
TEMBILAHAN

2026

**IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN PADA
RUNWAY, APRON DAN TAXIWAY BANDAR UDARA TEMPULING
MENGUNAKAN METODE PCI**

SKRIPSI

Oleh:

Resthu Sanria
NIM 401211010001

**¹
DISETUJUI:**

Pembimbing I

Pembimbing II

Endy Sudeska, ST., MT
NIDN. 1026128504

Khairul Ihwan, ST., MT
NIDN. 1005058603

MENGETAHUI:

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Islam Indragiri
Ketua,

Khairul Ihwan, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN PADA RUNWAY,
APRON DAN TAXIWAY BANDAR UDARA TEMPULING MENGGUNAKAN
METODE PCI**

1 Dipersiapkan dan disusun oleh:

RESTHU SANRIA
401211010001

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Islam Indragiri
Pada hari Rabu tanggal 29 Juli 2026

Dewan Penguji:

NO	Nama / NIDN	Tanda Tangan	Keterangan
1	H Endy Sudeska, ST., MT NIDN. 1026128504		Ketua Sidang
2	Khairul Ihwan, ST., MT NIDN. 1005058603		Anggota
3	Sopyan, ST., MT NUPTK. 8561765666137033		Anggota
1 4	Syafrizal Thaher DS., ST.,MT NIDN.1014107401		Anggota
5	R.Surya Indra Pratama., ST., M.Ars NIPY.2607129501		Anggota
1 6	Arief Rachman, B, S.Pi., M.Si NIDN. 1020107004		Anggota

77 ABSTRAK

3 Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan perkerasan pada fasilitas sisi udara berupa runway, taxiway, dan apron di Bandar Udara Tempuling dengan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI). Metode PCI digunakan untuk mengevaluasi kondisi perkerasan berdasarkan jenis kerusakan, tingkat keparahan, serta luas kerusakan, sehingga diperoleh nilai indeks yang menggambarkan kondisi perkerasan secara kuantitatif. 75 Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan dengan melakukan pengamatan langsung pada setiap sample unit yang telah ditentukan. Data kerusakan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode PCI untuk mendapatkan nilai indeks serta klasifikasi kondisi perkerasan.

88 Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi perkerasan pada runway memiliki nilai PCI berkisar antara 73,5 hingga 94 yang termasuk dalam kategori *Satisfactory* hingga *Good*. Pada taxiway, nilai PCI berkisar antara 63,5 hingga 98 dengan kategori *Fair* hingga *Good*, sedangkan pada apron diperoleh nilai PCI sebesar 100 pada seluruh sample unit yang termasuk dalam kategori *Good*. Secara umum, kondisi perkerasan Bandar Udara Tempuling masih 17 dalam kondisi baik, namun terdapat beberapa segmen yang memerlukan pemeliharaan rutin guna mencegah penurunan kondisi yang lebih lanjut.

83 Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode PCI efektif digunakan untuk menilai kondisi perkerasan secara sistematis dan dapat dijadikan dasar dalam menentukan prioritas pemeliharaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi 29 pengelola bandar udara dalam meningkatkan keselamatan dan kenyamanan operasional penerbangan.

ABSTRAK

This research aims to identify the pavement distress levels on airside facilities, specifically the runway, taxiway, and apron at Tempuling Airport, ¹² using the Pavement Condition Index (PCI) method. The PCI method evaluates pavement conditions based on distress types, ¹² severity levels, and affected areas to produce a quantitative index value representing the overall pavement condition. The research methodology involves field surveys through direct observation across predetermined sample units. Collected distress data are subsequently analyzed using the PCI method to determine the condition index values and corresponding classification levels.

The results indicate that the runway pavement condition yields PCI values ranging from 73.5 to 94, falling into the Satisfactory to Good categories. The taxiway displays PCI values between 63.5 and 98, ranging from Fair to Good, while the apron achieved a PCI value of 100 across all sample units, categorized as Good. Overall, the pavement condition at Tempuling Airport remains in good condition; however, certain segments require routine maintenance to prevent further degradation.

In conclusion, the PCI method effectively assesses pavement conditions systematically and serves as a reliable basis for prioritizing maintenance strategies. ⁴⁹ The findings of this study are expected to serve as a reference for airport management in enhancing operational safety and flight comfort.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Tingkat Kerusakan Perkerasan pada Runway, Apron dan Taxiway Bandar Udara Tempuling Menggunakan Metode PCI” dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi yang penulis tempuh. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
2. Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf di lingkungan kampus yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Tembilahan, 27 April 2026

Resthu Sanria

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
13 DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
 BAB I. Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II. ⁴⁴Tinjauan Pustaka	
2.1 Pavement Condition Index (PCI).....	5
2.1.1 Standar Pemeliharaan Perkerasan Lapangan Terbang.....	7
2.2 Melakukan Survei Kondisi.....	7
2.2.1 Perkerasan Berlapis Aspal.....	8
2.2.2 Perkerasan Berlapis Beton.....	9
2.2.3 Klasifikasi Kerusakan Berdasarkan Penyebab.....	11
2.3 ASTM D5340-12.....	13
2.3.1 Pengambilan Sampel dan Unit Sampel.....	13
2.3.2 Perkerasan Berlapis Aspal.....	16
2.3.3 Perkerasan Berlapis Beton.....	17
2.3.4 Perhitungan PCI untuk AC.....	17
2.3.5 Perhitungan PCI untuk PCC.....	22
2.3.6 Penentuan PCI untuk suatu bagian Perkerasan.....	24
2.4 Penelitian Terdahulu.....	25

BAB III. Metodologi Penelitian

3.1	Jenis Penelitian	28
3.2	Lokasi Penelitian.	28
3.3	Metode Penelitian.....	29
3.4	Tahapan Penelitian.....	29
3.5	Data dan Sumber Data.....	29
3.6	Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.7	Instrumen Penelitian.	30
3.8	Metode Analisis Data.	30
3.9	Bagan Alir.	31

BAB IV. Hasil dan Pembahasan

4.1	Kondisi Fisik dan Strategi Pengumpulan Data Lapangan.....	32
4.1.1	Pembagian dan Penentuan Unit Sampel Perkerasan.	34
4.1.2	Distribusi Sampel Unit.	37
4.2	Identifikasi dan Klasifikasi Jenis Kerusakan.....	39
4.3	Perhitungan Nilai PCI.....	48
4.3.1	Menghitung Density dan Menentukan Nilai DV.....	49
4.3.2	Perhitungan PCI dan Klasifikasi Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai PCI.....	66
4.4	Pembahasan	70

BAB V. Kesimpulan dan Saran

5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	73

DAFTAR PUSTAKA.....	75
---------------------	----

LAMPIRAN.....	78
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pavement Condition Index Rating Scale.....	7
Tabel 2.2 Contoh Ilustrasi Kerusakan yang diukur dan Nilai Pengurang untuk Kerusakan.....	11
Tabel 2.3 PAVER Distress Classification for Airfields.	12
Tabel 2.4 Menentukan Jumlah Sampel Unit yang harus disurvei.	15
Tabel 2.5 PCI Adjustment for Multiple Severity Levels.....	22
Tabel 4.1 Jenis Kerusakan Pada Runway	39
Tabel 4.2 Jenis Kerusakan Pada Taxiway	46
Tabel 4.3 Jenis Kerusakan Pada Apron.....	48
Tabel 4.4 Condition Survey Data Sheet for Sample Unit	64
Tabel 4.5 Nilai PCI Per-Sampel Unit.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ⁹ Example Airfield AC Sample Unit Condition Survey Sheet...	8
Gambar 2.2 Example Airfield PCC Sample Unit ⁵⁷ Condition Survey Sheet	10
Gambar 2.3 Example of a Flexible Pavement Condition Survey Data Sheet.....	18
Gambar 2.4 Adjustment of Number of DVs.	20
Gambar 2.5 ⁴¹ Calculation of Corrected PCI Value, Flexible Pavement.	21
Gambar 2.6 Example of a Jointed Rigid Pavement Condition Survey Data Sheet.	22
Gambar 2.7 ³ Calculation of Corrected PCI Value Jointed Rigid Pavemen..	25
Gambar 3.1 Lokasi Bandar Udara Tempuling.	28
³ Gambar 3.2 Bagan Alir.....	31
Gambar 4.1 Siteplan Bandar Udara Tempuling.	32
Gambar 4.2 Distribusi Unit Sampel pada Runway Berdasarkan Interval Sampling	38
Gambar 4.3 Distribusi Unit Sampel pada Taxiway Berdasarkan Interval Sampling	38
Gambar 4.4 Distribusi Unit Sampel pada Apron Berdasarkan Interval Sampling	39
Gambar 4.5 Grafik DV Scaling, Crazing	49
⁵ Gambar 4.6 Grafik DV Longitudinal Cracking	50
Gambar 4.7 Grafik DV Spalling (Longitudinal Joint)	50
Gambar 4.8 ⁵ Grafik DV Crazing	51
Gambar 4.9 Grafik DV Transverse Cracking.....	51
Gambar 4.10 Grafik DV Popouts.....	52
Gambar 4.11 Grafik DV Longitudinal Cracking.....	52
Gambar 4.12 Grafik DV Scaling, Crazing	53
Gambar 4.13 Grafik DV Spalling (Longitudinal Joint)	53
Gambar 4.14 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)	54
⁵ Gambar 4.15 Grafik DV Longitudinal Cracking	54
Gambar 4.16 Grafik DV Corner Break	55

Gambar 4.17 Grafik DV Longitudinal Cracking	55
Gambar 4.18 Grafik DV Transverse Cracking.....	56
Gambar 4.19 Grafik DV Crazing	56
Gambar 4.20 Grafik DV Longitudinal.....	57
Gambar 4.21 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)	57
Gambar 4.22 Grafik DV Crazing	58
Gambar 4.23 Grafik DV Transverse Cracking L	58
Gambar 4.24 Grafik DV Transverse Cracking M.....	59
Gambar 4.25 Grafik DV Transverse Cracking.....	59
Gambar 4.26 Grafik DV Corner Break	60
Gambar 4.27 Grafik DV Spalling Corner	60
Gambar 4.28 Grafik DV Scaling.....	61
Gambar 4.29 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)	61
Gambar 4.30 Grafik DV Transverse Cracking L	62
Gambar 4.31 Grafik DV Transverse Cracking M.....	62
Gambar 4.32 Grafik DV Spalling Corner	63
Gambar 4.33 Grafik DV Longitudinal Cracking	63
Gambar 4.34 Grafik CDV RW-2, SU-37	67
Gambar 4.35 Grafik CDV TX-1, SU-3	69

DAFTAR NOTASI

e	= Kesalahan yang dapat diterima dalam estimasi PCI bagian (biasanya ± 5 poin PCI)
s	= Simpangan baku PCI antar unit sampel dalam satu bagian. Untuk inspeksi awal, s diasumsikan
PCI_i	= Nilai PCI unit sampel ke- i ,
PCI_f	= Rata-rata nilai PCI dari semua unit sampel yang disurvei,
n	= Jumlah unit sampel yang disurvei.
N	= Jumlah total unit sampel dalam suatu bagian
PCI_r	= PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit-unit sampel acak yang disurvei
PCI_{ri}	= PCI dari unit sampel acak ke- i
A_{ri}	= Luas unit sampel acak ke- i
PCI_a	= PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit sampel tambahan
PCI_{ai}	= PCI dari unit sampel tambahan ke- i
A_{ai}	= Luas unit sampel tambahan ke- i
A	= Luas total bagian perkerasan
m	= Jumlah unit sampel tambahan yang disurvei
PCI_s	= PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas untuk seluruh bagian perkerasan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Survei Lapangan.....	78
Lampiran 2 RAB.	80
Lampiran 3 Gambar Teknik.	96

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi udara memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi suatu daerah, distribusi barang serta mobilisasi masyarakat. Terutama Kabupaten Indragiri Hilir yang memiliki potensi besar di sektor perkebunan, pertanian, kelautan, dan perindustrian. Keberadaan Bandar Udara Tempuling merupakan fasilitas penting yang dapat membuka aksesibilitas antar daerah, baik secara regional maupun nasional. Bandar Udara Tempuling diharapkan mampu mempercepat pertumbuhan ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat. Bandar Udara Tempuling dibangun pada tahun 2006 dan mulai beroperasi pada tahun 2008.

Bandara ini terletak di Kelurahan Sungai Salak, Kecamatan Tempuling, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau, yang berjarak sekitar 24 km dari Kota Tembilahan. Landasan pacunya sepanjang 1.470 m dengan lebar 27 m, untuk taxiway panjangnya 120 m dan lebar 24 m sedangkan apron memiliki panjang 120 m dengan lebar 75 m, berdasarkan klasifikasi bandara menurut panjang landasan pacu, bandara ini termasuk dalam kategori bandar udara kecil hingga sedang. Bandar Udara Tempuling dirancang untuk mendukung aktivitas penerbangan komersial dan logistik guna memperkuat sektor perekonomian daerah.

Perkerasan yang di pakai pada Bandar Udara Tempuling merupakan perkerasan kaku. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, bandara ini mengalami kondisi terbelah akibat tidak adanya operasional penerbangan yang berkelanjutan serta minimnya pemeliharaan fasilitas, termasuk landasan pacu, apron dan taxiway. Ketika perkerasan kaku tidak mendapatkan pemeliharaan yang memadai, berbagai bentuk kerusakan struktural dan fungsional dapat terjadi. Hal ini berpotensi menurunkan kinerja serta membahayakan keselamatan operasional pesawat apabila bandara kembali diaktifkan. Beberapa jenis kerusakan yang mungkin terjadi antara lain adalah *cracking* (retak) yang disebabkan oleh perubahan suhu dan kelembapan, *spalling* yang mengakibatkan permukaan beton terkelupas sehingga mengurangi daya cengkram roda pesawat.

Terkait permasalahan di atas, peneliti mengangkat judul “Identifikasi Tingkat Kerusakan Perkerasan pada Runway, Apron, dan Taxiway Bandar Udara Tempuling Menggunakan Metode PCI”. Untuk menilai tingkat keparahan kerusakan serta menentukan strategi rehabilitasi yang tepat, penelitian ini menggunakan metode evaluasi kondisi perkerasan, yaitu ¹² Pavement Condition Index (PCI). Metode PCI digunakan untuk menilai kondisi perkerasan berdasarkan inspeksi visual terhadap jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi, dengan skala penilaian dari 0 (*failed*) hingga 100 (*good*).

Melalui pendekatan metode PCI penelitian ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi eksisting landasan pacu Bandar Udara Tempuling, hasil analisis ini akan menjadi dasar dalam perumusan strategi rehabilitasi yang tepat.

43

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah untuk penelitian kali ini sebagai berikut:

1. Apa saja jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan runway, apron, dan taxiway di Bandar Udara Tempuling?
2. Bagaimana tingkat kerusakan perkerasan pada masing-masing bagian tersebut berdasarkan ¹¹ metode PCI (Pavement Condition Index)?
3. Apa klasifikasi kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI yang diperoleh?
4. Berapa estimasi kebutuhan anggaran biaya (RAB) untuk perbaikan perkerasan landasan pacu berdasarkan hasil evaluasi kondisi dengan metode PCI?

60

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdapat pada bagian runway, apron, dan taxiway di Bandar Udara Tempuling.
2. ¹⁷ Metode yang digunakan dalam penilaian kondisi perkerasan adalah Pavement Condition Index (PCI) sesuai dengan standar ASTM D5340-12.
3. Data yang dikumpulkan berupa data visual kondisi permukaan perkerasan tanpa uji laboratorium atau uji destruktif.
4. Penelitian hanya berfokus pada kerusakan yang terjadi pada perkerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan pada perkerasan runway, apron, dan taxiway di Bandar Udara Tempuling.
2. Menentukan tingkat kerusakan perkerasan berdasarkan metode PCI sesuai standar ASTM D5340-12.
3. Mengklasifikasikan kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI yang diperoleh untuk tiap bagian bandara.
4. Mengetahui estimasi kebutuhan anggaran biaya (RAB) yang diperlukan untuk perbaikan perkerasan landasan pacu berdasarkan hasil analisis kondisi perkerasan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi ilmiah dalam bidang teknik sipil, khususnya mengenai penerapan metode Pavement Condition Index (PCI) pada perkerasan bandara. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi oleh mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik melakukan kajian serupa di bidang manajemen dan evaluasi infrastruktur transportasi udara.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini memberikan informasi aktual mengenai jenis dan tingkat kerusakan perkerasan pada runway, apron, dan taxiway di Bandar Udara Tempuling. Informasi ini dapat dimanfaatkan oleh pihak pengelola bandara sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan pemeliharaan, rehabilitasi, atau peningkatan kualitas infrastruktur perkerasan di area bandara.

3. Manfaat Institusional

Penelitian ini dapat memberikan masukan kepada instansi pemerintah daerah, khususnya Dinas Perhubungan dan pengelola Bandar Udara Tempuling, dalam rangka mendukung kebijakan teknis pengelolaan fasilitas bandara. Selain itu, institusi pendidikan seperti Universitas Islam Indragiri dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai dokumentasi ilmiah dan pengayaan materi kuliah di bidang transportasi udara dan manajemen perkerasan.

I.6 Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Proposal Tugas Akhir dengan judul “Identifikasi Tingkat Kerusakan Perkerasan pada Runway, Apron, dan Taxiway Bandar Udara Tempuling Menggunakan Metode PCI”¹⁶ ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori dasar yang mendukung penyelesaian permasalahan dalam penelitian serta penelitian terdahulu.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang penelitian⁷² ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menganalisis kondisi perkerasan landasan pacu menggunakan metode PCI, serta⁹⁵ menyajikan hasil dalam bentuk angka, tabel, dan grafik.

1

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang data-data yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisa serta hasil yang diperoleh dalam penyelesaian permasalahan penelitian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh selama melakukan penelitian

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pavement Condition Index (PCI)

Terdapat dua cara untuk mengukur kondisi jaringan jalan, cara pertama dikenal sebagai metode *Squeaky Wheel* yaitu duduk santai dan menunggu keluhan datang. Semakin banyak keluhan, maka semakin buruk kondisi jalan tersebut. Cara kedua adalah dengan pendekatan yang lebih menyeluruh, komprehensif, dan proaktif untuk meninjau seluruh jaringan jalan. ³⁴ Pavement Condition Index (PCI) merupakan cara yang sederhana, praktis, dan murah untuk memantau kondisi permukaan jalan, mengidentifikasi kebutuhan pemeliharaan dan rehabilitasi, serta memastikan bahwa anggaran pemeliharaan jalan digunakan secara bijak. Lembaga-lembaga lokal umumnya menggunakan Pavement Condition Index (PCI) sebagai dasar utama atau satu-satunya dalam memilih strategi pelestarian dan rehabilitasi perkerasan dalam sistem manajemen perkerasan

Salah satu fitur penting dari sistem manajemen perkerasan jalan (PMS) adalah kemampuannya untuk menentukan kondisi saat ini dari jaringan perkerasan serta ² memprediksi kondisi di masa depan. Untuk memprediksi kondisi secara andal, sebuah sistem penilaian yang objektif dan dapat diulang untuk mengidentifikasi kondisi perkerasan harus digunakan. Prosedur penilaian kondisi kerusakan perkerasan yang disajikan di sini adalah Indeks Kondisi Perkerasan (PCI) yang dikembangkan oleh Korps Insinyur Angkatan Darat AS (Shahin et al. 1976-1994). ³⁹ Penggunaan PCI untuk perkerasan lapangan terbang, jalan raya, dan lahan parkir telah diterima secara luas dan telah secara resmi diadopsi sebagai prosedur standar oleh banyak lembaga di seluruh dunia. Lembaga-lembaga ini termasuk Administrasi Penerbangan Federal, Departemen Pertahanan AS, Asosiasi Pekerjaan Umum Amerika, dan banyak lainnya. PCI untuk lapangan terbang dan jalan juga telah diterbitkan sebagai standar ASTM, D5340 dan D6433.

PCI adalah ⁶⁶ indeks numerik, yang berkisar dari 0 untuk perkerasan yang rusak total hingga 100 untuk perkerasan dalam kondisi sempurna. Perhitungan ⁵ PCI didasarkan pada hasil survei kondisi visual di mana jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan jumlah kerusakan yang ² diidentifikasi. PCI dikembangkan untuk memberikan indeks integritas

struktural perkerasan dan kondisi operasional permukaannya. Informasi kerusakan yang diperoleh sebagai bagian dari survei kondisi PCI memberikan wawasan tentang penyebab kerusakan dan apakah kerusakan tersebut terkait dengan beban atau iklim.

Tingkat kerusakan perkerasan adalah fungsi dari jenis kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, dan jumlah atau kepadatan kerusakan. Menghasilkan satu indeks yang mempertimbangkan ketiga faktor ini adalah tantangan yang cukup besar. Untuk mengatasi tantangan ini, "nilai pengurangan" diperkenalkan sebagai jenis faktor pembobot untuk menunjukkan tingkat pengaruh yang dimiliki setiap kombinasi jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan kepadatan kerusakan terhadap kondisi perkerasan. Nilai pengurangan dikembangkan berdasarkan pengetahuan mendalam tentang perilaku perkerasan, masukan dari banyak insinyur perkerasan berpengalaman, pengujian lapangan, dan evaluasi prosedur, serta deskripsi yang akurat tentang jenis kerusakan dan tingkat keparahan. Jumlah nilai pengurangan dikoreksi berdasarkan jumlah dan nilai pengurangan tersebut, dan jumlah yang telah dikoreksi dikurangkan dari 100 untuk memperoleh PCI (Pavement Management for Airports, Roads, And Parking Lots).

Shahin dan Kohn pertama kali menggambarkan pengembangan PCI dalam laporan teknis yang dirilis oleh USACE. Prosesnya melibatkan beberapa insinyur perkerasan dan surveyor yang menilai secara subjektif kerusakan hipotetik pada suatu segmen jalan dengan skala 1 sampai 100. Penilaian ini dilakukan untuk berbagai jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan luas kerusakan. Tingkat keparahan dinilai sebagai rendah, sedang, dan tinggi dan batas antara kategori ini ditentukan berdasarkan pendapat para peneliti. Nilai untuk luas kerusakan didefinisikan sebagai persentase dari luas permukaan segmen perkerasan yang menunjukkan kerusakan tersebut. Ketika semua penilaian dari para peneliti dirata-ratakan, hasilnya menjadi nilai Pavement Condition Rating (PCR) untuk jenis, tingkat keparahan, dan luas kerusakan tersebut. Proses ini digunakan untuk mengembangkan kurva Deduct Value yang digunakan untuk mengurangi nilai dari 100 guna menghitung PCI. Beberapa studi validasi dilakukan dengan peneliti dan lokasi yang berbeda untuk menemukan penyesuaian dan koreksi yang sesuai terhadap metodologi ini. Setelah kurva pengurang disempurnakan, proses sederhana diterapkan untuk mendapatkan PCI dari suatu segmen (Pavement Management for Airports, Roads, And Parking Lots).

⁹⁴
Tabel 2.1 Pavement Condition Index Rating Scale

Nilai PCI	Kategori Kondisi
²² 85-100	Good
70-85	Satisfactory
55-70	Fair
40-55	Poor
25-40	Very Poor
10-25	Serious
0-10	Failed

Sumber: Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots Second Edition

2.1.1 Standar Pemeliharaan Perkerasan Lapangan Terbang

Perkerasan lapangan terbang biasanya diharapkan memiliki standar pemeliharaan yang lebih tinggi dibandingkan jalan dan lahan parkir karena benda-benda lepas dari perkerasan yang terkikis atau retakan yang tidak terisi dapat menyebabkan kerusakan serius pada mesin dan baling-baling pesawat. Di bagian tengah landasan pacu (bagian sirip), di mana 95 persen dari lalu lintas terjadi, tidaklah berlebihan untuk memeriksa 50 persen dari unit sampel, atau bahkan setiap unit sampel. Di bagian luar landasan pacu, serta di taxiway dan apron, sampel 25 persen hingga 33 persen mungkin sudah cukup. ⁹ (Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots).

2.2 Melakukan Survei Kondisi

Prosedur yang digunakan untuk melakukan survei kondisi PCI akan bervariasi tergantung pada jenis permukaan perkerasan yang diperiksa. Untuk semua jenis permukaan, bagian perkerasan harus terlebih dahulu dibagi ke dalam unit sampel, dan unit-unit yang akan diperiksa dipilih sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya. Prosedur inspeksi untuk perkerasan berlapis aspal, beton, dan jalan tanpa lapisan permukaan dijelaskan dalam bagian-bagian berikut. ⁹ (Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots).

2.2.1 Perkerasan Berlapis Aspal

Survei kondisi untuk semua perkerasan berlapis aspal, berlapis tar, dan aspal di atas beton melibatkan hal-hal berikut:

AIRFIELD ASPHALT PAVEMENT CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT										SKETCH:		
BRANCH <u>R1230</u> SECTION <u>B01</u> SAMPLE UNIT <u>008</u> SURVEYED BY <u>MYS</u> DATE <u>MAR/15/92</u> SAMPLE AREA <u>5000 sf</u>												
41. Alligator Cracking 45. Depression 49. Oil Spillage 53. Rutting 42. Bleeding 46. Jet Blast 50. Patching 54. Shoving from PCC 43. Block Cracking 47. Jt. Reflection (PCC) 51. Polished Aggregate 55. Slippage Cracking 44. Corrugation 48. Long. & Trans. Cracking 52. Raveling/Weathering 56. Swell												
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY									TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
48 L	10	20	17							47	0.94	4.8
48 M	7	9								16	0.32	6.7
41 L	53									53	1.06	21.0
45 L	10	5								15	0.3	1.6
53 L	20	45	10							75	1.5	17.1
53 M	25									25	0.5	20.1

Gambar 2.1 Example Airfield AC Sample Unit Condition Survey Sheet

Sumber: *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*

- 1 Peralatan: Petugas inspeksi memerlukan meteran tangan ² untuk mengukur panjang dan luas kerusakan, mistar lurus, penggaris untuk mengukur kedalaman rut (cekungan) atau depresi, serta manual kerusakan PCI.
- 2 Prosedur: Sebuah unit sampel diperiksa dengan mengukur jenis dan tingkat keparahan kerusakan sesuai dengan manual kerusakan PCI, dan mencatat data pada lembar survei perkerasan lentur. Gambar 2.1 merupakan contoh lembar survei kondisi unit sampel perkerasan bandar udara berlapis aspal. Definisi ini harus diikuti dengan cermat saat melakukan survei PCI. Satu lembar data digunakan untuk setiap unit sampel. Kode kerusakan pada lembar data sesuai dengan kode identifikasi kerusakan yang digunakan dalam sistem Micro PAVER. Setiap baris pada lembar data digunakan untuk mewakili satu jenis kerusakan pada satu tingkat keparahan tertentu. Sebagai contoh pada Gambar 2.1, kerusakan nomor 48 (retak longitudinal dan transversal, tingkat keparahan rendah) diukur dalam satuan ft, sehingga angka 10 berarti terdapat 10 ft retakan tingkat keparahan rendah, dan seterusnya. Semua data kerusakan ini digunakan untuk menghitung PCI dari unit sampel, ²⁰ yang akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini.

2.2.2 Perkerasan Berlapis Beton

Peralatan dan prosedur berikut digunakan untuk memeriksa perkerasan beton polos dan beton bertulang dengan sambungan:

- 1 Peralatan: Petugas inspeksi membutuhkan meteran tangan untuk mengukur ukuran pelat, mistar lurus dan penggaris untuk mengukur kerusakan sambungan dan penurunan bahu, serta manual kerusakan PCI.
- 2 Prosedur: Inspeksi dilakukan dengan mencatat kerusakan yang ditemukan pada tiap pelat dalam lembar data inspeksi lapangan perkerasan beton. Gambar 2.2 adalah contoh lembar survei kondisi unit sampel perkerasan bandar udara PCC (Portland Cement Concrete). Definisi ini harus diikuti dengan ³ sangat cermat saat melaksanakan survei PCI. Satu lembar data digunakan untuk setiap unit sampel. Unit sampel digambarkan dengan menggunakan titik-titik sebagai perpotongan sambungan. Kode angka yang sesuai untuk setiap kerusakan yang ditemukan dalam pelat dicatat di kotak yang mewakili pelat tersebut. Kode angka ini sesuai dengan

63

9

9
E

ve

2.2.3 Klasifikasi Kerusakan Berdasarkan Penyebab

Pemeriksaan jenis, tingkat keparahan, dan jumlah kerusakan yang diekstrapolasi pada bagian perkerasan memberikan informasi yang berharga untuk menentukan penyebab kerusakan perkerasan dan akhirnya kebutuhan pemeliharaan dan perbaikan (M&R) nya. Tabel 2.2 mengklasifikasikan penyebab kerusakan untuk jalan beraspal dan perkerasan landasan pacu, masing-masing, berdasarkan beban, iklim, dan faktor lainnya. Kuantifikasi efek relatif dari masing-masing faktor dapat ditentukan pada nilai pengurangan yang sesuai untuk kerusakan yang diekstrapolasi pada bagian yang bersangkutan, seperti yang diilustrasikan dalam contoh berikut: Kerusakan berikut diukur pada bagian perkerasan landasan pacu aspal dan ²⁷ nilai pengurang untuk kerusakan yang diekstrapolasi ditentukan dari kurva pengurangan.

Tabel 2.2 Contoh Ilustrasi Kerusakan yang diukur dan Nilai Pengurang untuk Kerusakan

²⁵ Distress Type	Severity	Density. %	Deduct Value
Alligator Cracking	Medium	6.4	50
Transverse Cracking	Low	2.0	8
Rutting	Low	2.7	20

Sumber: *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*

Nilai total pengurangan yang dapat dikaitkan dengan beban adalah 70 (50+20), dan yang dikaitkan dengan iklim adalah 8. Tidak ada kerusakan yang diklasifikasikan sebagai "lainnya." Persentase pengurangan yang dikaitkan dengan beban, iklim, dan penyebab lain dihitung sebagai berikut:

- 1 Beban = $70/78 \times 100 = 90$ persen
- 2 Iklim = $8/78 \times 100 = 10$ persen

Persentase nilai pengurangan yang dikaitkan dengan setiap penyebab merupakan indikasi dari penyebab kerusakan perkerasan. Dalam contoh ini, kerusakan yang disebabkan terutama oleh beban telah menghasilkan 90 persen dari total pengurangan, sementara semua penyebab lain hanya menghasilkan 10 persen. Oleh karena itu, beban lalu lintas adalah penyebab utama kerusakan untuk bagian perkerasan ini.

Tabel 2.3 ⁸ PAVER Distress Classification for Airfields

Code	Distress	Cause
Asphalt-Surfaced Airfields		
41	Alligator cracking	Load
42	Bleeding	Other
43	Bbck cracking	Climate
44	Corrugation	Other
45	Depression	Other
46	Jet blast	Other
47	Joint reflection/cracking	Climate
48	Longitudinal and transverse cracking	Climate
49	Oil spillage	Other
50	Patching	Other
51	Polished aggregate	Other
52	Weathering/ravelling	Climate
53	Rutting	Load
54	Shoving	Other
55	Slippage cracking	Other
56	Swelling	Other
Code	Distress	Cause
Portland Cement Concrete Airfields		
61	Blowup	¹⁹ Climate
62	Corner break	Load
63	Linear cracking	Load
64	Durability cracking	Climate
65	Joint seal damage	Climate
66	Small patch	Other
67	Large patch/utility cut	Other
68	Popouts	Other
69	Pumping	Other

70	Scaling crazing	Other
Code	Distress	Cause
71	Faulting	Other
72	Shattered slab	Load
73	Shrinkage cracking	Other
74	Joint spalling	Other
75	Comer spalling	Other

Sumber: *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*

2.3 ASTM D5340-12

PCI (Pavement Condition Index) adalah indikator numerik yang memberikan penilaian terhadap kondisi permukaan perkerasan. PCI memberikan ukuran kondisi perkerasan saat ini berdasarkan kerusakan yang diamati di permukaan, yang juga mencerminkan integritas struktural dan kondisi operasional permukaan (seperti kekasaran lokal dan aspek keselamatan). PCI tidak dapat mengukur kapasitas struktural, dan tidak memberikan pengukuran langsung terhadap ketahanan selip (*skid resistance*) atau kekasaran secara menyeluruh. Namun, PCI memberikan dasar yang objektif dan rasional dalam menentukan kebutuhan dan prioritas pemeliharaan serta perbaikan. Pemantauan PCI secara berkelanjutan digunakan untuk menentukan laju kerusakan perkerasan, yang memungkinkan identifikasi dini terhadap kebutuhan rehabilitasi besar. Selain itu, PCI juga memberikan umpan balik tentang kinerja perkerasan guna memvalidasi atau meningkatkan desain dan prosedur pemeliharaan perkerasan yang sedang digunakan.

2.3.1 Pengambilan Sampel dan Unit Sampel

- 1 Identifikasi area perkerasan dengan fungsi penggunaan yang berbeda seperti landasan pacu (*runway*), jalur taksi (*taxiway*), dan apron pada denah tata letak bandara.
- 2 Bagi setiap area dengan satu fungsi penggunaan ke dalam beberapa bagian (*section*) berdasarkan desain perkerasan, riwayat konstruksi, lalu lintas, dan kondisi.
- 3 Bagi bagian perkerasan (*section*) ke dalam unit sampel (*sample units*). Jika pelat perkerasan pada PCC memiliki jarak sambungan lebih dari 25 ft (8 m), setiap pelat harus dibagi menjadi pelat imajiner. Pelat imajiner ini harus memiliki panjang

kurang dari atau sama dengan 25 ft (8 m), dan sambungan imajiner tersebut dianggap dalam kondisi sempurna. Hal ini diperlukan karena nilai pengurang (*deduct values*) dikembangkan untuk pelat beton bersambungan dengan panjang maksimal 25 ft (8 m).

- 4 Unit sampel yang akan diinspeksi harus diberi tanda atau diidentifikasi dengan cara yang memungkinkan petugas inspeksi dan pengendali mutu dengan mudah menemukannya di permukaan perkerasan. Tanda cat di sepanjang tepi dan sketsa yang menunjuk ke ciri fisik perkerasan dapat digunakan. Penggunaan paku atau benda lain yang berpotensi menjadi FOD (Foreign Object Debris) tidak direkomendasikan. Kemampuan untuk menemukan kembali unit sampel dengan akurat penting untuk memverifikasi data kerusakan saat ini, meninjau perubahan kondisi dari waktu ke waktu, dan memungkinkan inspeksi ulang di masa mendatang pada unit sampel yang sama.
- 5 Pilih unit sampel yang akan diinspeksi. Jumlah unit sampel yang diinspeksi dapat bervariasi, mulai dari semua unit dalam satu bagian, sejumlah unit yang menghasilkan tingkat kepercayaan 95 persen, atau jumlah yang lebih sedikit.
 - a Semua unit sampel dalam bagian bisa diinspeksi untuk menentukan rata-rata PCI dari bagian tersebut. Namun, hal ini biasanya tidak dilakukan untuk manajemen rutin karena keterbatasan tenaga, dana, dan waktu. Sampel penuh (*total sampling*) sangat disarankan untuk analisis proyek agar estimasi kebutuhan perawatan dan perbaikan lebih akurat.
 - b Jumlah minimum unit sampel (n) yang harus disurvei dalam satu bagian agar memperoleh estimasi PCI yang memadai secara statistik (tingkat kepercayaan 95 persen) dihitung dengan rumus berikut (dibulatkan ke atas ke bilangan bulat terdekat):

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1) + s^2\right)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

e = Kesalahan yang dapat diterima dalam estimasi PCI bagian (biasanya ± 5 poin PCI)

s = Simpangan baku PCI antar unit sampel dalam satu bagian. Untuk inspeksi awal, s diasumsikan

n = Total jumlah unit sampel dalam satu bagian

- c Jika sangat penting mencapai tingkat kepercayaan 95 persen, maka kecukupan jumlah unit sampel yang disurvei harus dikonfirmasi. Karena awalnya dihitung berdasarkan asumsi simpangan baku, perlu dihitung nilai simpangan baku aktual sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_f)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

PCI_i = Nilai PCI unit sampel ke-i,

PCI_f = ³ Rata-rata nilai PCI dari semua unit sampel yang disurvei,

n = Jumlah unit sampel yang disurvei.

- d Hitung kembali jumlah minimum unit sampel (n) menggunakan simpangan baku yang telah dihitung. Jika jumlah ini lebih besar dari jumlah unit ³ yang telah disurvei, maka pilih dan survei unit sampel tambahan secara acak, yang tersebar merata di seluruh bagian. Ulangi proses ini hingga ³ jumlah total unit sampel yang disurvei sama atau lebih besar dari nilai n yang dibutuhkan.
- e Jumlah unit sampel yang lebih sedikit dari tingkat kepercayaan 95 persen dapat digunakan tergantung pada tujuan survei kondisi. Sebagai contoh, satu lembaga menggunakan tabel acuan tersendiri untuk jumlah unit yang harus diperiksa untuk tujuan selain analisis proyek.

Tabel 2.4 Menentukan Jumlah Sampel Unit yang harus disurvei

Total Sample Unit	Yang di Survei
²³ 1 to 5 sample units	1 sample unit
6 to 10 sample units	2 sample units
Given	Survey
11 to 15 sample units	3 sample units
16 to 40 sample units	4 sample units
over 40 sample units	10 persen

Sumber: ASTM D5340-12

- 6 Setelah jumlah unit sampel yang akan diinspeksi ditentukan, hitung interval jarak antar unit menggunakan metode pengambilan sampel acak sistematis, sampel-sampel tersebut didistribusikan secara merata di seluruh bagian (*section*) dengan unit sampel pertama dipilih secara acak. Interval jarak (*i*) antar unit sampel dihitung dengan rumus berikut dan dibulatkan ke bawah ke bilangan bulat terdekat:

$$i = \frac{N}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

N = Jumlah total unit sampel dalam suatu bagian, dan

n = Jumlah unit sampel yang akan diinspeksi.

Unit sampel pertama yang akan diinspeksi dipilih secara acak dari unit sampel ke-1 sampai ke-*i*. Unit sampel berikutnya dalam bagian tersebut adalah unit-unit yang merupakan penambahan kelipatan *i* dari unit pertama yang dipilih secara acak. Unit sampel tambahan hanya diinspeksi jika ditemukan kerusakan yang tidak representative.

2.3.2 Perkerasan Berlapis Aspal

Lakukan inspeksi secara individual terhadap setiap unit sampel yang telah dipilih buat sketsa unit sampel, termasuk arah/orientasinya, catat nomor cabang (*branch*) dan bagian (*section*), serta nomor dan jenis unit sampel (acak atau tambahan). Catat ukuran unit sampel yang diukur menggunakan meter tangan, lakukan inspeksi kerusakan dengan berjalan di atas unit sampel yang sedang disurvei, mengukur jumlah kerusakan untuk setiap tingkat keparahan dari setiap jenis kerusakan yang ada, dan mencatat datanya. Jenis dan tingkat keparahan kerusakan harus sesuai, metode pengukuran disertakan bersama dengan setiap deskripsi kerusakan. Pengukuran dilakukan dengan akurasi hingga $\pm 0,1$ ft (30 mm) menggunakan meter tangan. Rangkuman dari tiap jenis dan tingkat keparahan kerusakan harus dihitung dalam satuan luas ft² atau m² atau panjang ft atau m, tergantung jenis kerusakannya. Ulangi prosedur ini untuk setiap unit sampel yang akan diinspeksi.

2.3.3 Perkerasan Beton Bertulang

Lakukan inspeksi secara individual terhadap setiap unit sampel yang telah dipilih buat sketsa unit sampel yang menunjukkan lokasi dari slab-slab (pelat beton). Catat ukuran unit sampel, nomor cabang dan bagian, nomor dan jenis unit sampel (acak atau tambahan), jumlah slab dalam unit sampel, serta ukuran slab yang diukur dengan meter tangan. Lakukan inspeksi dengan berjalan di atas setiap slab dari unit sampel yang disurvei, dan catat semua jenis kerusakan yang ada beserta tingkat keparahannya. Jenis dan tingkat keparahan kerusakan harus sesuai, rangkum jenis-jenis kerusakan, tingkat keparahannya, dan jumlah slab dalam unit sampel yang mengandung masing-masing jenis dan tingkat kerusakan tersebut. Ulangi prosedur ini untuk setiap unit sampel yang akan diinspeksi.

2.3.4 Perhitungan PCI untuk AC

1. Jumlahkan total kuantitas dari setiap jenis ² **kerusakan pada setiap tingkat keparahan, dan catat pada** bagian **total** *severities* (total tingkat keparahan). Sebagai contoh, Gambar 2.66 menunjukkan empat entri untuk Jenis Kerusakan 8, yaitu Retak Longitudinal dan Transversal: 9M (medium), 10L (low), 20L, dan 15L. Jumlahkan kerusakan berdasarkan tingkat keparahannya, lalu masukkan ke bagian Total Severities sebagai berikut: 45 ft (14 m) untuk keparahan rendah (L), dan 9 ft (3 m) untuk keparahan sedang (M) dari retak longitudinal dan transversal. Satuan kuantitas bisa berupa: ft² (m²), ft (m), atau jumlah kejadian, tergantung pada jenis kerusakannya.
2. Bagi jumlah total ⁵⁰ **dari setiap jenis kerusakan pada tiap tingkat keparahan dengan** luas **total unit sampel, kemudian kalikan dengan 100** untuk mendapatkan persentase ⁸⁴ **densitas kerusakan untuk setiap jenis dan tingkat keparahan.**
3. ⁸⁹ **Tentukan nilai** pengurang (*Deduct Value/DV*) **untuk** kombinasi **setiap jenis kerusakan** dan tingkat keparahannya
4. ²⁰ **Tentukan nilai pengurang terkoreksi maksimum** (*Corrected Deduct Value/CDV*): Jika tidak ada **atau** hanya satu nilai DV individual yang lebih dari 5, maka total DV dapat digunakan sebagai nilai maksimum CDV dalam penentuan PCI. Namun, jika lebih dari satu DV individual melebihi 5, maka CDV maksimum harus dihitung menggunakan prosedur yang dijelaskan dalam bagian ini.

5 Perhitungan PCI:

- a Jika tidak ada atau hanya satu DV individual yang melebihi 5, gunakan total DV sebagai pengganti CDV maksimum dalam menghitung PCI. Namun jika lebih dari satu DV individual melebihi 5, gunakan prosedur berikut untuk menentukan CDV maksimum:

- 1) Tentukan m , yaitu jumlah maksimum kerusakan yang diperbolehkan, dengan cara sebagai berikut

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - HDV) \leq 10 \quad (2.4)$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - 27) = 7,92 \quad (2.5)$$

AIRFIELD ASPHALT PAVEMENT CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT										SKETCH:		
BRANCH _____		SECTION _____		SAMPLE UNIT _____								
SURVEYED BY _____		DATE _____		SAMPLE AREA 5000 S.F.								
1. Alligator Cracking		5. Depression		9. Oil Spillage		13. Rutting						
2. Bleeding		6. Jet Blast		10. Patching		14. Shoving from PCC						
3. Block Cracking		7. Jt. Reflection (PCC)		11. Polished Aggregate		15. Slippage Cracking						
4. Corrugation		8. Long. & Trans. Cracking		12. Raveling/Weathering		16. Swell						
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY									TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
8 L	10	20	15							45	0.90	4.8
8 M	9									9	0.18	4.9
1 L	50									50	1.00	21.0
13 L	200	175								375	7.50	27.0
13 M	25									25	0.50	20.0
5 L	15									15	0.30	2.0
5 M	20									20	0.40	9.0
10 L	50									50	1.00	4.0

Gambar 2.3 ⁶ Example of a Flexible Pavement Condition Survey Data Sheet

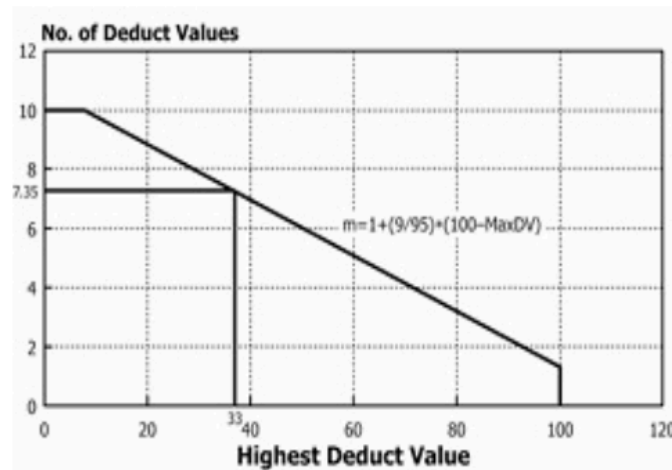
Sumber: ASTM D5340-12

- 2) Masukkan m nilai DV terbesar ke Baris 1 dari tabel, termasuk pecahan DV terakhir yang diperoleh dengan mengalikan DV terakhir dengan bagian pecahan dari nilai m. Jika jumlah DV yang tersedia kurang dari m, masukkan semua nilai DV yang ada.
- 3) Jumlahkan semua nilai DV dan tuliskan hasilnya di bawah kolom "Total". Hitung jumlah DV yang lebih besar dari 5.0 dan tuliskan jumlahnya di bawah kolom "q."
- 4) Gunakan kurva koreksi yang sesuai (untuk AC atau PCC) dengan mencocokkan nilai "Total" dan "q" untuk menentukan nilai CDV (Corrected Deduct Value).
- 5) Salin nilai-nilai DV dari baris saat ini ke baris berikutnya, ubah nilai DV terkecil yang lebih besar dari lima menjadi lima, Lalu ulangi langkah 7 dan 8 hingga nilai "q = 1."
- 6) CDV maksimum adalah nilai terbesar yang terdapat di kolom "CDV."
 - a Urutkan nilai-nilai DV individual dari yang terbesar ke terkecil. Contoh pada Gambar 2.67: 27.0, 21.0, 20.0, 9.0, 4.9, 4.8, 4.0, dan 2.0.
 - b Tentukan jumlah maksimum pengurang (m) dari Gambar 2.67, atau gunakan rumus berikut:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - HDV) \dots\dots\dots (2.6)$$
 Dimana:
 m = Jumlah pengurang yang diperbolehkan termasuk pecahan (maksimal 10)
 HDV = Nilai DV tertinggi
 Contoh untuk gambar 2.66

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - 27) = 7,92 \dots\dots\dots (2.7)$$
 - c Jumlah DV individual dikurangi menjadi m nilai DV terbesar, termasuk bagian pecahan. Contohnya, untuk nilai-nilai pada Gambar 2.66: 27.0, 21.0, 20.0, 9.0, 4.9, 4.8, 4.0, dan 1.8 (angka 1.8 diperoleh dengan mengalikan 2.0 dengan $(7.92 - 7 = 0.92)$). Jika jumlah DV yang tersedia kurang dari m, gunakan semua nilai DV yang tersedia.
 - d Tentukan CDV maksimum secara iteratif sebagai berikut (lihat Gambar 2.68):
 - 1) Tentukan total DV dengan menjumlahkan semua DV individual. Total DV diperoleh dari penjumlahan nilai-nilai DV di langkah d, yaitu 92.5.

- 2) Tentukan nilai ²q, yaitu jumlah nilai pengurang (deduct) yang lebih besar dari 5.0.
Contoh pada Gambar 2.66 $q = 4$
- 3) Tentukan nilai CDV berdasarkan nilai q dan total DV yang ⁸⁵diperoleh pada langkah 1) dan 2) dengan merujuk pada kurva koreksi yang sesuai.
- 4) Turunkan nilai DV individual terkecil yang lebih besar dari 5.0 menjadi 5.0, lalu ulangi langkah 1) hingga 4) hingga $q = 1$.
- 5) CDV maksimum adalah nilai terbesar dari CDV yang diperoleh pada langkah 1) hingga 4).



Gambar 2.4 Adjustment of Number of DVs

Sumber: ASTM D5340-12

6 Menghitung PCI

- a Hitung ³⁹nilai PCI dengan cara mengurangi CDV maksimum dari angka 100:
 $PCI = 100 - \max CDV$ (2.8)
- b Koreksi PCI jika terdapat satu jenis kerusakan dengan beberapa tingkat keparahan.
- c Kasus Dua Tingkat Keparahan

Jika terdapat dua tingkat keparahan untuk satu jenis kerusakan dalam satu unit sampel, perhitungannya dilakukan sebagai berikut:

x_1 = Persentase kerusakan dengan tingkat keparahan rendah

x_2 = Persentase kerusakan dengan tingkat keparahan sedang

$$X_2 = x_1 + x_2$$

Nilai PCI (x_1 , x_2) seharusnya lebih tinggi dibandingkan PCI (0, X_2) karena PCI (0, X_2) berarti kerusakan sedang lebih dominan. Jika hal ini tidak terpenuhi, maka PCI untuk unit sampel tersebut dihitung berdasarkan X_2 dan bukan berdasarkan x_1 dan x_2 secara terpisah.

d Kasus Tiga Tingkat Keparahan

Jika terdapat tiga tingkat keparahan untuk satu jenis kerusakan dalam satu unit sampel, perhitungannya dilakukan sebagai berikut: l atau L = persentase kepadatan kerusakan dengan keparahan rendah, m atau M = persentase kepadatan kerusakan dengan keparahan sedang, h atau H = persentase kepadatan kerusakan dengan keparahan tinggi, $PCI(l,m,h) = PCI$ untuk bagian dengan kuantitas kerusakan l, m, dan h, nilai $PCI(l,m,h)$ harus lebih tinggi dibandingkan dengan $PCI(0, M, h)$, $PCI(l, 0, H)$, $PCI(m, H)$, atau $PCI(H)$. Jadi, nilai PCI yang benar atau baru untuk unit sampel tersebut harus berdasarkan kombinasi yang menghasilkan PCI tertinggi.

#	Deduct Values									Total	q	CDV
1	27.0	21.0	20.0	9.0	4.9	4.8	4.0	1.8		92.5	4	50.0
2	27.0	21.0	20.0	5.0	4.9	4.8	4.0	1.8		38.5	3	56.0
3	27.0	21.0	5.0	5.0	4.9	4.8	4.0	1.8		73.5	2	51.0
4	27.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.8	4.0	1.8		57.5	1	57.5
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Max CDV = 57.5

PCI = 100 - Max CDV = 42.5

RATING = FAIR

Gambar 2.5 Calculation of Corrected PCI Value, Flexible Pavement

Sumber: ASTM D5340-12

6

6

0-

Key Issues

IR

6

S.

- 1 Untuk setiap kombinasi unik antara jenis kerusakan dan tingkat keparahan, jumlahkan total pelat (slab) di mana kerusakan tersebut muncul. Sebagai contoh dalam Gambar 2.69, terdapat dua pelat yang mengalami kerusakan sudut (corner break) dengan tingkat keparahan rendah.
- 2 Bagikan jumlah pelat dari langkah 1 dengan jumlah total pelat dalam unit sampel, kemudian kalikan dengan 100 untuk memperoleh persentase kepadatan dari setiap kombinasi jenis kerusakan dan tingkat keparahan.

3 Perhitungan PCI:

- a Jika tidak ada atau hanya satu nilai DV individual yang lebih besar dari 5, maka gunakan total DV sebagai pengganti CDV maksimum dalam menghitung PCI. Namun jika lebih dari satu nilai DV individual lebih besar dari 5, ikuti langkah-langkah berikut untuk menentukan CDV maksimum:

- 1) Tentukan m, jumlah maksimum kerusakan yang diperbolehkan, dengan rumus berikut:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - HDV) \leq 10 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - 32,0) = 7,44 \dots\dots\dots (2.10)$$

- b Masukkan m nilai DV terbesar pada Baris 1 tabel berikut, termasuk pecahan yang diperoleh dengan mengalikan DV terakhir dengan bagian desimal dari m. Jika jumlah DV tersedia kurang dari m, gunakan semua DV yang tersedia.
- c Jumlahkan nilai-nilai DV dan masukkan hasilnya di bawah kolom "Total". Hitung jumlah nilai DV yang lebih besar dari 5.0, dan catat sebagai "q".
- d Gunakan kurva koreksi yang sesuai (AC atau PCC) berdasarkan nilai "Total" dan "q" untuk menentukan nilai CDV.
- e Salin DV dari baris saat ini ke baris berikutnya, ubah nilai DV terkecil yang lebih besar dari lima menjadi lima, lalu ulangi langkah c dan d hingga q = 1.
- f Nilai CDV maksimum adalah nilai terbesar dalam kolom "CDV".

- 4 Tentukan nilai DV untuk setiap kombinasi jenis kerusakan dan tingkat keparahan dengan menggunakan kurva deduct yang sesuai.

- 5 Tentukan nilai PCI dengan mengikuti prosedur pada bagian 5 dan 6 (perhitungan PCI untuk AC), namun gunakan kurva koreksi untuk perkerasan PCC sebagai pengganti kurva koreksi perkerasan AC pada langkah 5-e-3).

2.3.6 Penentuan PCI untuk Suatu Bagian Perkerasan

- 1 Jika semua unit sampel yang disurvei dipilih secara acak, maka nilai PCI untuk suatu bagian perkerasan (PCIs) dihitung sebagai rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit-unit sampel acak yang disurvei (PCI_r) dengan menggunakan persamaan 2.11:

$$PCI_S = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

PCI_r = PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit-unit sampel acak yang disurvei

PCI_{ri} = PCI dari unit sampel acak ke-i

A_{ri} = Luas unit sampel acak ke-i

n = Jumlah unit sampel acak yang disurvei

Jika terdapat unit sampel tambahan yang disurvei, maka nilai PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit-unit sampel tambahan (PCI_a) dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Kemudian, nilai PCI untuk seluruh bagian perkerasan (PCIs) dihitung menggunakan persamaan 2.13:

$$PCI_S = \frac{PCI_r (A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a (\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

PCI_a = PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas dari unit sampel tambahan

PCI_{ai} = PCI dari unit sampel tambahan ke-i

A_{ai} = Luas unit sampel tambahan ke-i

A = Luas total bagian perkerasan

m = Jumlah unit sampel tambahan yang disurvei

PCI_s = PCI rata-rata tertimbang berdasarkan luas untuk seluruh bagian perkerasan

- 2 Tentukan peringkat kondisi keseluruhan dari bagian perkerasan tersebut dengan menggunakan nilai Section PCI (PCIs) yang telah diperoleh, dan cocokkan dengan skala peringkat kondisi.

#	Deduct Values										Total	q	CDV
1	32.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	6.0	1.3			89.3	7	56.0
2	32.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	5.0	1.3			88.3	6	58.0
3	32.0	12.0	11.0	10.0	9.0	5.0	5.0	1.3			85.3	5	58.0
4	32.0	12.0	11.0	10.0	5.0	5.0	5.0	1.3			81.3	4	58.0
5	32.0	12.0	11.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.3			76.3	3	57.0
6	32.0	12.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.3			70.3	2	61.0
7	32.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.3			63.3	1	63.3
8													
9													
10													

Max CDV = 63.3

PCI = 100 - Max CDV = 36.7

RATING = POOR

Gambar 2.7 Calculation of Corrected PCI Value Jointed Rigid Pavemen

Sumber: ASTM D5340-12

2.4 Penelitian Terdahulu

- a. Muhammad Husni Thamrin dan Indartono Rivai (2024), dalam penelitiannya Evaluasi Kerusakan Perkerasan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) Pada Runway di Bandar Udara Hang Nadim Batam. Setelah dilakukan Survey dan analisis Pavement Condition Index (PCI) pada runway Bandar Udara Hang Nadim Batam, maka dapat disimpulkan bahwa: Berdasarkan hasil survey di lapangan jenis kerusakan yang ada pada runway Bandar Udara Hang Nadim Batam yaitu jenis kerusakan yang sering terjadi yaitu Longitudinal & Transverse cracking dari 15 sample yang diambil. Berdasarkan hasil survey di lapangan dan analisis Tingkat kerusakan yang ada pada runway Bandar Udara Hang Nadim Batam yaitu low dan medium, dimana kerusakan tingkat low dominan terjadi dari 15 sample yang diambil. Setelah menghitung nilai PCI data runway Bandar Udara Hang

Nadim Batam diperoleh nilai Pavement Condition Index (PCI) runway sebesar 78. Maka kondisi perkerasan runway Bandar Udara Hang Nadim Batam termasuk kategori memuaskan (satisfactory)

- b. Barkah Wahyu Widiyanto (2017), dalam penelitiannya Pavement Condition Index (PCI) Runway Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta. Berdasarkan hasil analisis penilaian PCI Runway Halim Perdanakusuma Jakarta diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Dengan pertimbangan kondisi runway yang sedang dalam pekerjaan perbaikan, maka dari analisis data lapangan didapat nilai PCI Runway Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta dibagi dalam 3 kelompok, yaitu: PCI kondisi eksisting (sebelum perbaikan) adalah 69 (Fair/Sedang), mendekati 70 (Satisfactory/Cukup Baik). PCI kondisi “do something” (setelah dilakukan perbaikan) adalah 65 (Fair/Sedang). PCI kondisi “do nothing” (jika tidak dilakukan perbaikan dan terjadi/bertambah kerusakan alur pada jalur roda pesawat) adalah 59 (Fair/Sedang), mendekati 55 (Poor/Buruk). Dari perubahan nilai PCI tersebut dapat disimpulkan bahwa pekerjaan perbaikan yang telah dilakukan telah mencegah kerusakan dan memperlambat penurunan nilai PCI. Nilai PCI yang telah dianalisis tersebut tidak menjadi hambatan runway untuk digunakan.
- c. Umi Tho’atin, Ary Setyawan dan Mamok Suprpto (2016), dalam penelitiannya Penggunaan Metode International Roughness Index (IRI), Surface Distress Index (SDI) dan Pavement Condition Index (PCI) Untuk Penilaian Kondisi Jalan di Kabupaten Wonogiri. Dengan adanya penelitian penilaian kondisi jalan yang menggunakan metode IRI, SDI, dan PCI dapat memberikan gambaran atau dekripsi tentang kondisi jalan di Kabupaten Wonogiri, yang dapat digunakan sebagai data base untuk perencanaan dan pelaksanaan rehabilitasi dan pemeliharaan jalan. Hasil penelitian ini juga dapat sebagai bahan pertimbangan oleh tenaga ahli jalan dan stake holder terkait untuk melaksanakan rehabilitasi dan pemeliharaan jalan secara efektif.

Meskipun beberapa penelitian diatas ada yang berfokus pada perkerasan jalan, metode dan pendekatan yang digunakan seperti Pavement Condition Index (PCI) tetap relevan dan dapat diadaptasi dalam penelitian perkerasan landasan pacu. Perbedaan utama terletak pada standar desain dan jenis beban yang ditanggung oleh perkerasan

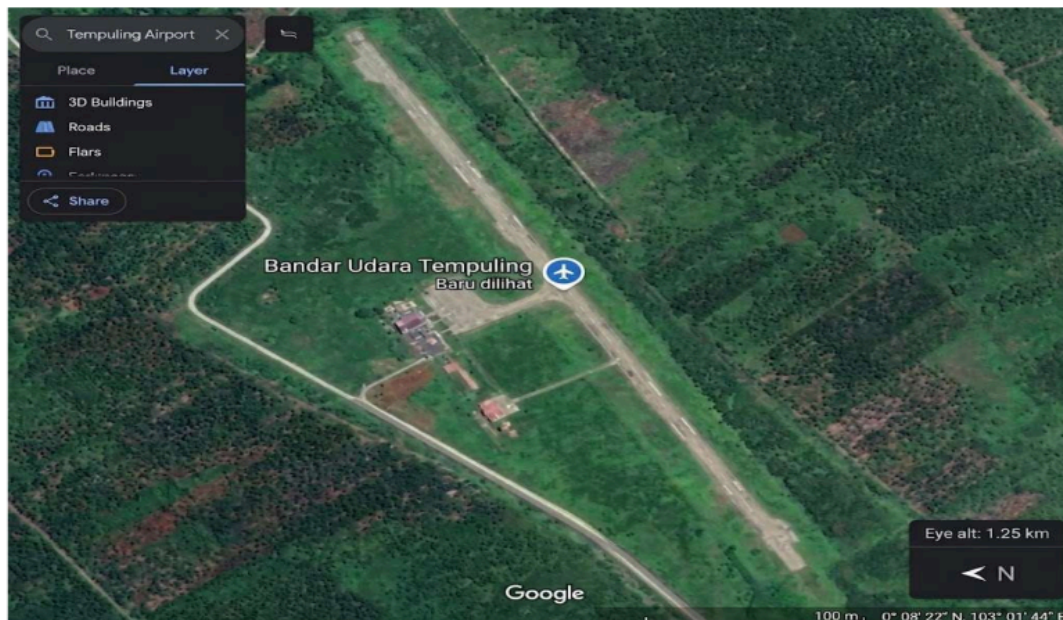
landasan pacu yang harus mengacu pada regulasi penerbangan, seperti standar FAA (Federal Aviation Administration) dan juga ASTM D5340-12.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi kondisi perkerasan landasan pacu di Bandar Udara Tempuling. Evaluasi dilakukan dengan ⁵metode Pavement Condition Index (PCI) berdasarkan pedoman ASTM D5340-12, yang digunakan untuk menilai tingkat kerusakan permukaan perkerasan secara sistematis dan kuantitatif.

3.2 Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Bandar Udara Tempuling

Sumber: Google Earth (2024)

Penelitian ini dilakukan di Bandar Udara Tempuling ²⁴Kelurahan Sungai Salak, Kecamatan Tempuling, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Bandar udara ini ²⁷merupakan salah satu infrastruktur penting yang berperan dalam mendukung transportasi udara di wilayah tersebut. Fokus penelitian adalah pada kondisi perkerasan landasan pacu.

13

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi langsung melalui survei visual, di mana data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan pendekatan PCI sesuai standar ASTM D5340-12. Langkah-langkah utama meliputi identifikasi jenis kerusakan, penentuan tingkat keparahan, dan perhitungan skor PCI.

51

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. **Studi Literatur:** Mengumpulkan referensi dari buku, jurnal, standar teknis dan regulasi dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terkait perkerasan landasan pacu.
2. **Pengumpulan Data Lapangan**
 - a. Melakukan survei visual untuk mengamati dan mendokumentasikan kerusakan permukaan.
 - b. Mencatat jenis kerusakan (misalnya: retak, lubang, pengelupasan), tingkat keparahan (low, medium, high), dan persentase luas kerusakan terhadap total area unit sampel.
3. **Pengolahan Data:** Data dikompilasi ke dalam formulir PCI dan dihitung nilai indeks kerusakan setiap segmen menggunakan rumus PCI.
4. **Analisis Data:** Nilai PCI yang dihasilkan diklasifikasikan ke dalam Pavement Condition Index Rating Scale.
5. **Kesimpulan dan Rekomendasi.** Menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis serta memberikan rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

70

3.5 Data dan Sumber Data

1 Data Primer

- a Hasil survei lapangan berupa dokumentasi visual dan pencatatan jenis, tingkat, dan luas kerusakan pada perkerasan.

2 Data Sekunder

- a Data dari pengelola Bandar Udara Tempuling (jika memungkinkan diperoleh.)
- b Dokumen referensi seperti ASTM D5340-12, jurnal, laporan teknis, dan publikasi ilmiah terkait metode PCI.
- c Hasil perhitungan nilai PCI berdasarkan data hasil survei lapangan.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis serta tingkat kerusakan pada permukaan runway secara langsung di lapangan sesuai ASTM D5340-12.
2. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto kondisi fisik landasan pacu foto-foto tersebut akan digunakan untuk membantu analisis visual dan penjelasan kondisi aktual.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

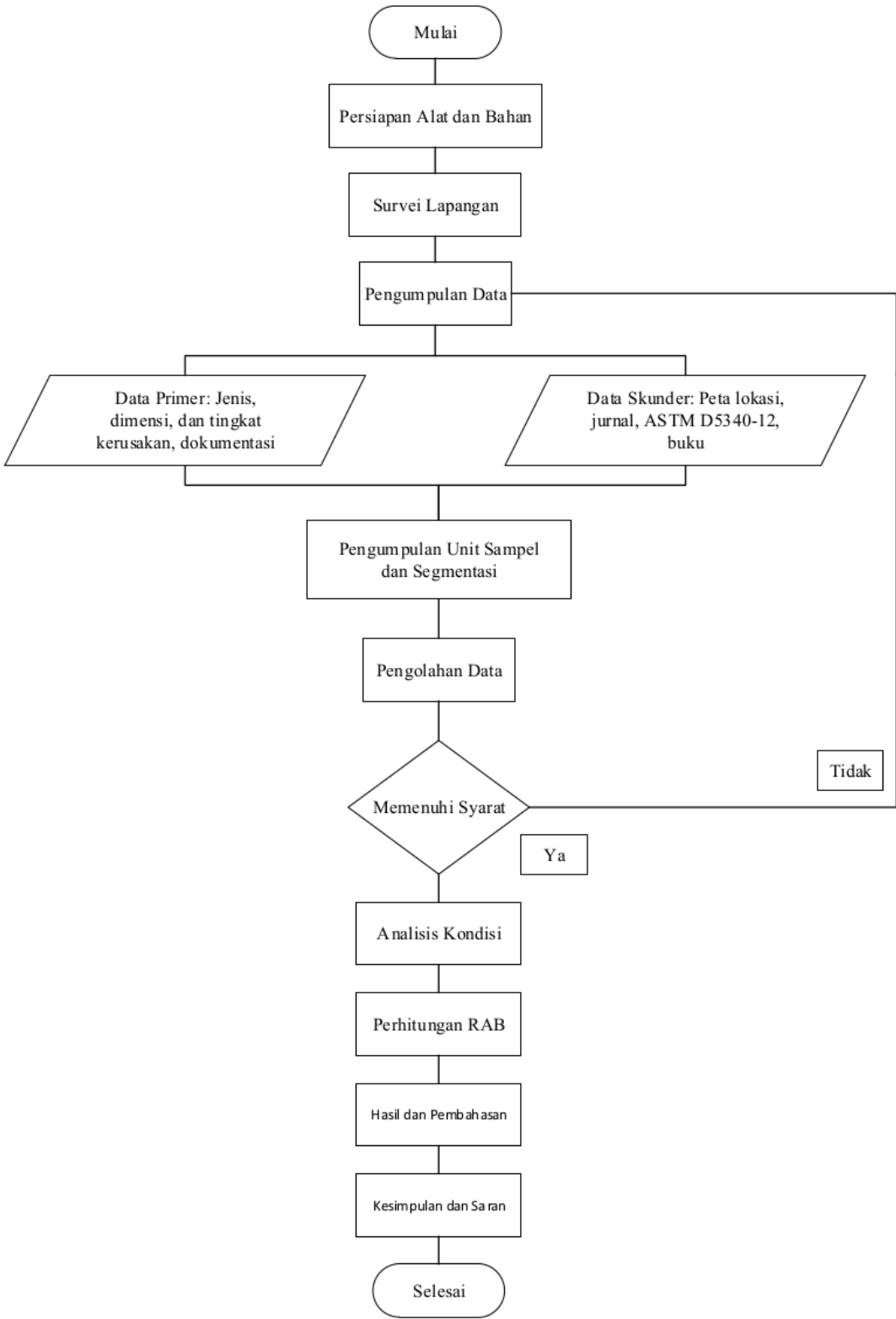
1. Formulir identifikasi kerusakan berdasarkan PCI (ASTM D5340-12).
2. Kamera: Untuk dokumentasi visual kerusakan.
3. Alat ukur tambahan

3.8 Metode Analisis Data

Analisis dilakukan berdasarkan metode PCI:

1. Klasifikasi jenis kerusakan dan tingkat keparahannya sesuai standar.
2. Perhitungan skor PCI pada tiap segmen landasan.
3. Interpretasi hasil berdasarkan kriteria yang ditentukan dalam ASTM D5340-12.
4. Penyusunan simpulan terhadap kondisi eksisting dan kelayakan perkerasan landasan pacu.

3.9 Bagan Alir



Gambar 3.2 Bagan Alir

2 BAB IV

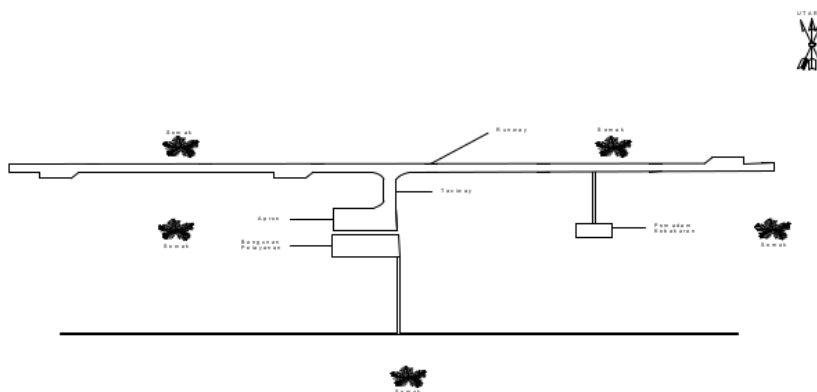
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Fisik dan Strategi Pengumpulan Data Lapangan

Penelitian ini dilakukan di Bandar Udara Tempuling, yang berlokasi di Kecamatan Tempuling, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Adapun spesifikasi teknis dari masing-masing elemen perkerasan adalah sebagai berikut:

- 1 Runway memiliki panjang 1.470 m dan lebar 27 m.
- 2 Apron memiliki panjang 120 m dan lebar 75 m.
- 3 Taxiway memiliki panjang 120 m dan lebar bagian utama 24 m.
- 4 Dengan tebal masing-masing perkerasan 30 cm.

Secara teoritis dan regulatif, penentuan spesifikasi tebal perkerasan serta dimensi geometrik (panjang dan lebar) runway, taxiway, dan apron dirancang berdasarkan kriteria pesawat terbesar/pesawat rencana (critical aircraft) yang diproyeksikan akan beroperasi di bandar udara tersebut. Hal ini sejalan dengan KP DJPU 74 Tahun 2026 tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara serta EASA (2026) dalam Easy Access Rules for Aerodromes. Dalam regulasi tersebut, ketebalan dan dimensi fisik fasilitas sisi udara dihitung agar mampu menahan beban gandar maksimum (Maximum Take-Off Weight/MTOW) dan konfigurasi roda pendarat dari pesawat terbesar yang dilayani.



Gambar 4.1 Siteplan Bandar Udara Tempuling

Sumber: Analisis

Ketiga area tersebut menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang umumnya tahan terhadap beban berat. Namun, seiring waktu dan tanpa adanya pemeliharaan rutin, permukaan perkerasan berpotensi mengalami penurunan kualitas struktural. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan yang terjadi dengan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI) berdasarkan standar ASTM D5340-12. Sebelum memaparkan hasil identifikasi kerusakan dan perhitungan nilai PCI, bagian ini menjelaskan secara singkat bagaimana proses pengumpulan data dilakukan di lapangan. Tujuannya adalah agar pembaca memahami konteks dari data yang akan disajikan pada subbab selanjutnya.

Pengumpulan data kerusakan perkerasan dilakukan dengan metode Pavement Condition Index (PCI) berdasarkan standar ASTM D5340-12 dan mengacu pada pedoman teknis dari Shahin (2005). Observasi dilakukan secara visual langsung terhadap permukaan perkerasan beton di area runway, apron, dan taxiway. Setiap area dibagi menjadi beberapa sample unit, yaitu unit-area pengamatan dengan luas maksimum 25 ft (8 m) sebagaimana disarankan untuk perkerasan kaku. Pembagian ini menyesuaikan batas alami slab beton eksisting di lapangan, setiap SU diberi kode (misalnya R1, R2, A1, T1, dst) untuk memudahkan dokumentasi. Dalam tiap sample unit dicatat jenis kerusakan yang ditemukan, luas kerusakannya, serta tingkat keparahan (*severity*) yang dikategorikan menjadi low, medium, atau high. Penilaian tingkat keparahan mengacu pada karakteristik visual kerusakan yang ditentukan dalam ASTM D5340-12, seperti ukuran retak, kedalaman spalling, atau tinggi selisih antar pelat.

Survei dilakukan dengan bantuan alat ukur (meteran), kamera digital, formulir inspeksi PCI, dan pilok. Data yang terkumpul kemudian digunakan untuk menghitung Deduct Value (DV), Corrected Deduct Value (CDV), dan akhirnya nilai PCI dari setiap sample unit. Seluruh tahapan ini dilakukan agar hasil identifikasi dan nilai PCI yang ditampilkan pada bagian berikut dapat menggambarkan kondisi aktual perkerasan Bandar Udara Tempuling secara objektif dan sesuai standar.

Berdasarkan referensi dari buku Shahin dan ASTM D5340-12 dalam pelaksanaan survei kondisi perkerasan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI), standar ASTM D5340-12 memberikan dua pendekatan dalam penentuan jumlah unit sampel. Pendekatan pertama adalah menggunakan metode statistik untuk mencapai tingkat kepercayaan 95 persen, di mana jumlah sampel dihitung berdasarkan parameter

seperti simpangan baku dan tingkat kesalahan yang dapat diterima. Pendekatan ini umumnya digunakan untuk analisis proyek yang memerlukan tingkat akurasi tinggi. Pendekatan kedua adalah menggunakan metode praktis berdasarkan tabel acuan, di mana jumlah unit sampel tidak harus memenuhi tingkat kepercayaan 95 persen, namun tetap dapat digunakan untuk tujuan survei kondisi rutin dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya. Secara teoritis, seluruh unit sampel dalam suatu bagian dapat diinspeksi (total sampling) untuk memperoleh nilai rata-rata PCI yang paling akurat. Namun, pendekatan ini jarang diterapkan dalam manajemen rutin karena membutuhkan sumber daya yang besar. Meskipun demikian, total sampling sangat direkomendasikan untuk analisis proyek agar estimasi kebutuhan perawatan dan perbaikan dapat dilakukan secara lebih tepat dan komprehensif. Oleh karena itu, dalam praktiknya, pemilihan metode penentuan jumlah sampel harus disesuaikan dengan tujuan survei yang dilakukan.

Dalam penelitian ini, penentuan jumlah unit sampel mengacu pada pendekatan praktis berdasarkan tabel ASTM D5340-12, di mana jumlah sampel ditentukan secara proporsional terhadap total unit pada masing-masing bagian perkerasan. Selanjutnya, unit sampel yang telah ditentukan didistribusikan secara merata menggunakan metode sampling acak sistematis, sehingga setiap bagian perkerasan memiliki keterwakilan kondisi yang memadai. Pendekatan ini dipilih karena dinilai mampu memberikan gambaran kondisi perkerasan secara representatif, meskipun tidak menggunakan pendekatan tingkat kepercayaan 95 persen secara penuh. Hasil dari survei pada unit-unit sampel tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam perhitungan nilai PCI untuk masing-masing unit, yang selanjutnya dianalisis untuk memperoleh nilai rata-rata PCI pada setiap bagian perkerasan.

4.1.1 Pembagian dan Penentuan Unit Sampel Perkerasan

Penentuan unit sampel dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan metode Pavement Condition Index (PCI) dengan mengacu pada ASTM D5340-12. Proses dimulai dari pembagian slab, kemudian dikelompokkan menjadi sample unit, hingga penentuan jumlah unit yang akan disurvei.

1 Runway

Berdasarkan hasil analisis, runway memiliki panjang 1.470 m dan lebar 27 m dengan luas total sebesar 39.690 m², dimensi slab terdiri dari ukuran 6 m × 5 m dan 6 m × 3,5 m. Jumlah slab memanjang dihitung sebagai berikut:

$$\frac{1470}{6} = 245 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.1)$$

Jumlah slab melebar adalah 6 slab, sehingga total jumlah slab pada runway adalah:

$$245 \times 6 = 1470 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dengan ketentuan 1 sample unit terdiri dari 24 slab, maka jumlah sample unit adalah:

$$\frac{1470}{24} = 61,25 = 61 \text{ Sampel Unit} \dots\dots\dots (4.3)$$

Pembulatan dilakukan ke bawah untuk menyesuaikan kondisi aktual di lapangan. Selanjutnya, runway dibagi menjadi tiga section dengan panjang masing-masing 490 m, distribusi sample unit dihitung secara proporsional sebagai berikut:

$$\frac{490}{1470} \times 61 = 20,41 \text{ Sampel Unit} \dots\dots\dots (4.4)$$

Berdasarkan ketentuan ASTM D5340-12 (tabel jumlah sampel), untuk total 61 unit maka jumlah unit yang disurvei adalah sebesar 10%, yaitu:

$$10\% \times 61 = 6.1 = 7 \text{ Sampel Unit} \dots\dots\dots (4.5)$$

Dengan demikian, jumlah unit sampel yang digunakan dalam survei runway adalah 7 unit, yang kemudian didistribusikan secara acak sistematis pada setiap section.

2 Taxiway

Taxiway memiliki panjang 120 m dan lebar 24 m dengan luas total 2.880 m² ukuran slab adalah 6 m × 6 m, jumlah slab memanjang:

$$\frac{120}{6} = 20 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.6)$$

Jumlah slab melebar:

$$\frac{24}{6} = 4 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.7)$$

Namun, berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, terdapat variasi jumlah slab pada sisi tertentu, maka jumlah sample unit adalah:

$$\frac{110}{24} = 4,5 \text{ Sampel Unit} \dots\dots\dots (4.8)$$

Taxiway terdiri dari satu section sehingga seluruh unit berada dalam satu kelompok analisis, berdasarkan ASTM D5340-12 jumlah unit sampel yang digunakan dalam survei taxiway adalah 2 unit, yang dipilih secara acak sistematis.

3 Apron

Apron ³² memiliki panjang 120 m dan lebar 75 m dengan luas total sebesar 9.000 m² dimensi slab adalah 6 m × 5 m jumlah slab memanjang:

$$\frac{120}{6} = 20 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.9)$$

Jumlah slab melebar:

$$\frac{75}{5} = 15 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.10)$$

Sehingga total jumlah slab pada apron adalah:

$$20 \times 15 = 300 \text{ Slab} \dots\dots\dots (4.11)$$

Dengan ketentuan 1 sample unit terdiri dari 20 slab, maka jumlah sample unit adalah:

$$\frac{300}{20} = 15 \text{ Sampel Unit} \dots\dots\dots (4.12)$$

Apron terdiri dari satu section, sehingga seluruh unit berada dalam satu kelompok analisis, berdasarkan ASTM D5340-12 jumlah unit sampel yang digunakan dalam survei apron adalah 3, yang didistribusikan secara acak sistematis.

4.1.2 Distrubusi Sampel Unit

Unit sampel yang telah ditentukan kemudian didistribusikan menggunakan metode sampling acak sistematis, sehingga setiap bagian perkerasan tetap terwakili secara proporsional, distribusi ini bertujuan untuk menghindari bias lokasi, memastikan representasi kondisi perkerasan, serta meningkatkan reliabilitas hasil analisis PCI.

Berdasarkan persamaan, diperoleh interval sampling untuk masing-masing bagian perkerasan, yaitu:

Interval untuk runway:

$$i = \frac{61}{7} = 8,71 \dots\dots\dots (4.13)$$

Interval untuk taxiway:

$$i = \frac{4}{2} = 2 \dots\dots\dots (4.14)$$

Interval untuk apron:

$$i = \frac{15}{3} = 5 \dots\dots\dots (4.15)$$

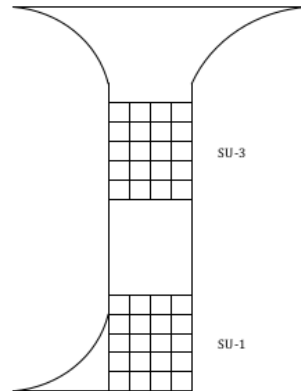
Namun demikian, dalam implementasi di lapangan dilakukan penyesuaian terhadap nilai interval tersebut menjadi 8 untuk runway, 1 untuk taxiway dan 6 untuk apron. Penyesuaian ini merupakan bagian dari pendekatan praktis dalam penerapan ⁴⁷metode Pavement Condition Index (PCI), yang mempertimbangkan kondisi eksisting perkerasan serta aspek operasional pelaksanaan survei. Pada taxiway, interval diperkecil menjadi 1 dengan tujuan meningkatkan tingkat ketelitian pengamatan, mengingat jumlah unit yang relatif sedikit, dengan demikian pendekatan yang digunakan cenderung mendekati total sampling, sehingga seluruh variasi kondisi perkerasan dapat teridentifikasi secara lebih komprehensif. Sementara itu, pada apron, interval diperbesar menjadi 6 sebagai bentuk

penyesuaian teknis untuk menjaga efisiensi pelaksanaan survei tanpa mengurangi keterwakilan distribusi sampel. Dengan adanya penyesuaian tersebut, distribusi unit sampel tetap mampu merepresentasikan kondisi perkerasan secara menyeluruh, sekaligus mempertimbangkan keseimbangan antara ketelitian data dan keterbatasan sumber daya di lapangan. Visualisasi distribusi sampel untuk masing-masing bagian perkerasan berdasarkan interval disajikan pada gambar di bawah.



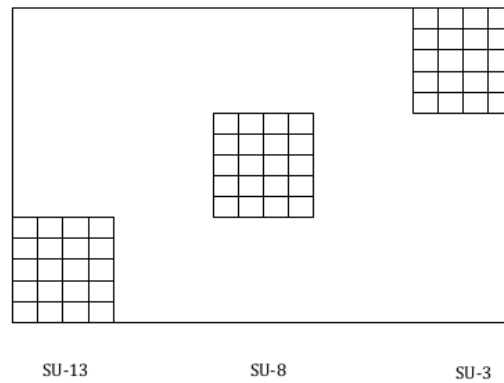
Gambar 4.2 Distribusi Unit Sampel pada Runway Berdasarkan Interval Sampling

Sumber: Analisis



Gambar 4.3 Distribusi Unit Sampel pada Taxiway Berdasarkan Interval Sampling

Sumber: Analisis

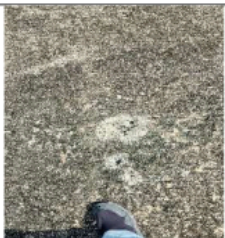


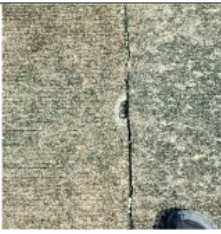
Gambar 4.4 Distribusi Unit Sampel pada Apron Berdasarkan Interval Sampling
Sumber: Analisis

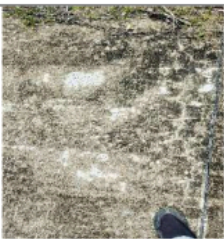
4.2 Identifikasi dan Klasifikasi Jenis Kerusakan

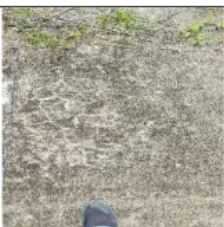
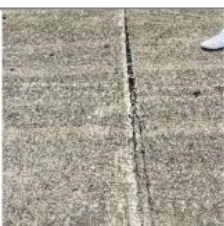
24 Berikut adalah jenis kerusakan yang terjadi pada Bandar Udara Tempuling, Kelurahan Sungai Salak, Kecamatan Tempuling, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau.

Tabel 4.1 Jenis Kerusakan Pada Runway

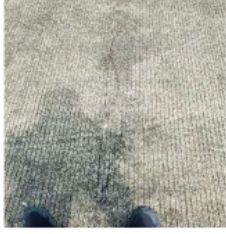
No	Gambar	Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan			Tingkat Kerusakan	Luas Total
			P	L	D		
RW-1			SU-1				
1		Crazing	1,24	0,75		L	0,93
2		Scaling	0,2	0,08	0,005	L	0,016

3		Retak Memanjang	6	0,005		L	0,03
4		Retak Memanjang	6	0,003		L	0,018
5		Retak Memanjang	6	0,003		L	0,018
RW-1			SU-10				
1		Spalling (Longitudinal Joint)	0,08	0,015		L	0,015
2		Crazing	6	0,78		L	4,68
3		Retak Melintang	3,45	0,008		L	0,027
RW-1			SU-19				

1		Popouts	0,1	0,03			0,003
2		Retak Memanjang	0,28	0,002		L	0,001
3		Crazing	0,57	0,12		L	0,068
4		Retak Memanjang	0,46	0,002		L	0,001
5		Retak Memanjang	0,8	0,003		L	0,002
6		Spalling (Longitudinal Joint)	0,13	0,08		L	0,010

7		Scaling	0,44	0,33		L	0,145
8		Retak Memanjang	6	0,01		L	0,06
9		Crazing	0,72	0,6		L	0,432
RW-2			SU-28				
1		Spalling (Transverse Joint)	0,1	0,08		L	0,008
2		Retak Memanjang	4,9	0,012		L	0,058
RW-2			SU-37				
1		Corner Break	0,05	0,03		M	0,001

2		Retak Memanjang	6	0,003		L	0,018
3		Retak Melintang	6	0,013		L	0,078
4		Retak Melintang	1,27	0,005		L	0,006
5		Crazing	2,21	0,003		L	0,006
RW-3			SU-46				
1		Retak Memanjang	1,01	0,003		L	0,003
2		Spalling (Transverse Joint)	0,1	0,02		L	0,002

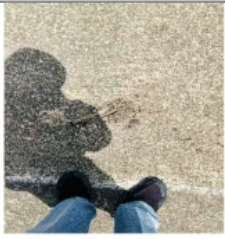
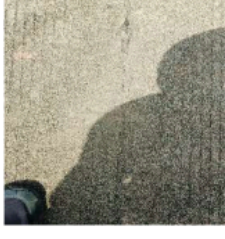
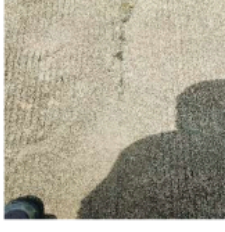
3		Spalling (Transverse Joint)	0,86	0,025		L	0,21
4		Spalling (Transverse Joint)	0,08	0,02		L	0,001
5		Crazing	0,48	0,33		L	0,158
6		Crazing	1,13	0,68		L	0,768
7		Spalling (Transverse Joint)	1,28	0,04		L	0,051
8		Retak Melintang	1,52	0,004		L	0,006

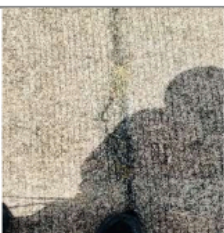
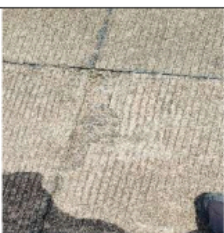
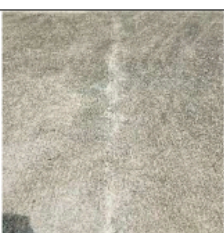
9		Retak Melintang	0,3	0,05		M	0,015
RW-3			SU-55				
1		Retak Melintang	0,58	0,005		L	0,002
2		Corner Break	0,05	0,04		L	0,002
3		Spaling Corner	0,065	0,02		L	0,001
4		Retak Melintang	0,35	0,005		L	0,001
5		Spaling Corner	0,06	0,013		L	0,001

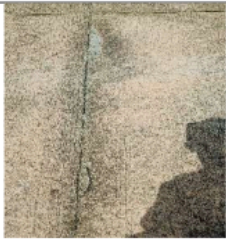
6		Retak Melintang	0,4	0,003		L	0,001
---	---	--------------------	-----	-------	--	---	-------

Sumber: Analisis

Tabel 4.2 Jenis Kerusakan Pada Taxiway

No	Gambar	Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan			Tingkat	Luas Total
			P	L	D	Kerusakan	
TX-1			SU-1				
1		Scaling	0,1	0,025		L	0,002
TX-1			SU-3				
1		Spaling (Transverse Joint)	0,15	0,03		L	0,004
2		Retak Melintang	6	0,005		L	0,03
3		Retak Melintang	6	0,005		M	0,03

4		Retak Melintang	6	0,003		M	0,018
5		Retak Melintang	6	0,003		M	0,018
6		Spaling (Transverse Joint)	0,15	0,025		L	0,003
7		Spaling Corner	0,2	0,05		L	0,01
8		Retak Memanjang	0,115	0,003		L	0,001
9		Retak Melintang	6	0,002		L	0,012

10		Spaling (Transverse Joint)	0,14	0,015		L	0,002
11		Retak Melintang	6	0,002		L	0,012

Sumber: Analisis

Tabel 4.3 Jenis Kerusakan Pada Apron

No	Gambar	Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan			Tingkat Kerusakan	Luas Total
			P	L	D		
AP-1			SU-3				
1	-	Tidak Rusak	-	-	-	-	-
AP-1			SU-8				
1	-	Tidak Rusak	-	-	-	-	-
AP-1			SU-13				
1	-	Tidak Rusak	-	-	-	-	-

Sumber: Analisis

4.3 Perhitungan Nilai PCI

Untuk memperoleh ⁴⁵ nilai *Pavement Condition Index (PCI)* pada ²¹ tiap unit sampel perkerasan, diperlukan beberapa langkah analisis data kerusakan hasil survei lapangan. Proses perhitungan ini diawali dengan menentukan nilai *density* guna mengukur ²¹ persentase luas kerusakan terhadap luas total unit sampel.

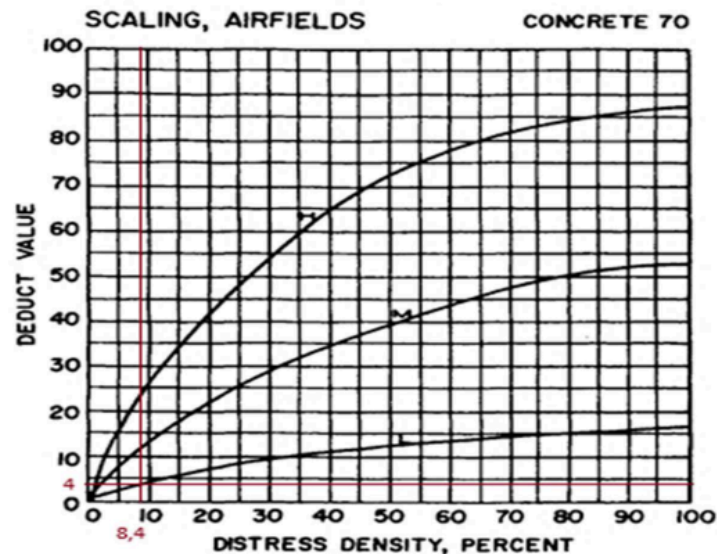
4.3.1 Menghitung Density dan Menentukan Nilai DV

Density mengukur seberapa luas atau seberapa banyak kerusakan fisik tertentu (misalnya retak, *spalling*, pelepasan butir, atau *pothole*) terjadi dibandingkan dengan total ukuran unit sampel perkerasan (*sample unit*). bersama dengan jenis kerusakan (*distress type*) dan tingkat keparahannya (*severity level*)—digunakan untuk menentukan Deduct Value (nilai pengurangan) pada kurva standar ASTM D5340. Nilai pengurangan tersebut kemudian diolah untuk menghitung Pavement Condition Index (PCI).

Nilai pengurangan (³⁷*Deduct Value*) ditentukan berdasarkan jenis kerusakan, tingkat keparahan (*severity level*), dan nilai *density* yang telah dihitung sebelumnya dengan menggunakan kurva hubungan PCI. Analisis penentuan nilai DV pada masing-masing fasilitas perkerasan diawali dari area *runway* pada tiap unit sampel (*sample unit*) sebagai berikut:

- 1 Runway
 - a RW-1
 - 1) SU-1
 - a) Scaling, Crazing (L)

$$Density = \frac{2}{24} \times 100\% = 8,4\% \dots\dots\dots (4.16)$$

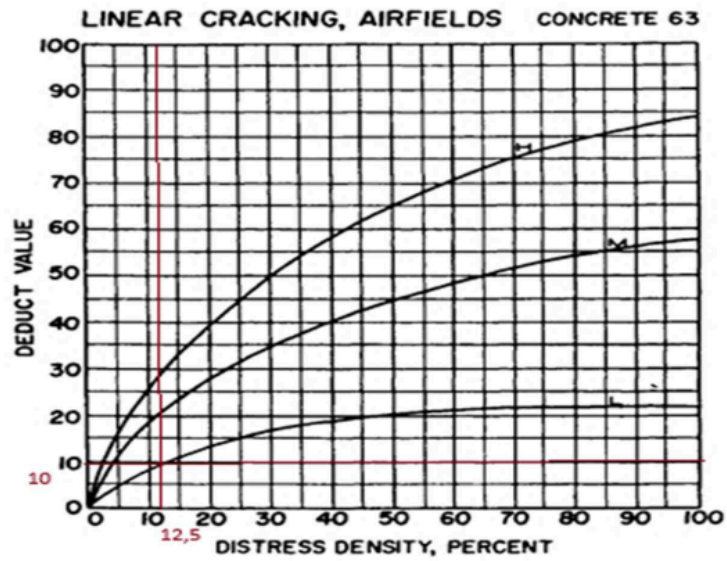


Gambar 4.5 Grafik DV Scaling, Crazing

Sumber: Analisis

b) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.17)$$



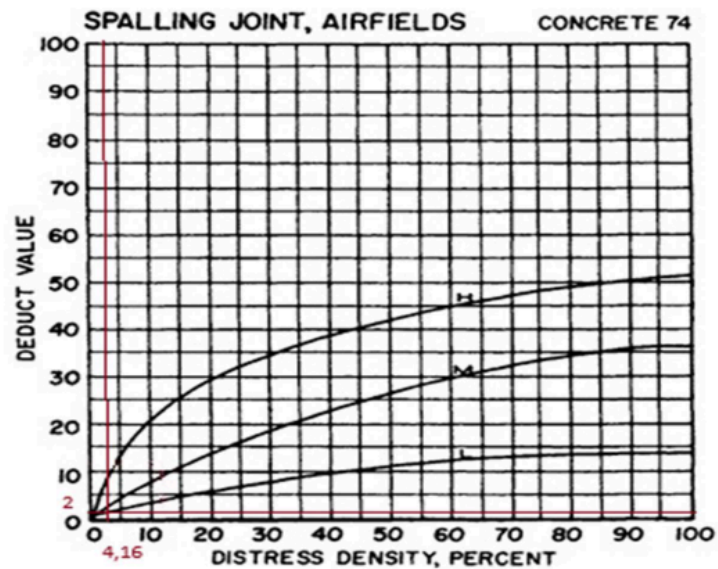
Gambar 4.6 Grafik DV Longitudinal Cracking

Sumber: Analisis

2) SU-10

a) Spalling (Longitudinal Joint) (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.18)$$

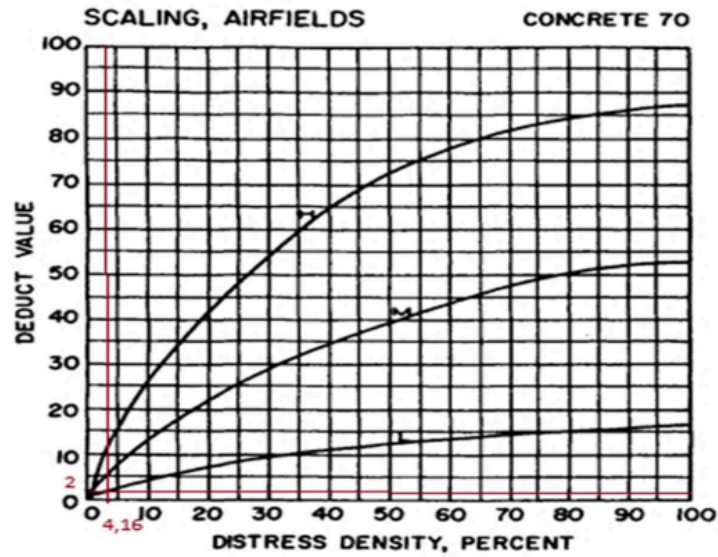


Gambar 4.7 Grafik DV Spalling (Longitudinal Joint)

Sumber: Analisis

b) Crazing (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.19)$$

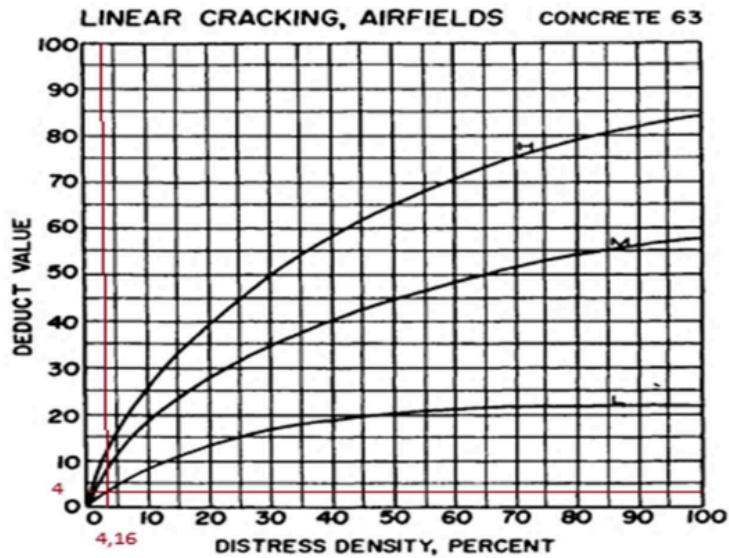


Gambar 4.8 Grafik DV Crazing

Sumber: Analisis

c) Retak Melintang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.20)$$



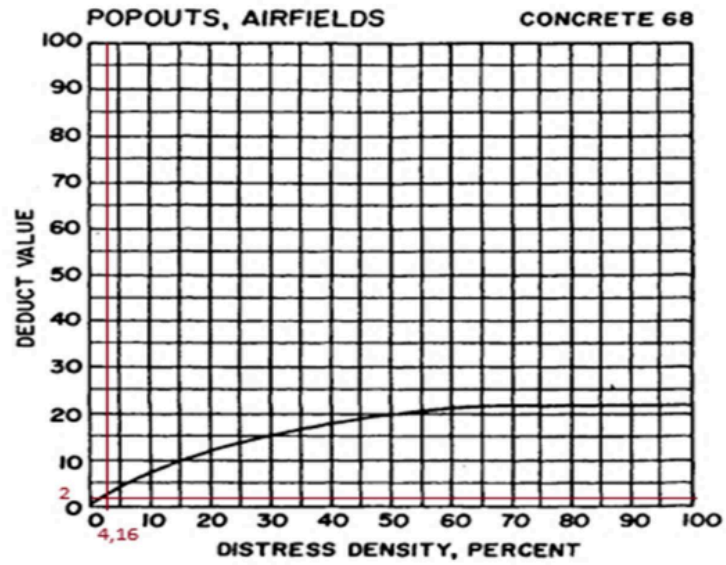
Gambar 4.9 Grafik DV Transverse Cracking

Sumber: Analisis

3) SU-19

a) Popouts

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.21)$$

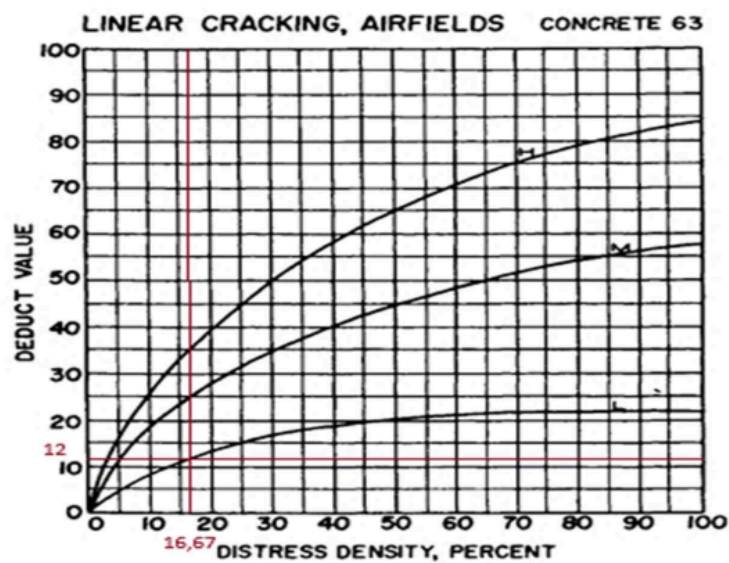


Gambar 4.10 Grafik DV Popouts

Sumber: Analisis

b) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{4}{24} \times 100\% = 16,67\% \dots\dots\dots (4.22)$$

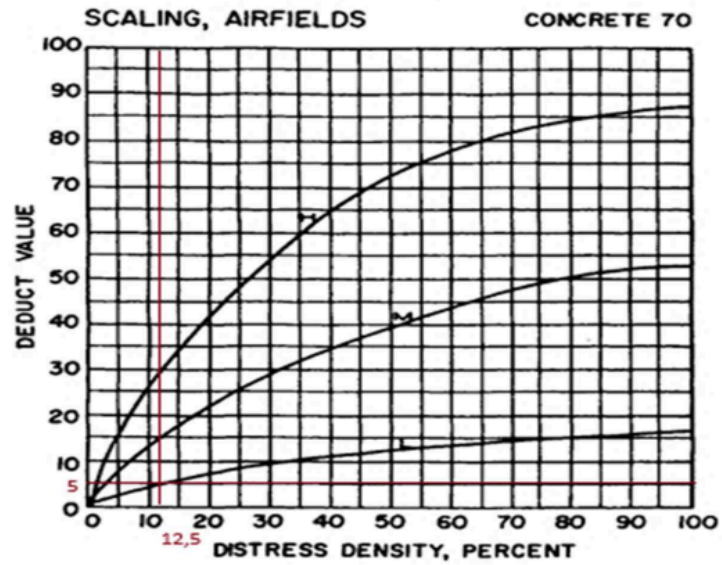


Gambar 4.11 Grafik DV Longitudinal Cracking

Sumber: Analisis

c) Scaling, Crazing (L)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.23)$$

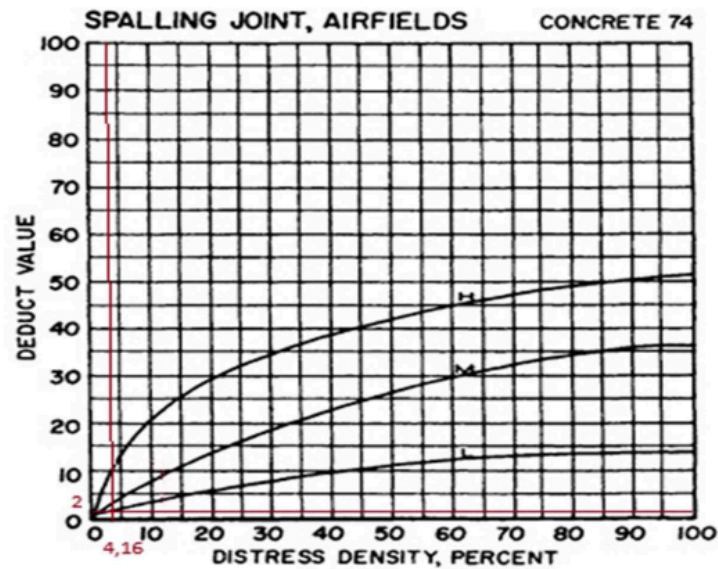


Gambar 4.12 Grafik DV Scaling, Crazing

Sumber: Analisis

d) Spalling (Longitudinal Joint) (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.24)$$



Gambar 4.13 Grafik DV Spalling (Longitudinal Joint)

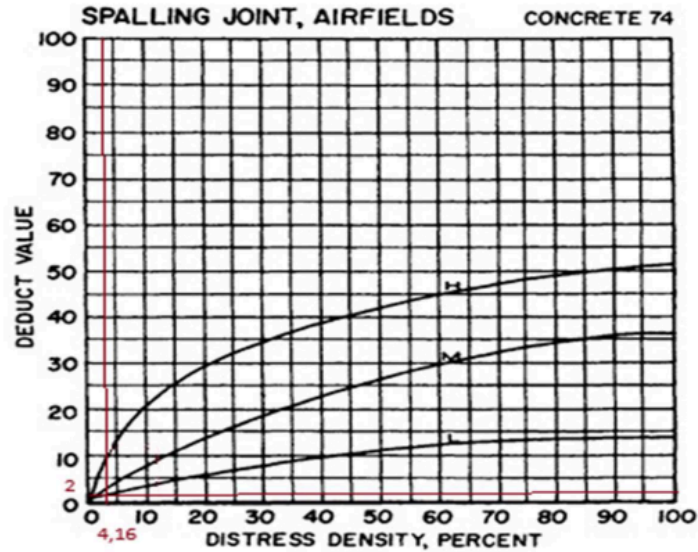
Sumber: Analisis

b RW-2

1) SU-28

a) Spalling (Transverse Joint) (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.25)$$

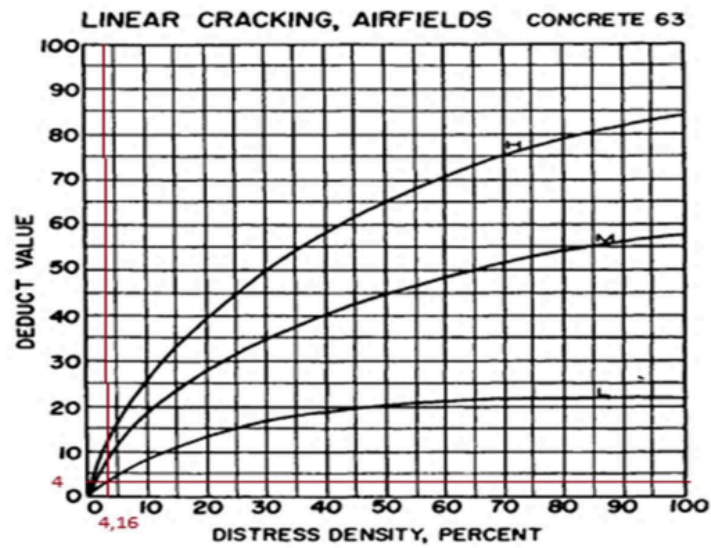


Gambar 4.14 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)

Sumber: Analisis

b) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.26)$$



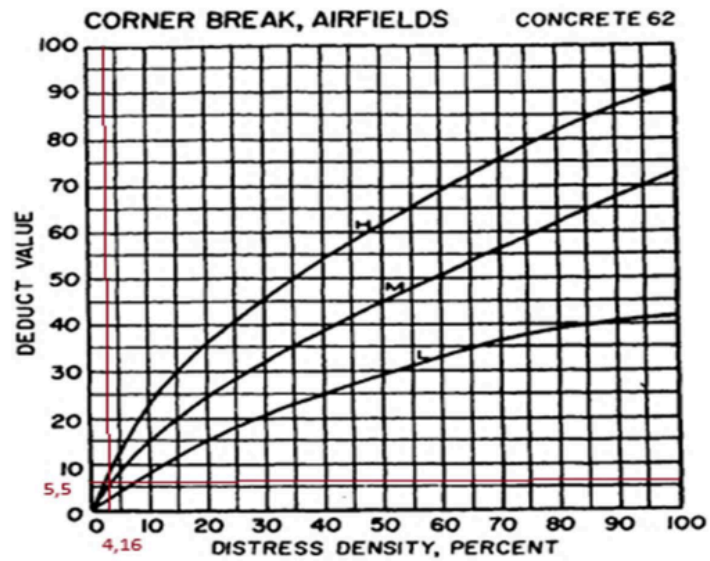
Gambar 4.15 Grafik DV Longitudinal Cracking

Sumber: Analisis

2) SU-37

a) Corner Break (M)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.27)$$

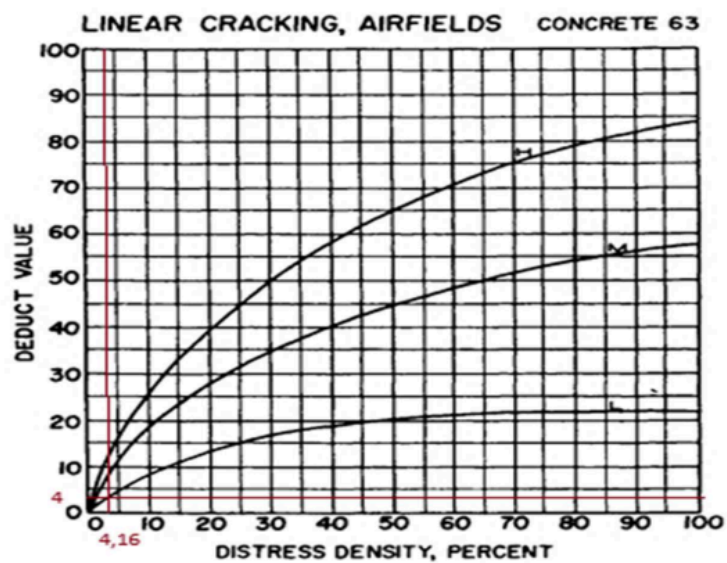


Gambar 4.16 Grafik DV Corner Break

Sumber: Analisis

b) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.28)$$

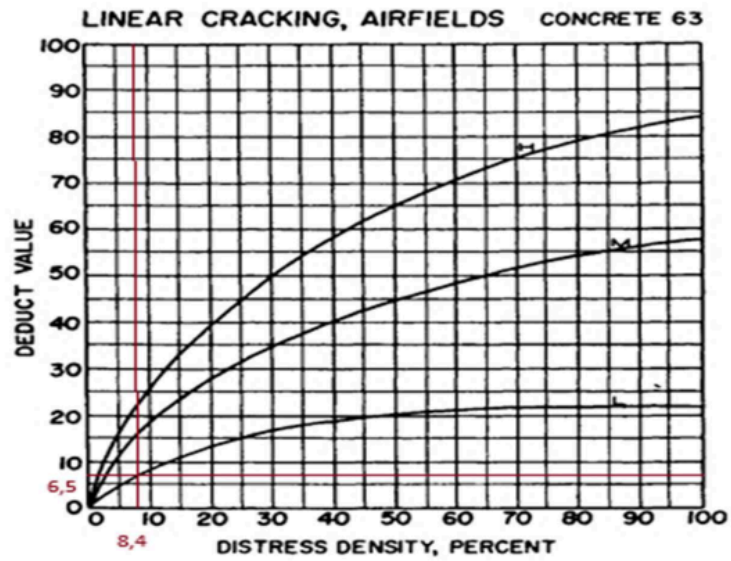


Gambar 4.17 Grafik DV Longitudinal Cracking

Sumber: Analisis

c) Retak Melintang (L)

$$Density = \frac{2}{24} \times 100\% = 8,4\% \dots\dots\dots (4.29)$$

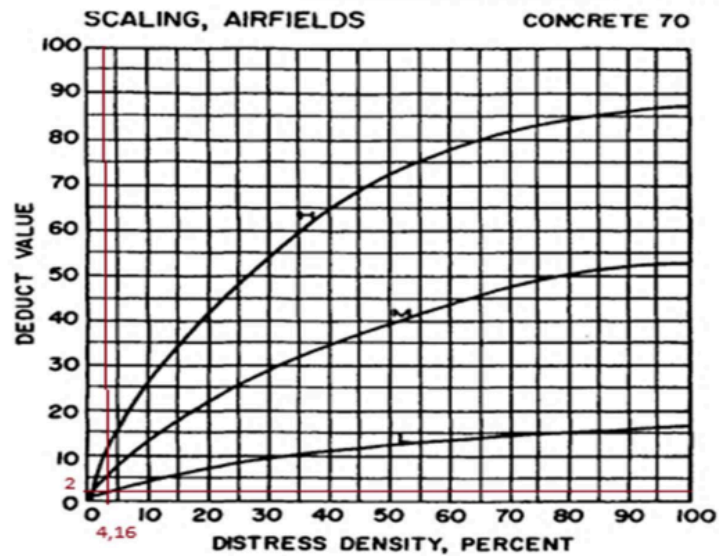


Gambar 4.18 Grafik DV Transverse Cracking

Sumber: Analisis

d) Crazing (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.30)$$



Gambar 4.19 Grafik DV Crazing

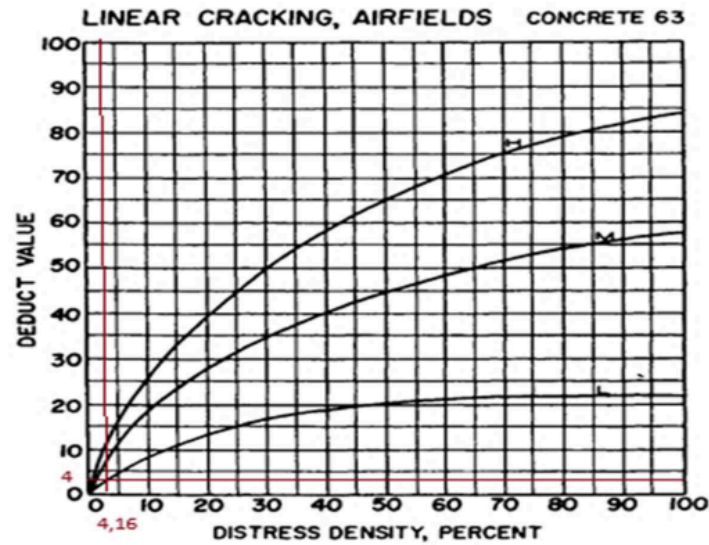
Sumber: Analisis

c RW-3

1) SU-46

a) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.31)$$

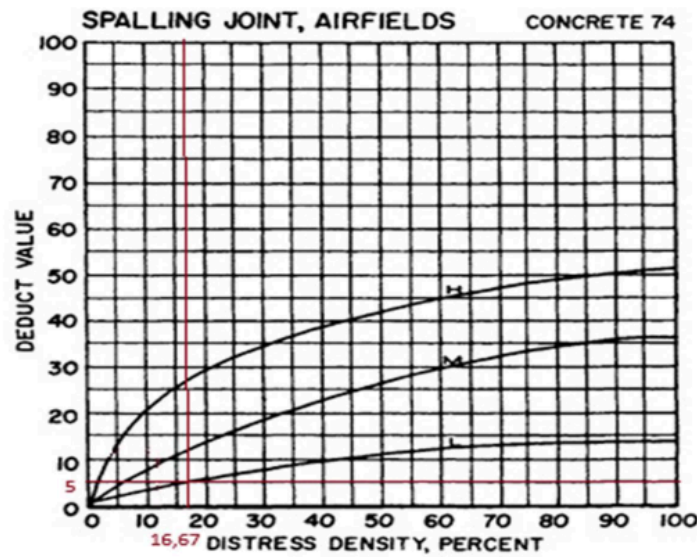


Gambar 4.20 Grafik DV Longitudinal

Sumber: Analisis

b) Spalling (Transverse Joint) (L)

$$Density = \frac{4}{24} \times 100\% = 16,67\% \dots\dots\dots (4.32)$$

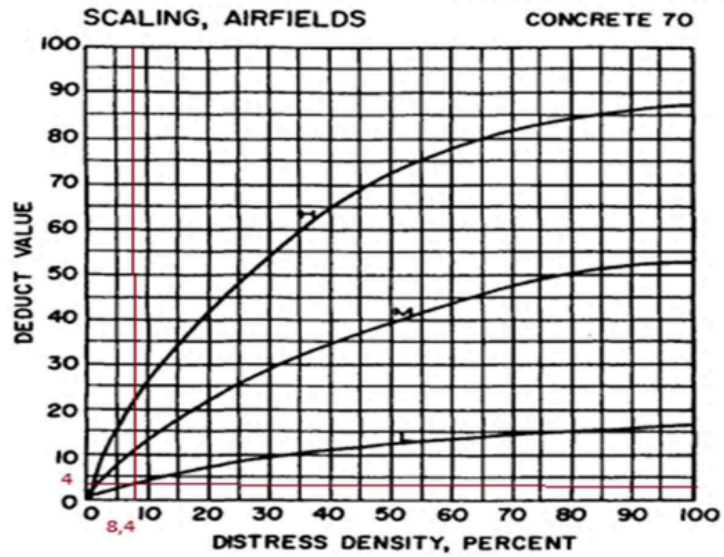


Gambar 4.21 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)

Sumber: Analisis

c) Crazing (L)

$$Density = \frac{2}{24} \times 100\% = 8,4\% \dots\dots\dots (4.33)$$

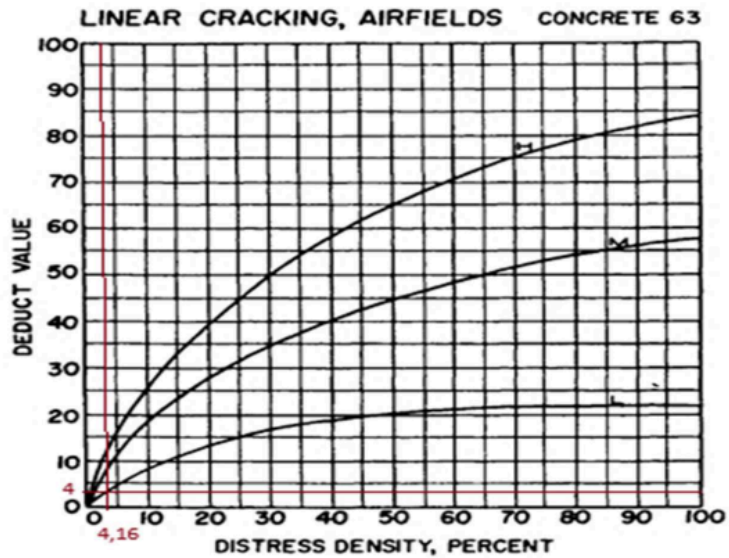


Gambar 4.22 Grafik DV Crazing

Sumber: Analisis

d) Retak Melintang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.34)$$

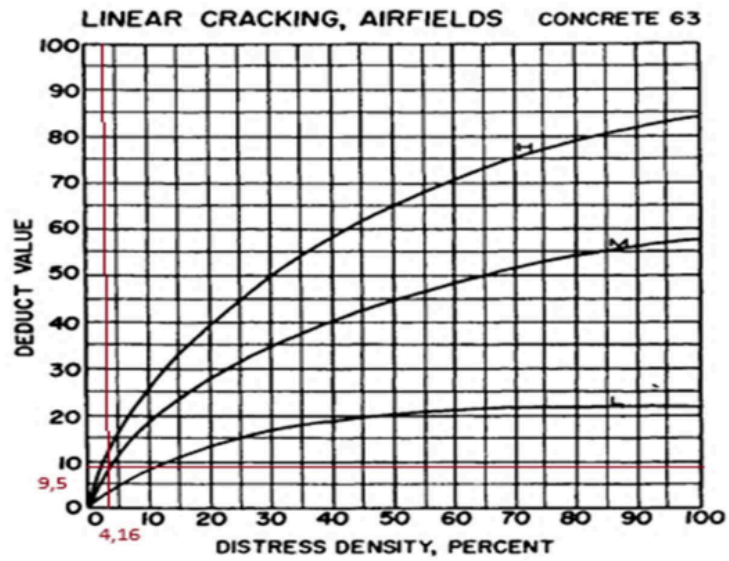


Gambar 4.23 Grafik DV Transverse Cracking L

Sumber: Analisis

e) Retak Melintang (M)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.35)$$



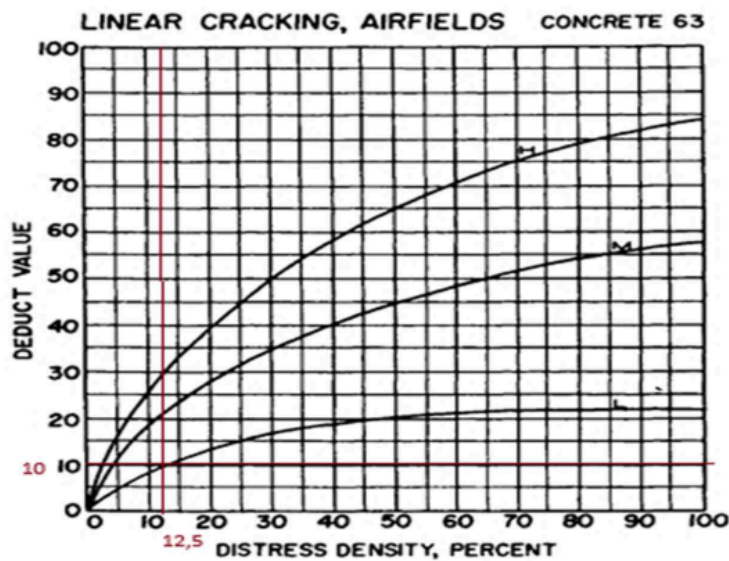
Gambar 4.24 Grafik DV Transverse Cracking M

Sumber: Analisis

2) SU-55

a) Retak Melintang (L)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.36)$$

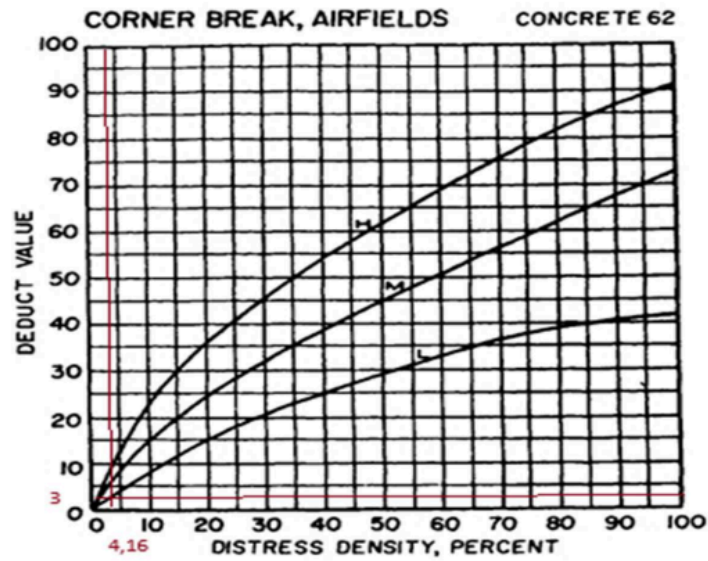


Gambar 4.25 Grafik DV Transverse Cracking

Sumber: Analisis

b) Corner Break (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.37)$$

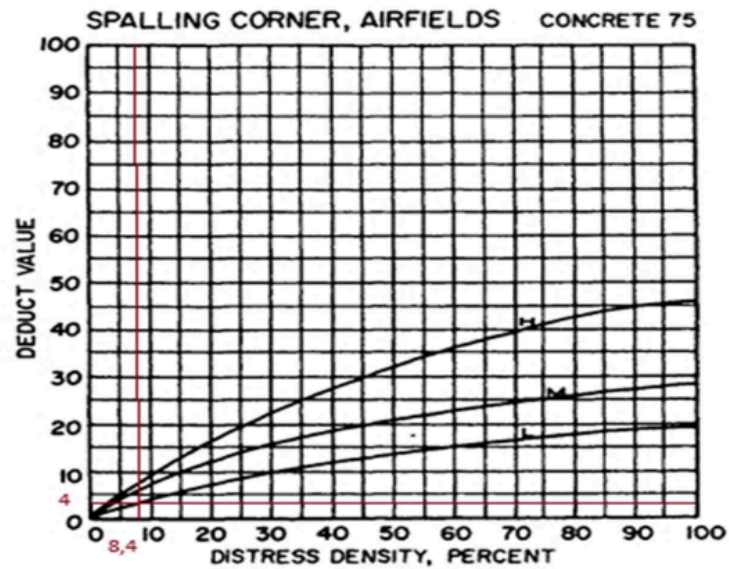


Gambar 4.26 Grafik DV Corner Break

Sumber: Analisis

c) Spalling Corner (L)

$$Density = \frac{2}{24} \times 100\% = 8,4\% \dots\dots\dots (4.38)$$



Gambar 4.27 Grafik DV Spalling Corner

Sumber: Analisis

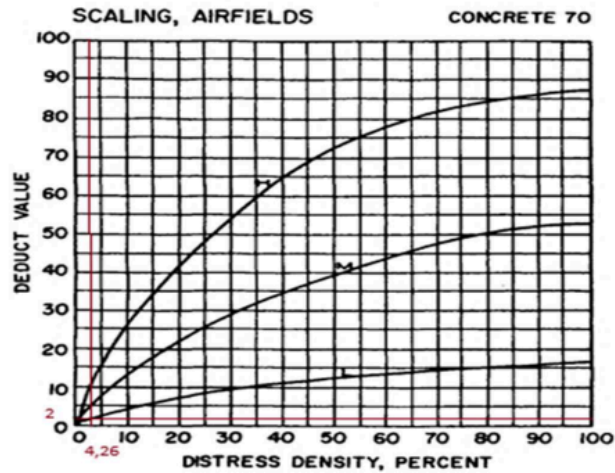
2 Taxiway

a TX-1

1) SU-1

a) Scaling (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.39)$$



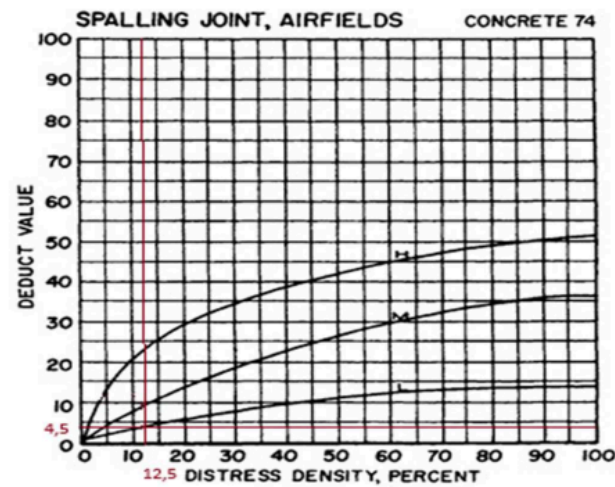
Gambar 4.28 Grafik DV Scaling

Sumber: Analisis

2) SU-3

a) Spalling (Transverse Joint) (L)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.40)$$

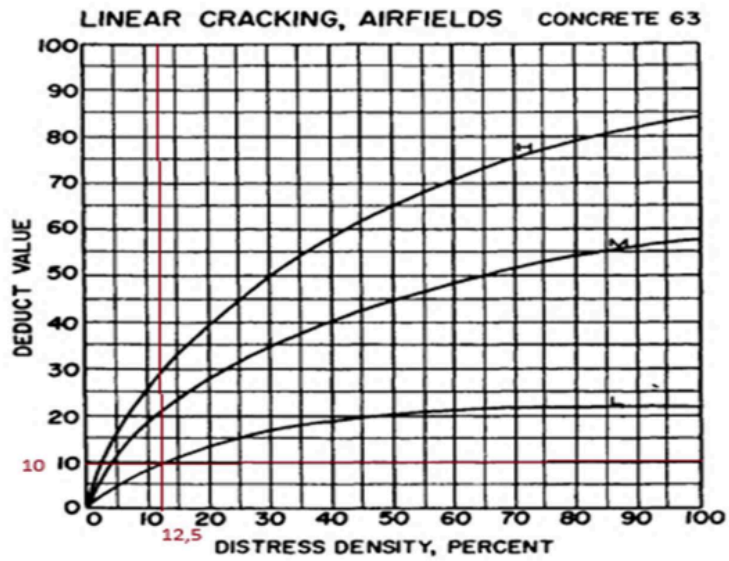


Gambar 4.29 Grafik DV Spalling (Transverse Joint)

Sumber: Analisis

b) Retak Melintang (L)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.41)$$

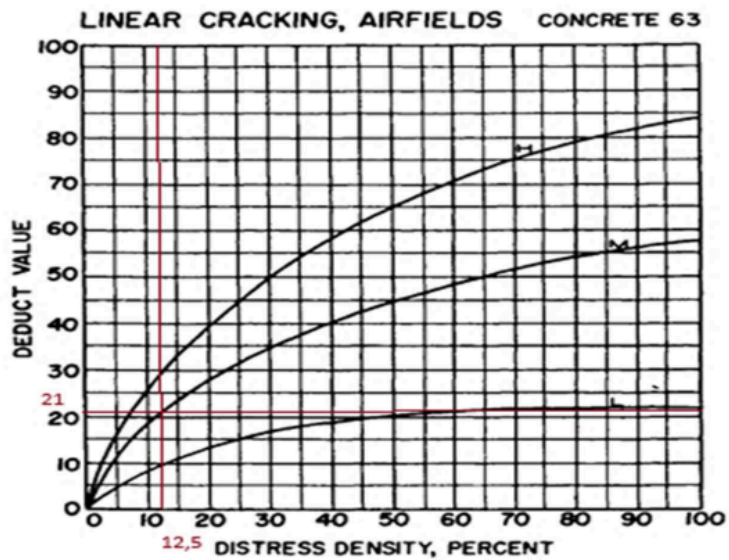


Gambar 4.30 Grafik DV Transverse Cracking L

Sumber: Analisis

c) Retak Melintang (M)

$$Density = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\% \dots\dots\dots (4.42)$$

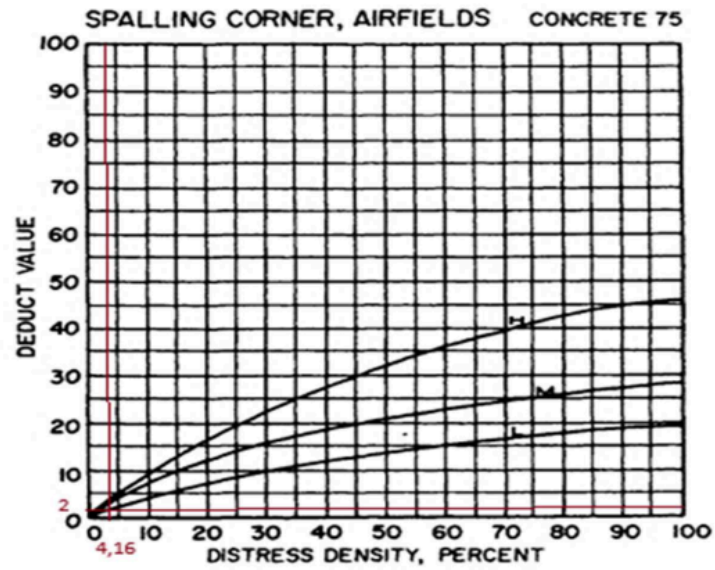


Gambar 4.31 Grafik DV Transverse Cracking M

Sumber: Analisis

d) Spalling Corner (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.43)$$

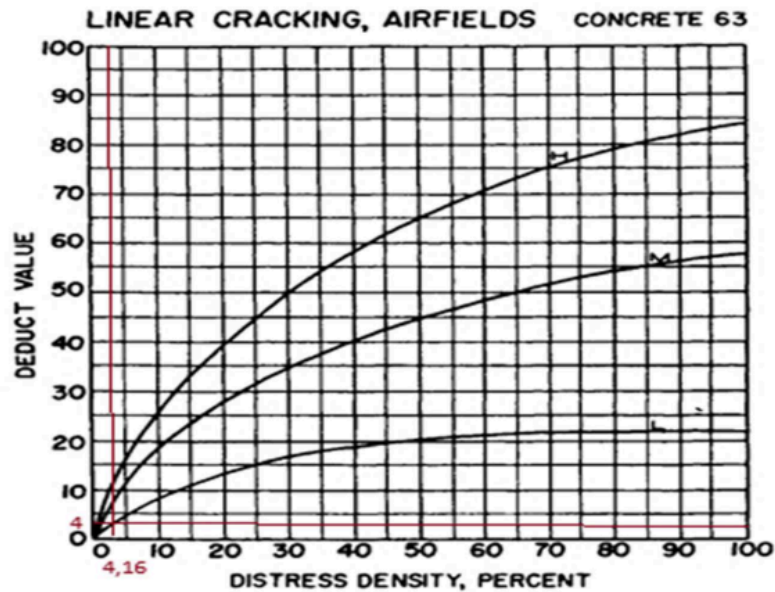


Gambar 4.32 Grafik DV Spalling Corner

Sumber: Analisis

e) Retak Memanjang (L)

$$Density = \frac{1}{24} \times 100\% = 4,16\% \dots\dots\dots (4.44)$$



Gambar 4.33 Grafik DV Longitudinal Cracking

Sumber: Analisis

- 3 Apron
- a AP-1
- 1) SU-3
- a) -
- 2) SU-8
- a) -
- 3) SU-13
- a) -

Table 4.4 ⁴² Condition Survey Data Sheet for Sample Unit

Airfield Concrete Pavement Condition Survey Data Sheet for Sample Unit			
1. Blowup (61)		9. Pumping (69)	
2. Corner Break (62)		10. Scaling, Map Crk, Crazing (70)	
3. Cracks: Long, Trans (63)		11. Settlement or Fault (71)	
4. D Cracking (64)		12. Shattered Slab (72)	
5. Joint Seal (65)		13. Shrinkage Cracks (73)	
6. ⁵⁶ Patching Small (66)		14. Spalling (T&L Joint) (74)	
7. Patching Large (67)		15. Spalling Corner (75)	
8. Popouts (68)			
Distress Type	Sev	Density	Deduct Value
RW-1		SU: 1	
70	L	8,4	4
63	L	12,5	10
RW-1		SU: 10	
74	L	4,16	2
70	L	4,16	2
63	L	4,16	4
RW-1		SU: 19	
68		4,16	2
63	L	16,67	12
70	L	12,5	5
74	L	4,16	2

RW-2		SU: 28	
74	L	4,16	2
63	L	4,16	4
RW-2		SU: 37	
62	M	4,16	5,5
63	L	4,16	4
63	L	8,4	6,5
74	L	4,16	2
RW-3		SU: 46	
63	L	4,16	4
74	L	16,67	5
70	L	8,4	4
63	L	4,16	4
63	M	4,16	9,5
RW-3		SU: 55	
63	L	12,5	10
62	L	4,16	3
75	L	8,4	4
TX-1		SU: 1	
70	L	4,16	2
TX-1		SU: 3	
74	L	12,5	4,5
63	L	12,5	10
63	M	12,5	21
75	L	4,16	2
63	L	4,16	4

Sumber: Analisis

4.3.2 Perhitungan PCI dan Klasifikasi Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai PCI

1 RW-1, Sampel Unit: 1

Pada sampel unit ini hanya ada satu DV individual yang melebihi 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 10 + 4 = 14 \dots\dots\dots (4.45)$$

$$CDV_{max} = 14$$

$$PCI = 100 - 14 = 86 \dots\dots\dots (4.46)$$

2 RW-1, Sampel Unit: 10

Pada sampel unit ini tidak ada DV yang besar dari 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 4 + 2 + 2 = 8 \dots\dots\dots (4.47)$$

$$CDV_{max} = 8$$

$$PCI = 100 - 8 = 92 \dots\dots\dots (4.48)$$

3 RW-1, Sampel Unit: 19

Pada sampel unit ini hanya ada satu DV individual yang melebihi 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 12 + 5 + 2 + 2 = 21 \dots\dots\dots (4.49)$$

$$CDV_{max} = 21$$

$$PCI = 100 - 21 = 79 \dots\dots\dots (4.50)$$

4 RW-2, Sampel Unit: 28

Pada sampel unit ini tidak ada DV yang besar dari 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini

menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 4 + 2 = 6 \dots\dots\dots (4.51)$$

$$CDV_{max} = 6$$

$$PCI = 100 - 6 = 94 \dots\dots\dots (4.52)$$

5 RW-2, Sampel Unit: 37

a Menentukan M

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - 6,5) = 9,86 \dots\dots\dots (4.53)$$

b Menentukan TDV dan q

Baris satu, DV: 6.5, 5.5, 4, 2

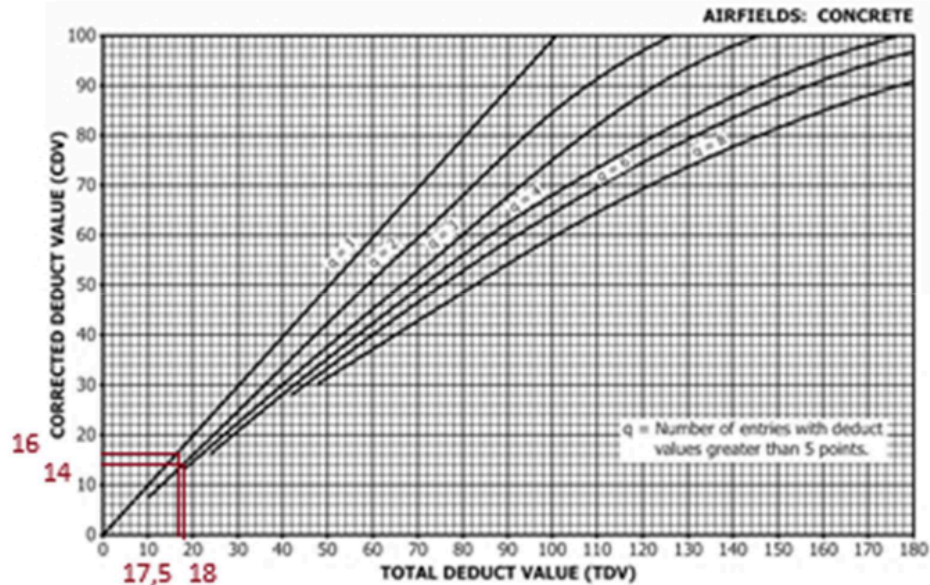
$$TDV = 6,5 + 5,5 + 4 + 2 = 18 \dots\dots\dots (4.54)$$

$$q = \text{jumlah } DV > 5 = 2$$

Baris dua, DV: 6.5, 5, 4, 2

$$TDV = 6,5 + 5 + 4 + 2 = 17,5 \dots\dots\dots (4.55)$$

$$q = \text{jumlah } DV > 5 = 1$$



Gambar 4.34 Grafik CDV RW-2, SU-37

Sumber: Analisis

$$CDV_{max} = 16$$

$$PCI = 100 - 16 = 84 \dots\dots\dots (4.56)$$

6 RW-3, Sampel Unit: 46

Pada sampel unit ini hanya ada satu DV individual yang melebihi 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 9,5 + 5 + 4 + 4 + 4 = 26,5 \dots\dots\dots (4.57)$$

$$CDV_{max} = 26,5$$

$$PCI = 100 - 26,5 = 73,5 \dots\dots\dots (4.58)$$

7 RW-3, Sampel Unit: 55

Pada sampel unit ini hanya ada satu DV individual yang melebihi 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$TDV = 10 + 4 + 3 = 17 \dots\dots\dots (4.59)$$

$$CDV_{max} = 17$$

$$PCI = 100 - 17 = 83 \dots\dots\dots (4.60)$$

8 TX-1, Sampel Unit: 1

Pada sampel unit ini tidak ada DV yang besar dari 5 maka pada sampel unit ini, berdasarkan pada ASTM D5340-12 dan juga buku Shahin untuk sampel unit ini menggunakan TDV atau Total Deduct Value sebagai pengganti CDV Maksimum dalam menghitung PCI. Maka:

$$CDV_{max} = 2$$

$$PCI = 100 - 2 = 98 \dots\dots\dots (4.61)$$

9 TX-1, Sampel Unit: 3

a Menentukan m

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) (100 - 21) = 8,48 \dots\dots\dots (4.62)$$

b Menentukan TDV dan q

Baris satu, DV: 21, 10, 4.5, 4, 2

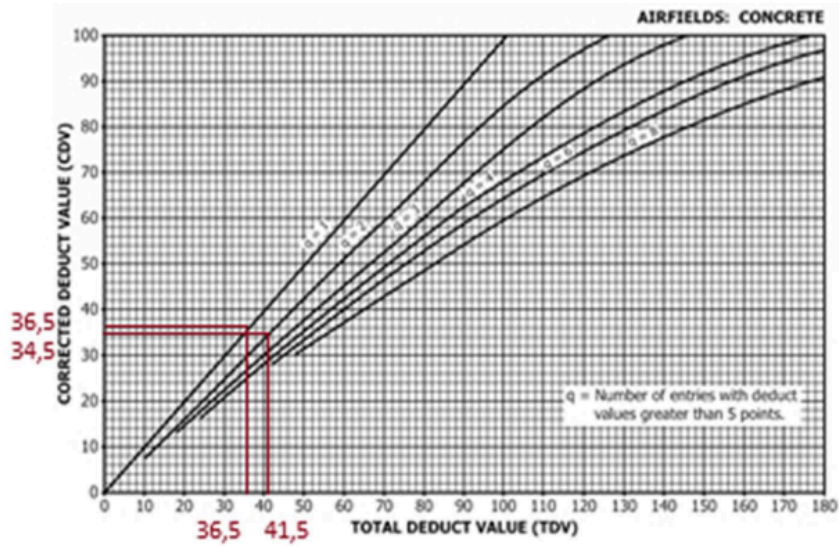
$$TDV = 21 + 10 + 4,5 + 4 + 2 = 41,5 \dots\dots\dots (4.63)$$

$q = \text{jumlah } DV > 5 = 2$

Baris dua, DV: 21, 5, 4.5, 4, 2

$$TDV = 21 + 5 + 4,5 + 4 + 2 = 36,5 \dots\dots\dots (4.64)$$

$q = \text{jumlah } DV > 5 = 1$



Gambar 4.35 Grafik CDV TX-1, SU-3

Sumber: Analisis

$$CDV_{max} = 36,5$$

$$PCI = 100 - 36,5 = 63,5 \dots\dots\dots (4.65)$$

Tabel 4.5 Nilai PCI Per-Sampel Unit

Section	Sample Unit	PCI	Rating
RW-1	1	86	Good
RW-1	10	92	Good
RW-1	19	79	Satisfactory
RW-2	28	94	Good

RW-2	37	84	Satisfactory
RW-3	46	73,5	Satisfactory
RW-3	55	83	Satisfactory
TX-1	1	98	Good
TX-1	3	63,5	Fair
AP-1	3	100	Good
AP-1	8	100	Good
AP-1	13	100	Good

Sumber: Analisis

4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil identifikasi ⁶⁵ kerusakan dan perhitungan nilai Pavement Condition Index (PCI) pada ²¹ runway, taxiway, dan apron Bandar Udara Tempuling, diperoleh gambaran kondisi perkerasan yang bervariasi pada setiap section. Nilai PCI yang dihasilkan berada pada rentang 63,5 hingga 100 dengan klasifikasi kondisi Fair hingga Good. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kondisi perkerasan masih dalam kategori layak, namun terdapat beberapa segmen yang memerlukan perhatian lebih. Pada runway, nilai PCI berkisar antara 73,5 hingga 94, dengan klasifikasi Satisfactory hingga Good. Segmen dengan nilai PCI tertinggi terdapat pada RW-2 SU-28 sebesar 94, sedangkan nilai terendah terdapat pada RW-3 SU-46 sebesar 73,5. Berdasarkan hasil identifikasi kerusakan, jenis ³⁷ kerusakan yang dominan pada runway adalah retak memanjang, retak melintang, crazing, serta spalling pada sambungan. Kerusakan tersebut sebagian besar berada pada tingkat keparahan rendah hingga sedang. Menurut metode PCI, kondisi Satisfactory menunjukkan ³⁰ bahwa perkerasan masih berfungsi dengan baik namun telah mengalami penurunan kualitas permukaan yang memerlukan pemeliharaan berkala.

Variasi nilai PCI pada runway menunjukkan bahwa kerusakan tidak merata, yang dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi slab, kualitas konstruksi awal, maupun pengaruh lingkungan. Mengingat runway merupakan fasilitas utama dalam operasional penerbangan, maka segmen dengan nilai PCI lebih rendah perlu diprioritaskan dalam program pemeliharaan untuk mencegah penurunan kondisi menjadi kategori yang lebih buruk. Pada taxiway, diperoleh nilai PCI yang lebih bervariasi yaitu antara 63,5 hingga 98 dengan klasifikasi *Fair* hingga *Good*. Nilai PCI terendah sebesar 63,5 terdapat pada TX-1 SU-3 yang termasuk dalam kategori *Fair*. Berdasarkan data kerusakan, pada segmen ini ditemukan kerusakan berupa retak melintang, retak memanjang, serta spalling dengan tingkat keparahan hingga sedang, yang menghasilkan nilai Deduct Value cukup besar. Dalam teori PCI, kondisi *Fair* menunjukkan bahwa perkerasan telah mengalami kerusakan yang cukup signifikan dan memerlukan tindakan perbaikan, bukan hanya pemeliharaan rutin. Jika dibandingkan dengan runway, kondisi taxiway cenderung menunjukkan tingkat kerusakan yang lebih tinggi pada beberapa bagian. Namun, mengingat kondisi Bandar Udara Tempuling yang saat ini tidak aktif, kerusakan yang terjadi kemungkinan besar bukan disebabkan oleh beban lalu lintas pesawat, melainkan oleh faktor lingkungan seperti perubahan suhu, genangan air akibat sistem drainase yang kurang optimal, serta kurangnya kegiatan pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa perkerasan yang tidak dipelihara secara berkala tetap akan mengalami degradasi meskipun tidak menerima beban lalu lintas yang signifikan. Pada apron, seluruh sample unit menunjukkan nilai PCI sebesar 100 dengan klasifikasi *Good*. Tidak ditemukan adanya kerusakan pada area ini selama proses survei. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkerasan apron masih dalam keadaan sangat baik dan belum mengalami penurunan kualitas. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi struktur yang masih baik serta kemungkinan pengaruh lingkungan yang lebih kecil dibandingkan dengan runway dan taxiway. Berdasarkan klasifikasi PCI, penanganan yang direkomendasikan untuk masing-masing kondisi adalah pemeliharaan rutin untuk kondisi *Good*, pemeliharaan berkala untuk kondisi *Satisfactory*, dan perbaikan lokal atau rehabilitasi ringan untuk kondisi *Fair*. Dengan demikian, meskipun Bandar Udara Tempuling saat ini tidak beroperasi, kegiatan pemeliharaan tetap diperlukan untuk menjaga kondisi perkerasan agar tidak mengalami penurunan yang lebih signifikan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar

dalam perencanaan strategi pemeliharaan yang tepat guna, terutama jika bandar udara tersebut akan diaktifkan kembali di masa mendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis kerusakan yang ditemukan pada perkerasan runway dan taxiway meliputi retak memanjang (*longitudinal cracking*), retak melintang (*transverse cracking*), crazing, serta spalling, dengan tingkat keparahan rendah hingga sedang. Sementara itu, pada perkerasan apron tidak ditemukan kerusakan.
2. Nilai PCI pada runway berada pada rentang 73,5 hingga 94 yang menunjukkan kondisi *Satisfactory* hingga *Good*. Pada taxiway, nilai PCI berkisar antara 63,5 hingga 98 yang menunjukkan kondisi *Fair* hingga *Good*, sedangkan pada apron, seluruh unit sampel memiliki nilai PCI sebesar 100 yang menunjukkan kondisi *Good*.
3. Berdasarkan nilai PCI yang diperoleh, kondisi perkerasan runway dan apron didominasi oleh kategori *Good* dan *Satisfactory*, sedangkan pada taxiway terdapat sebagian kecil yang berada pada kategori *Fair*, secara umum, kondisi perkerasan Bandar Udara Tempuling masih tergolong baik.
4. Berdasarkan analisis metode ⁵ *Pavement Condition Index (PCI)*, estimasi kebutuhan anggaran biaya (RAB) untuk perbaikan perkerasan landasan pacu adalah sebesar Rp 45.943.000,00 yang mencakup pekerjaan pembersihan retak, crack sealing, dan patching beton.

³⁸
5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pemeliharaan rutin pada perkerasan dengan kondisi *Good* dan *Satisfactory* guna mempertahankan kualitas perkerasan agar tetap dalam kondisi optimal.
2. Perbaikan yang disarankan merupakan penutupan retak (*crack sealing*) dan patching beton.

3. Meskipun bandar udara tidak beroperasi, disarankan tetap dilakukan inspeksi dan pemeliharaan secara berkala, terutama pada sistem drainase, untuk meminimalisir kerusakan akibat faktor lingkungan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan dapat menggunakan metode lain sebagai pembanding atau mengkaji faktor penyebab kerusakan secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka

Azka, C.N. et al. 2020. Perkerasan Jalan. CV. Media Sains Indonesia.

Basuki, H. 1986. Merancang dan Merencana Lapangan Terbang. Bandung: Penerbit Alumni.

Haryanto, I dan Utomo, H.B. 2012. Bahan Ajar Perkerasan Jalan. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Pendidikan, Universitas Gajah Mada.

Shahin, M.Y. 2005. Pavement Management For Airports, Roads, And Parking Lots (2nd ed.). New York: Springer.

Dokumen Resmi Pemerintah

ASTM D5340-12. 2012. Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM D6433-07. 2007. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Direktorat Jenderal Bina Konstruksi. 2026. Lampiran V Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Direktorat Jenderal Bina Konstruksi. 2026. Lampiran VI Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 47/SE/Dk/2026 tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2026. Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP DJPU 74 Tahun 2026 tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

EASA. 2026. Easy Access Rules for Aerodromes (Regulation (EU) No 139/2014) Revision from March 2026. Cologne: European Union Aviation Safety Agency.

Federal Highway Administration. 2014. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program (Edisi Revisi Kelima). McLean, Virginia: Office of Infrastructure Research and Development.

U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. 2018. Standard Specifications for Construction of Airports (Advisory Circular No. 150/5370-10H). Washington, DC.

U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. 2021. Airport Pavement Design and Evaluation (Advisory Circular No. 150/5320-6G). Washington, DC.

Jurnal

Ing, T.L. dan Riana, S. 2019. Analisis Kondisi Permukaan Perkerasan Jalan pada Jalan Lemahneundeut dengan Metode PCI dan RCI. *Jurnal Teknik Sipil*. 15(1): 1-85.

Irvayana, I.P.D. Astor, Y. Sihombing, A.V.R. dan Sundara, A. 2022. Analysis of Runways Surface Conditions Using Pavement Condition Index Method (Case Study: I Gusti Ngurah Rai International Airports). *RSF Conference Series: Engineering and Technology*. 2(2): 1-11.

Thamrin, M.H. dan Rivai, I. 2024. Evaluasi Kerusakan Perkerasan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) Pada Runway di Bandar Udara Hang Nadim Batam. *Jurnal Teknik Sipil*. 23(1).

Tho'atin, U. Setyawan, A. dan Suprpto, M. 2016. Penggunaan Metode International Roughness Index (IRI), Surface Distress Index (SDI) dan Pavement Condition Index (PCI) untuk Penilaian Kondisi Jalan di Kabupaten Wonogiri. *Prosiding Semnastek*.

Ulhaq, D. Fatimah, S. dan Hartatik, N. 2023. Analisis Pavement Condition Index (PCI) Runway Di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung. *Program Studi Teknik Bangunan dan Landasan*. Surabaya, Politeknik Penerbangan Surabaya.

Widianto, B.W. 2017. Pavement Condition Index (PCI) Runway Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*. 3(1): 1.

Yunardhi, H. Alkas, M.J. dan Sutanto, H. 2018. Analisis Kerusakan Jalan dengan Metode PCI dan Alternatif Penyelesaiannya pada Ruas Jalan D.I. Panjaitan. Jurnal Teknik Sipil. 2(2).

Skripsi

Rahmi, F.A. 2022. Analisis Kondisi Kerusakan Jalan Raya pada Lapisan Permukaan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Bina Marga (Studi Kasus: Ruas Jalan Raya Batusangkar-Bukittinggi Kecamatan Sungai Tarab Sta 0+000-2+000). Program Studi Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI SURVEI LAPANGAN



Survei Kondisi Lapangan



Pengukuran Bidang Runway, Apron dan Taxiway



Pengukuran Panjang, lebar dan Kedalaman Kerusakan



Pembagian Sekmen Runway, Apron dan Taxiway

21%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	repository.unisi.ac.id Internet	255 words — 2%
2	docplayer.info Internet	194 words — 2%
3	repository.its.ac.id Internet	144 words — 1%
4	www.jurnalftspjayabaya.ac.id Internet	139 words — 1%
5	repo.poltekbangsby.ac.id Internet	136 words — 1%
6	www.salinas.gov Internet	77 words — 1%
7	ejurnal.itenas.ac.id Internet	71 words — 1%
8	documents.mx Internet	67 words — 1%
9	doku.pub Internet	66 words — 1%
10	dokumen.tech Internet	54 words — < 1%
11	123dok.com Internet	52 words — < 1%
12	repository.unbari.ac.id Internet	52 words — < 1%

13	repository.ub.ac.id Internet	51 words — < 1%
14	repository.um-surabaya.ac.id Internet	51 words — < 1%
15	repository.syekhnurjati.ac.id Internet	47 words — < 1%
16	repository.umsu.ac.id Internet	39 words — < 1%
17	Carlos Lekatompessy, Sammy G. M. Amaheka, Febrino Wangean. "PENILAIAN KONDISI PERKERASAN JALAN PADA RUAS JALAN AMAHUSU-LATUHALAT KOTA AMBON", JURNAL SIMETRIK, 2026 Crossref	38 words — < 1%
18	pdfcoffee.com Internet	37 words — < 1%
19	crcairport.org Internet	36 words — < 1%
20	digilib.uns.ac.id Internet	36 words — < 1%
21	ejournal.poltekbangsby.ac.id Internet	36 words — < 1%
22	jurnal.uns.ac.id Internet	34 words — < 1%
23	rosap.ntl.bts.gov Internet	34 words — < 1%
24	id.unionpedia.org Internet	32 words — < 1%
25	archive.org Internet	31 words — < 1%
26	repository.uir.ac.id Internet	30 words — < 1%

27	jtt.itltrisakti.ac.id Internet	28 words — < 1%
28	www.coursehero.com Internet	28 words — < 1%
29	repository.ppicurug.ac.id Internet	26 words — < 1%
30	ejournal.utp.ac.id Internet	25 words — < 1%
31	repository.unismabekasi.ac.id Internet	25 words — < 1%
32	moam.info Internet	24 words — < 1%
33	repository.nusaputra.ac.id Internet	24 words — < 1%
34	repository.umy.ac.id Internet	24 words — < 1%
35	repository.unissula.ac.id Internet	22 words — < 1%
36	www.researchgate.net Internet	22 words — < 1%
37	Suprpto Hadi, Nur Rachmi Widyastuti, Annissa Khoirunni'mah, Irfan Aminuddin, Dani Agil Asyari Almunawar. "Analisis Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga dan PCI (Studi Kasus: Ruas Jalan Kaligawe Raya, Kecamatan Genuk, Kota Semarang)", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025 Crossref	20 words — < 1%
38	eprints.politeknikpu.ac.id Internet	20 words — < 1%
39	repo.itera.ac.id Internet	20 words — < 1%
40	www.paver.colostate.edu	

Internet

18 words — < 1%

41 mail.tku.edu.tw
Internet

17 words — < 1%

42 news.mcaa.gov.mn
Internet

17 words — < 1%

43 repository.unhas.ac.id
Internet

17 words — < 1%

44 repository.unmuhjember.ac.id
Internet

17 words — < 1%

45 M. Sutrisno, M. Mashuri, I. Mashuri, A. Natalin. "Penggunaan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Present Serviceability Index (PSI) dalam Penilaian Kerusakan Jalan di Kota Palu (Studi Kasus : Jalan Karanja Lembah, Kota Palu)", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2023
Crossref

16 words — < 1%

46 repository.ar-raniry.ac.id
Internet

16 words — < 1%

47 repository.uisu.ac.id
Internet

16 words — < 1%

48 hdl.handle.net
Internet

15 words — < 1%

49 repositori.unibos.ac.id
Internet

15 words — < 1%

50 repository.uinsaizu.ac.id
Internet

15 words — < 1%

51 bemj.akbidbunda.ac.id
Internet

14 words — < 1%

52 edoc.pub
Internet

14 words — < 1%

53 eprints2.undip.ac.id
Internet

14 words — < 1%

54	id.123dok.com Internet	14 words — < 1%
55	jdih.kemenhub.go.id Internet	14 words — < 1%
56	www.gov.uk Internet	13 words — < 1%
57	A. Gomes Correia, Fernando E.F. Branco. "Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields", CRC Press, 2022 Publications	12 words — < 1%
58	ejournal.unmus.ac.id Internet	11 words — < 1%
59	ojs.widyakartika.ac.id Internet	11 words — < 1%
60	repository.upi.edu Internet	11 words — < 1%
61	apps.dtic.mil Internet	10 words — < 1%
62	journal.ubb.ac.id Internet	10 words — < 1%
63	mogirl97.blogspot.com Internet	10 words — < 1%
64	repositori.uma.ac.id Internet	10 words — < 1%
65	repository.poltekbangplg.ac.id Internet	10 words — < 1%
66	text-id.123dok.com Internet	10 words — < 1%
67	www.rspo.org Internet	10 words — < 1%

68	Internet	9 words — < 1%
69	eprints.upj.ac.id Internet	9 words — < 1%
70	etheses.uin-malang.ac.id Internet	9 words — < 1%
71	journal.unibos.ac.id Internet	9 words — < 1%
72	openjournal.unpam.ac.id Internet	9 words — < 1%
73	repository.bakrie.ac.id Internet	9 words — < 1%
74	repository.iainpurwokerto.ac.id Internet	9 words — < 1%
75	repository.uin-suska.ac.id Internet	9 words — < 1%
76	E.R. Labaso, A. Tahir, M. Susilo. "Analysis of Air Side Needs at Mutiara SIS AL-JUFRI Airport Palu", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2021 Crossref	8 words — < 1%
77	M. HAIKAL. "ANALISIS NILAI TINGKAT KERUSAKAN PERMUKAAN JALANPEKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE IRI(INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX) DAN PAVEMENT CONDITIONINDEX (PCI) (STUDI KASUS: JALAN SULTAN SYARIF KASIM KEC. SUNGAI APITKABUPATEN SIAK)", Jurnal TeKLA, 2025 Crossref	8 words — < 1%
78	Niken Ratih Agitama, Andityo Pujo Laksana. "ANALISIS KELAYAKAN PENGGUNAAN GSE (GROUND SUPPORT EQUIPMENT) TERHADAP DAMPAK KERUSAKAN ASPAL DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM", Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran, 2025 Crossref	8 words — < 1%
79	Novita Ameth, Sammy G. M. Amaheka, Febrino Wangean. "Evaluasi Kondisi Kerusakan Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Sdi	8 words — < 1%

80	Yaris Fajar Baihaqi Author. "PERANCANGAN APLIKASI MOBILE KEUANGAN DENGAN FRAMEWORK FLUTTER", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Crossref	8 words — < 1%
81	digilib.uinkhas.ac.id Internet	8 words — < 1%
82	dspace.uui.ac.id Internet	8 words — < 1%
83	ejournal.unsrat.ac.id Internet	8 words — < 1%
84	prosiding.pnj.ac.id Internet	8 words — < 1%
85	pt.scribd.com Internet	8 words — < 1%
86	repositori.unsil.ac.id Internet	8 words — < 1%
87	repository.pnj.ac.id Internet	8 words — < 1%
88	repository.upstegal.ac.id Internet	8 words — < 1%
89	sistem.wisnuwardhana.ac.id Internet	8 words — < 1%
90	smartnews.id Internet	8 words — < 1%
91	transportation.erdcdren.mil Internet	8 words — < 1%
92	www.batamnews.co.id Internet	8 words — < 1%

93	repository.ummat.ac.id Internet	7 words — < 1%
94	"Pavement Condition Survey and Rating Procedure", Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots, 2005 Crossref	6 words — < 1%
95	Juhrodin -, Dwi Yulia Nur Mulyadi, Gumilar Mulya. "ANALISIS NILAI SOSIAL KOMUNITAS SEPEDA WANITA DALAM PERSPEKTIF JENDER", Riyadhoh : Jurnal Pendidikan Olahraga, 2024 Crossref	6 words — < 1%
96	Remigius Hari Susanto, X Furuitho, Purwanto Joko Slameto, Lilik Setiawan HP, Rasyid Al-Khudhoiby, Didiek Pramono. "Perencanaan Biaya dan Waktu pada Proyek Pembangunan Rusun Bringkav 1-/LA Kodam Jaya Tangerang Selatan", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2025 Crossref	6 words — < 1%
97	jurnal.umj.ac.id Internet	6 words — < 1%
98	muhammadhiman051.blogspot.com Internet	6 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE SOURCES OFF
EXCLUDE MATCHES OFF