



ANALISIS PENAGRAH PENGGUNAAN KULIT KERANG SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-WC UNTUK DESAIN PERANCANGAN RUNWAY

Deni Ahmad Sadikin*, Juang Akbardin, Yudi Sekaryadi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Corresponding author, email: denifisi@upi.edu

ABSTRACTS

In the AC-WC mixture, the filler is the material that significantly influences the characteristics and quality of the asphalt concrete mixture. Fillers can come from environmentally friendly materials. One material that is often found is shell waste. The method used in this research is quantitative descriptive. Based on research conducted, the shells used to meet the requirements as filler with a percentage of passing sieve no. 200 was 75.12% and the gradation composition of the mixture for AC-WC was 2% for shell filler, 50% for stone ash, 33% for screening, and 15% for the split. Meanwhile, the asphalt used in the AC-WC mixture is PG 76 Asphalt. Based on the test results, it was found that the characteristics of PG 76 asphalt were not too flexible and tended to be stiff, resistant to hot temperatures, and had homogeneous properties. In testing the AC-WC mixture, Marshall's results obtained an optimum asphalt content of 6.3% with a stability value of 2877 kg and a flow value of 2,716 mm. This shows that the use of shell filler can increase the stability value of the mixture, however, a high stability value accompanied by low flow indicates that the mixture has a stiff pavement and will be brittle. Meanwhile, for the runway pavement thickness design at Nusawiru Airport using the FAA method and FAARFIELD software, a total thickness of 14 inches was obtained with details of a Surface Course thickness of 4 inches, a Base Course thickness of 6 inches, and a Subbase Course thickness of 4 inches.

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 22 Desember 2023

First Revised: 30 Desember 2023

Accepted: 31 Desember 2023

First Available online: 01 Januari 2024

Publication Date: 01 Januari 2024

Keywords:

AC-WC, FAA Method, FAARFIELD, Shell, PG 76

1. PENDAHULUAN

Bandar Udara adalah salah satu faktor terpenting dalam sistem transportasi udara yang dimana transportasi udara adalah bagian dari ujung tombak perekonomian di Indonesia. (Utami, A. A., et al., 2020; Nainggolan, H, C. 2021). Runway adalah salah satu instrumen penting dalam bandar udara dalam melayani penerbangan. Merancang runway untuk dapat mendukung lalu lintas pesawat terbang menjadi sangat penting agar operasional bandar udara dapat menjadi lebih optimal dalam melayani penerbangan. Runway adalah bagian dari infrastruktur bandara yang dirancang khusus sebagai jalur yang digunakan untuk lepas landas dan mendaratnya pesawat terbang. (Safitri, K.S.N., 2022; Lamtiar, S., et al., 2023). Salah satu jenis lapisan perkerasan yang umum digunakan untuk perancangan runway adalah lapis aspal beton (laston) atau bisa disebut juga *Asphalt Concrete* (AC). (Situngkir, K. W., et al., 2020; Suryanto, S., et al., 2022). Laston adalah jenis lapisan perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, *filler* (bahan pengisi) serta aspal sebagai bahan pengikat. Laston terdiri dari tiga jenis campuran yaitu *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC), *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC), dan *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base). (Kusdiyono, K., et al., 2019; Putra, A., et al., 2020; Debataraja, S.M.T., et al., 2023).

Dalam campuran beton aspal, bahan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik dan kualitas campuran beton aspal adalah *filler*. (Agustian, K., et al., 2021; Ubaidillah, M., et al., 2023). Dalam pekerjaan konstruksi jalan *filler* memegang peranan yang sangat penting dalam mengisi kekosongan rongga antar butiran agregat kasar, untuk mendukung nilai stabilitas jalan yang ingin dicapai (Lubis, R. W., et al., 2022). Bahan *filler* yang biasa digunakan untuk campuran aspal panas berupa semen, kapur serta abu batu. Untuk menambah bahan *filler* yang bisa digunakan sebagai bahan pencampur, campuran aspal panas dicoba memakai cangkang kerang simping yang sudah dihaluskan dengan harapan dapat memanfaatkan limbah kerang simping yang banyak didapat di wilayah pesisir pantai (Rizki Cahyadi, 2015; Sari, K. N. I., et al., 2022; Al Madani, M. F. 2022). *Filler* dapat berasal dari bahan-bahan yang ramah lingkungan. Salah satu bahan yang sering ditemui adalah limbah kulit kerang. Limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu zat kapur (CaCO_3). Kapur dalam campuran aspal panas dapat mempengaruhi kinerja campuran dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan juga agregat. Hal ini dapat menunjukkan bahwa kulit kerang berpotensi digunakan sebagai *filler* karena memiliki kandungan senyawa yang dapat bermanfaat sebagai bahan perekat dalam campuran beton aspal. Pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan alternatif penguat material komposit polimer diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik material komposit tersebut sifat fisik cangkang kerang yang keras dan ringan (Bitu, L.G. 2019; Nayan, A., et al., 2022). Oleh karena itu, dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan kulit kerang sebagai filler pada campuran ac-wc untuk desain perancangan runway.

2. METODE

2.1 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Sementara populasi pada penelitian ini adalah limbah kulit kerang. Indonesia memiliki berbagai jenis kerang, salah satunya yaitu kerang simping yang berpotensi untuk dikembangkan secara komersial baik nasional maupun internasional karena mempunyai nilai ekonomis tinggi dan dapat di manfaatkan mulai dari isi / daging sampai cangkangnya. (Kariyanti, K., et al., 2019). Kulit kerang yang dipakai adalah menggunakan jenis kerang simping (*Placuna placenta*) yang didapatkan dari daerah Pangandaran, Jawa Barat. Sementara untuk teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan cara sampel acak sederhana. Teknik ini melibatkan pemilihan sampel secara acak dari populasi limbah kulit kerang dalam keadaan kering. Setiap unit atau bagian dari limbah memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih sebagai sampel.

Sumber data pada penelitian ini terdiri dari data primer yang yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil pengujian material yang dilakukan di laboratorium PT. Anten Asri Perkasa. Sementara data sekunder yang digunakan adalah data pesawat CN 235-220, data lalu lintas pesawat dan data CBR pada Bandara kelas III dalam hal ini menggunakan data Bandara Nusawiru, Pangandaran, Jawa Barat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Agregat dan *Filler*

Material agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari daerah Lagadar, Kab. Bandung, Jawa Barat. Agregat yang diuji terdiri dari *split* berukuran 17 inci, *screening*, dan abu batu. Hasil pengujian agregat dan *filler* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat dan *Filler*

| No. | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Hasil Pengujian | Satuan | Spesifikasi |
|------------------------------|---|--------------------|-----------------|--------|-------------|
| Split 17 Inchi | | | | | |
| 1 | Berat jenis curah (Sd) | SNI 1970:2016 | 2.587 | % | - |
| 2 | Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss) | SNI 1970:2016 | 2.611 | % | - |
| 3 | Berat jenis semu (Sa) | SNI 1970:2016 | 2.65 | % | - |
| 4 | Penyerapan air (Sw) | SNI 1970:2016 | 0.915 | % | Maks. 3% |
| 5 | Pipih Lonjong | SNI 8287:2016 | 5.99 | % | Maks. 10% |
| 6 | Gumpalan Lempung | SNI 3-4141-1996 | 0.317 | % | Maks. 1% |
| 7 | Abrasi dengan Mesin Los Angeles | SNI 2417:2008 | 21.85 | % | Maks. 30% |
| 8 | Lolos Ayakan No. 200 | SNI ASTM C136:2012 | 0.39 | % | Maks. 1% |
| Screening | | | | | |
| 1 | Berat jenis curah (Sd) | SNI 1970:2016 | 2.620 | % | - |
| 2 | Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss) | SNI 1970:2016 | 2.639 | % | - |
| 3 | Berat jenis semu (Sa) | SNI 1970:2016 | 2.671 | % | - |
| 4 | Penyerapan air (Sw) | SNI 1970:2016 | 0.727 | % | Maks. 3% |
| 5 | Gumpalan Lempung | SNI 3-4141-1996 | 0.465 | % | Maks. 1% |
| 6 | Lolos Ayakan No. 200 | SNI ASTM C136:2012 | 0.41 | % | Maks. 1% |
| Abu Batu | | | | | |
| 1 | Berat jenis curah (Sd) | SNI 1970:2016 | 2.338 | % | - |
| 2 | Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss) | SNI 1970:2016 | 2.381 | % | - |
| 3 | Berat jenis semu (Sa) | SNI 1970:2016 | 2.443 | % | - |
| 4 | Penyerapan air (Sw) | SNI 1970:2016 | 1.833 | % | Maks. 3% |
| 5 | <i>Sand Equivalent</i> | SNI 03-4428-1997 | 72.437 | % | Min. 50% |
| 6 | Gumpalan Lempung | SNI 3-4141-1996 | 0.840 | % | Maks. 1% |
| 7 | Lolos Ayakan No. 200 | SNI ASTM C136:2012 | 8.820 | % | Maks. 10% |
| Filler (Kulit Kerang) | | | | | |
| 1 | Lolos Ayakan No. 200 | SNI ASTM C136:2012 | 75.12 | % | Min. 75% |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan hasil pengujian agregat dan *filler*, semua hasil pengujian telah memenuhi persyaratan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 (Revisi 2) dan didapatkan komposisi campuran yang terdiri dari 2% *filler* kulit kerang, 50% abu batu, 33% *screening*, dan 15% *split* ukuran 17 inci.

3.2. Hasil Pengujian Aspal PG 76

Aspal yang digunakan pada penelitian ini merupakan aspal modifikasi *Performance Grade* (PG) 76. Hasil pengujian aspal PG 76 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal PG 76

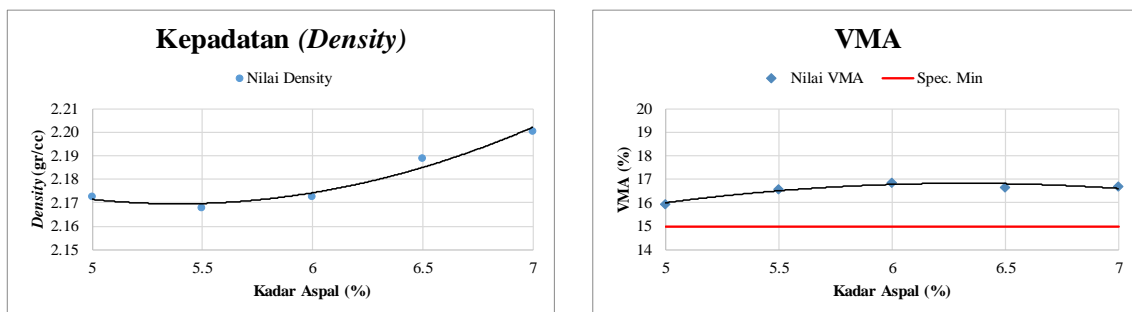
| No. | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Hasil Pengujian | Spesifikasi PG 76 |
|--|---|---|-----------------|-------------------|
| 1 | Penetrasi pada 25°C (0.1 mm) | SNI 2456:2011 | 54 | Dilaporkan |
| 2 | Viskositas kinematis pada 135°C (cSt) | ASTM D2170-10 | 731.6 | ≤ 3000 |
| 3 | Titik Lembek (°C) | SNI 2434 :2011 | 70.2 | Dilaporkan |
| 4 | Daktalitas pada 25°C (cm) | SNI 2432:2011 | 67 | - |
| 5 | Titik nyala (°C) | SNI 2433:2011 | 241 | ≥ 230 |
| 6 | Berat jenis | SNI 2441:2011 | 1.033 | - |
| 7 | Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%) | AASHTO T44-14 dan SNI 2438:2015 | 90.85 | ≥ 90 |
| 8 | Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C) | ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011 | 1.7 | ≤ 2.2 |
| Pengujian Residu Hasil TFOT pada 163°C, Selama 5 jam (SNI 06-2440-1991) | | | | |
| 9 | Kehilangan berat (%) | SNI 06-2441-1991 | 0.32 | ≤ 0.8 |
| 10 | Penetrasi pada 25°C (% semula) | SNI 2456: 2011 | 70.4 | ≥ 54 |
| 11 | Daktalitas pada 25°C (cm) | SNI 2432: 2011 | 55 | ≥ 25 |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

3.3. Hasil Pengujian Marshall

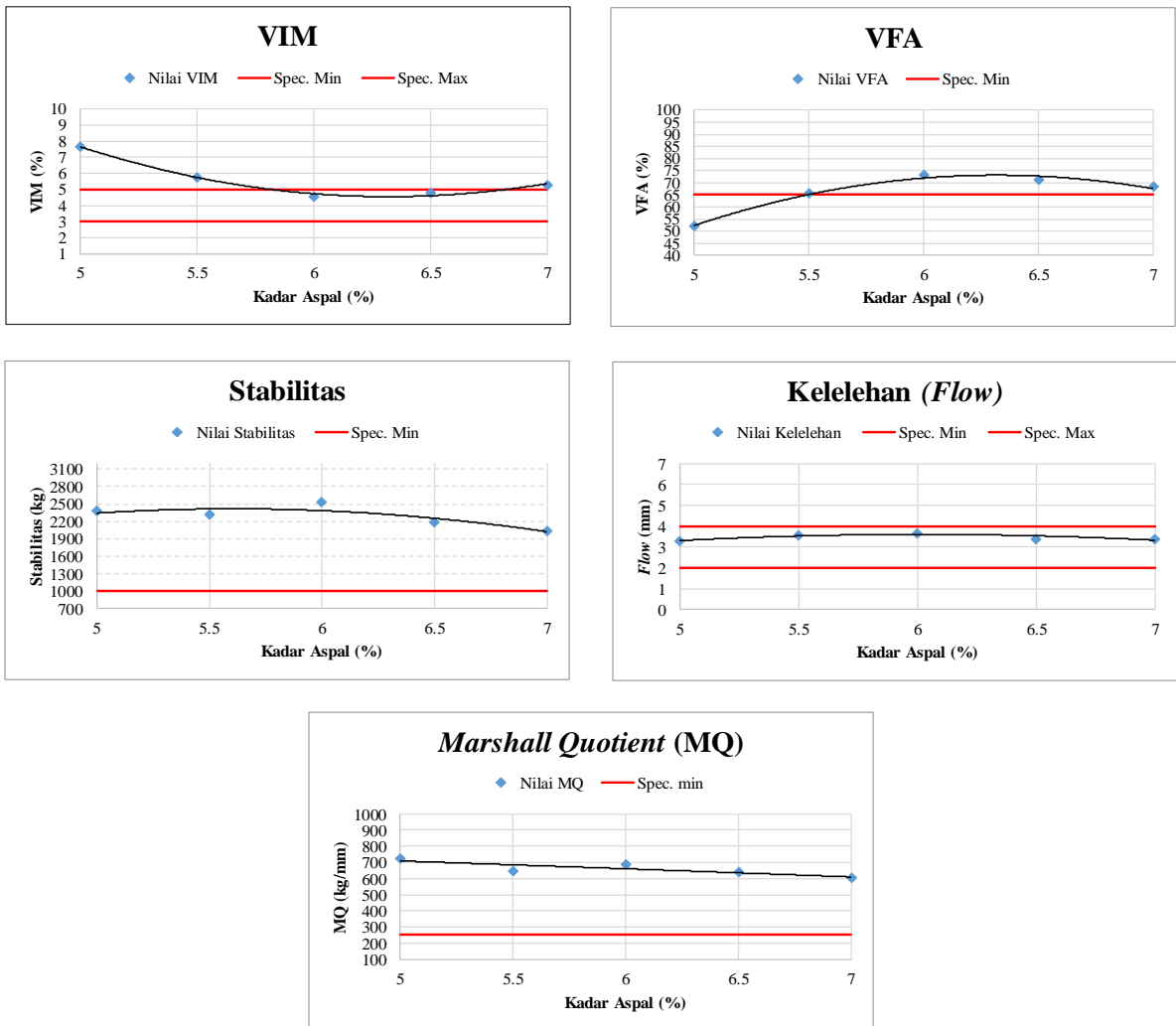
Pengujian *Marshall* pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama dilakukan dengan membuat 15 sampel yang terdiri dari 5 variasi kadar aspal untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Sementara untuk tahap kedua dilakukan dengan membuat 12 sampel sesuai nilai KAO yang didapatkan dengan variasi penggunaan filler kulit kerang sebesar 2% dari berat total agregat.

Hasil pengujian *Marshall* tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik Pengujian Marshall (1)

Sumber: Hasil Olah Data (2023)



Gambar 2. Grafik Pengujian Marshall (2)

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* dengan rentang variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% sesuai dengan prosedur yang mengacu kepada SNI 06-2489-1991, maka selanjutnya dapat ditentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

| Asphalt Content | 5% | 5.5% | 6% | 6.5% | 7% |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Density | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |
| Void in Mineral Agreggate (VMA) | Blue | Blue | Blue | Blue | Blue |
| Void in Mix (VIM) | Blue | Blue | Blue | Blue | Blue |
| Void Filled with Asphalt (VFA) | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Light Blue | Light Blue |
| Stability | Green | Green | Green | Green | Green |
| Flow | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Marshall Quotient (MQ) | Orange | Orange | Orange | Orange | Orange |
| Optimum Asphalt Content | 6.3% | | | | |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan tabel penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO), terlihat bahwa nilai KAO yang didapat adalah pada kadar aspal 6,3%. Setelah nilai KAO sudah diketahui, selanjutnya

DOI:

dilakukan pengujian *Marshall* dengan kadar aspal 6,3% sebanyak 12 sampel. Sehingga didapat *summary Marshall* dari *design mix formula AC-WC* menggunakan kulit kerang sebagai *filler* dengan aspal PG 76.

Tabel 4. *Summary Marshall Design Mix Formula AC-WC*

| MARSHALL PROPERTIES | | | | | |
|------------------------------|--------|------------------|-----------------|-------------|-----------|
| Deskripsi | Satuan | Hasil Tes | | Spesifikasi | |
| | | Grafik Perkiraan | <i>Marshall</i> | Bina Marga | Khusus |
| Kepadatan (<i>Density</i>) | gr/cc | 2.180 | 2.218 | - | - |
| Stabilitas | kg | 2350 | 2877 | Min. 1000 | Min. 1000 |
| VMA | % | 16.800 | 15.357 | Min. 15 | Min. 15 |
| VFA | % | 73.000 | 71.485 | Min. 65 | 76 - 82 |
| VIM | % | 4.550 | 4.385 | 3 - 5 | 3 - 4 |
| <i>Bit. Film Thickness</i> | μ | - | 10.180 | - | - |
| Absorption Asphalt | % | - | 0.719 | - | - |
| Kelelahan (<i>Flow</i>) | mm | 3.600 | 2.716 | 2 - 4 | 2 - 4 |
| <i>Marshall Quotient</i> | kg/mm | 650 | 1059.185 | Min. 300 | Min. 300 |
| Kadar Aspal | % | 6.3 | 6.3 | | |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan hasil tes *Marshall*, terlihat bahwa semua komponen telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Namun jika mengacu kepada Spesifikasi Khusus untuk *Runway* yang didapat dari PT. Anten Asri Perkasa, terlihat bahwa nilai VFA dan VIM tidak memenuhi spesifikasi.

Meskipun begitu, campuran AC-WC tetap dapat digunakan untuk *runway* dengan cara mengekstraksi kembali aspal dengan campuran untuk kemudian dilakukan pengecekan terhadap sifat fisik aspal setelah pencampuran.

3.4. Desain Tebal Perkerasan *Runway* Metode FAA

- **Data Awal**

Berikut ini merupakan data penerbangan pesawat pada Bandara Nusawiru periode tahun 2013 sampai dengan tahun 2022:

Tabel 5. Data Penerbangan Pesawat Bandara Nusawiru

| Tahun | PESAWAT | |
|--------------|--------------|---------------|
| | KEDATANGAN | KEBERANGKATAN |
| 2013 | 682 | 680 |
| 2014 | 1430 | 1429 |
| 2015 | 1414 | 1409 |
| 2016 | 1645 | 1637 |
| 2017 | 2287 | 2284 |
| 2018 | 2229 | 2209 |
| 2019 | 2151 | 2153 |
| 2020 | 1315 | 1312 |
| 2021 | 1185 | 1188 |
| 2022 | 1187 | 1189 |
| TOTAL | 15525 | 15490 |

Sumber: UPTD PJK Nusawiru

Selain itu, ada beberapa data pelengkap diantaranya:

- CBR *Subgrade* = 11,67%
- MTOW CN 235-220 = 34.833 lbs
- Tipe roda pendaratan CN 235-220 = *Single Wheel Gear*

- **Perkiraan Pertumbuhan Keberangkatan Pesawat**

Berdasarkan data penerbangan pesawat pada tabel 5, selanjutnya dapat dihitung nilai pertumbuhan keberangkatan pesawat dengan rumus *rate of growth* sebagai berikut:

$$i \% = \frac{n \text{ awal} - n \text{ akhir}}{n \text{ awal}} \sqrt{\left(\frac{F n \text{ akhir}}{P n \text{ awal}}\right)} - 1 \quad (1)$$

Maka perhitungannya adalah:

$$i \% = \frac{2022 - 2013}{2013} \sqrt{\left(\frac{1189}{680}\right)} - 1$$

$$i \% = 0,641$$

$$i = 6,41\%$$

- **Menentukan Gear Departure (R2)**

Tabel 6. Perhitungan R2 Tahun 2022

| Tipe Pesawat | Tipe Roda | Annual Departure | Faktor Konversi Roda Pendaratan Pesawat Rencana | R2 |
|--------------|---------------|------------------|---|-------|
| | | a | b | a x b |
| CN 235-220 | <i>Single</i> | 1189 | 1 | 1189 |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

- **Menghitung Beban Roda Pesawat (W2 dan W1)**

Beban roda pesawat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$W2 = P \times \text{MTOW} \times 1/n \quad (2)$$

Keterangan:

W2 = Beban roda pendaratan pesawat (lbs)

P = Persentase beban yang diterima roda pendaratan utama (0.95)

MTOW = Berat kotor pesawat saat lepas landas (lbs)

n = Jumlah roda pendaratan pesawat

- **Menghitung *Equivalent Annual Departure* Tahunan Pesawat Rencana (R1)**

Perhitungan *equivalent annual departure* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 \left(\frac{W2}{W1}\right)^{1/2} \quad (3)$$

Keterangan:

R1 = Kedatangan tahunan ekivalen pesawat rencana (lbs)

R2 = Gear deparature pesawat

W1 = Beban roda pesawat rencana

W2 = Beban roda pesawat

Sehingga didapat rekapitulasi sebagai berikut:

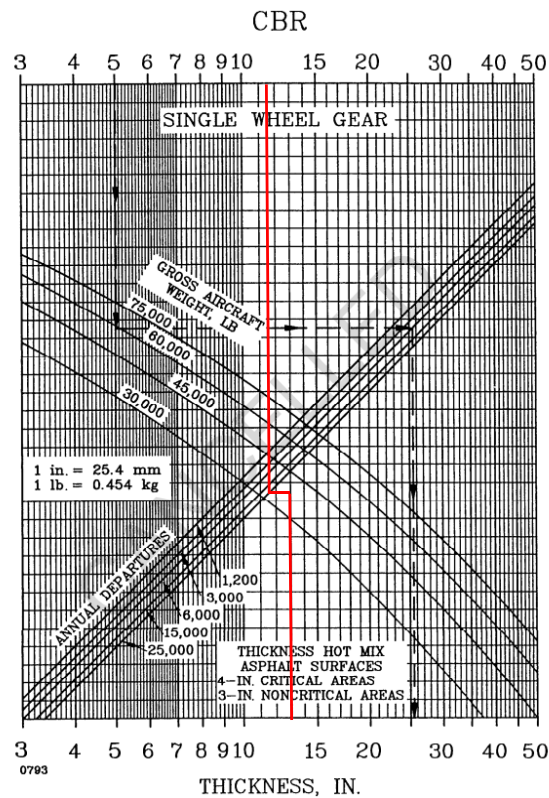
Tabel 7. *Equivalent Annual Deparature* terhadap Pesawat CN 235-220 Selama 20 Tahun (2023-2042)

| Tahun | R2 | W2 | W1 | R1 | Tahun | R2 | W2 | W1 | R1 |
|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 2023 | 1265 | 8273 | 8273 | 1265 | 2033 | 2354 | 8273 | 8273 | 2354 |
| 2024 | 1346 | 8273 | 8273 | 1346 | 2034 | 2505 | 8273 | 8273 | 2505 |
| 2025 | 1432 | 8273 | 8273 | 1432 | 2035 | 2665 | 8273 | 8273 | 2665 |
| 2026 | 1524 | 8273 | 8273 | 1524 | 2036 | 2836 | 8273 | 8273 | 2836 |
| 2027 | 1622 | 8273 | 8273 | 1622 | 2037 | 3017 | 8273 | 8273 | 3017 |
| 2028 | 1726 | 8273 | 8273 | 1726 | 2038 | 3211 | 8273 | 8273 | 3211 |
| 2029 | 1836 | 8273 | 8273 | 1836 | 2039 | 3416 | 8273 | 8273 | 3416 |
| 2030 | 1954 | 8273 | 8273 | 1954 | 2040 | 3635 | 8273 | 8273 | 3635 |
| 2031 | 2079 | 8273 | 8273 | 2079 | 2041 | 3868 | 8273 | 8273 | 3868 |
| 2032 | 2212 | 8273 | 8273 | 2212 | 2042 | 4116 | 8273 | 8273 | 4116 |

Jumlah *Equivalent Annual Deparature* (R1) Tahun 2023 - 2042 = 48620 Pesawat

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

• Menentukan Tebal Perkerasan



Gambar 3. Kurva Rencana Tebal Perkerasan Lentur Metode FAA

DOI:

Berdasarkan plot grafik pada gambar 3, didapatkan tebal perkerasan total adalah 14 in. Tebal tersebut adalah untuk *Annual Departure* 25.000, maka untuk *Annual Departure* 48620 pesawat perlu dikalikan dengan 1,04 (interpolasi dari keberangkatan tahunan) sehingga diperoleh tebal perkerasan total setelah dikoreksi adalah:

$$\text{Tebal Perkerasan Total} = 13 \times 1,04 = 13,51 \text{ inci} \approx 14 \text{ inci}$$

a. Tebal Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Berdasarkan grafik pada gambar 3, telah ditentukan tebal lapisan permukaan (*surface course*) adalah 4 inci untuk area kritis.

b. Tebal Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Berdasarkan FAA AC 150/5320-6G, tebal lapisan pondasi atas (*base course*) untuk berat maksimal pesawat < 60.000 lbs, memiliki nilai minimum adalah 6 inci. Sehingga ditetapkan tebal *base course* adalah 6 inci.

c. Tebal Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Tebal lapisan pondasi bawah (*subbase course*) didapat dengan perhitungan tebal total dikurangi dengan jumlah tebal lapisan permukaan dan lapisan pondasi atas, sehingga hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tebal lapisan pondasi bawah} = 14 - (4+6) = 4 \text{ inci.}$$

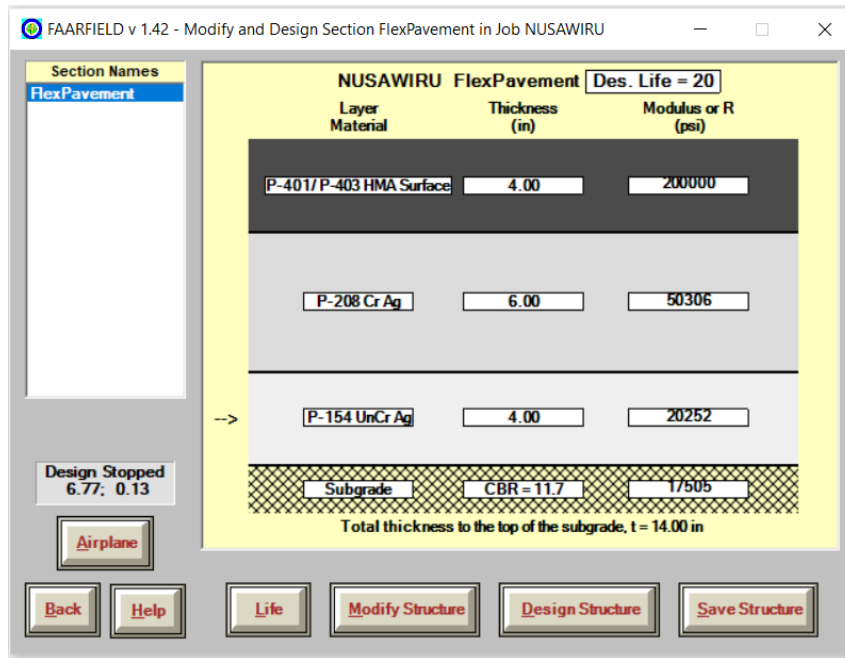
Tabel 8. Resume Tebal Perkerasan *Runway* Metode FAA

| Lapisan | Bahan | inci | cm |
|---|--------------|------|-------|
| Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>) | Aspal | 4 | 10,16 |
| Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>) | Batu Pecah | 6 | 15,24 |
| Lapis Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>) | Agregat Alam | 4 | 10,16 |
| Total | | 14 | 35,56 |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

• **Tebal Perkerasan *Runway* Dengan FAARFIELD**

Desain tebal perkerasan *runway* dilakukan dengan menggunakan *software* FAARFIELD v 1.42. Dengan menggunakan data yang sama maka didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Desain Perkerasan pada FAARFIELD

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 9. Resume Tebal Perkerasan *Runway* dengan FAARFIELD

| Lapisan | Bahan | inci | cm |
|---|----------------------------------|------|-------|
| Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>) | P-403 HMA <i>Surface</i> | 4 | 10,16 |
| Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>) | P-208 <i>Crushed Aggregate</i> | 6 | 15,24 |
| Lapis Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>) | P-154 <i>Uncrushed Aggregate</i> | 4 | 10,16 |
| Total | | 14 | 35,56 |

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Karena beban pesawat yang beroperasi memiliki berat < 60.000 lbs, maka digunakan bahan material dengan kode P-403 *Hot Mix Asphalt* (HMA) untuk lapis permukaan (*Surface*), P-208 *Crushed Aggregate* untuk lapis pondasi bawah (*Base Course*) dan P-154 *Uncrushed Aggregate* untuk lapis pondasi bawah (*Subbase Course*).

4. KESIMPULAN

Kulit kerang yang dipakai memenuhi persyaratan sebagai *filler* dengan persentase lolos ayakan no. 200 sebesar 75,12% dan didapatkan komposisi gradasi campuran untuk AC-WC adalah 2% untuk *filler* kulit kerang, 50% untuk abu batu, 33% untuk *screening*, dan 15% untuk *split*.

Berdasarkan uji penetrasi dan daktilitas, aspal PG 76 memiliki karakteristik yang tidak terlalu lentur dan cenderung kaku. Aspal PG 76 juga memiliki karakteristik yang tahan terhadap suhu panas karena aspal memiliki nilai titik nyala pada suhu 241°C. Kemudian berdasarkan uji titik lembek setelah dilakukan stabilitas penyimpanan, diketahui bahwa aspal PG 76 memiliki sifat homogen yang menunjukkan bahwa aspal memiliki karakteristik ikatan yang baik serta cenderung stabil terhadap perubahan suhu untuk mencegah keretakan pada permukaan jalan.

Hasil *Marshall* pada campuran AC-WC menggunakan kulit kerang sebagai *filler* dengan KAO sebesar 6,3% memiliki nilai stabilitas sebesar 2.877 kg dan nilai *flow* sebesar 2,716 mm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *filler* kulit kerang dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran, namun nilai stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* rendah menunjukkan bahwa campuran memiliki perkerasan yang kaku dan akan bersifat *brittle* yang artinya memiliki kecenderungan menjadi mudah retak dan rapuh ketika mengalami beban atau deformasi.

Hasil pengujian campuran AC-WC dengan kulit kerang sebagai *filler* dapat digunakan untuk *runway* dan hasil desain tebal perkerasan *runway* yang dilakukan pada Bandara Nusawiru dengan metode FAA menggunakan *software* FAARFIELD mendapatkan tebal total sebesar 14 inci dengan rincian tebal *Surface Course* sebesar 4 inci, tebal *Base Course* sebesar 6 inci dan tebal *Subbase Course* sebesar 4 inci.

REFERENSI

- Agustian, K., Agusmaniza, R., & Syaifuddin, S. (2021). Evaluasi Karakteristik Campuran AC-BC menggunakan Abu Cangkang Kemiri sebagai Bahan Substitusi Filler terhadap Parameter Marshall. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 86-93.
- Al Madani, M. F. (2022). *Pengaruh Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Pengganti Filler Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC*. Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP), 3(1), 1166-1176.
- Bitu, L. G. (2019). *Studi Karakteristik Beton Aspal (AC-BC) Dengan Memanfaatkan Hasil Pembakaran Kulit Kerang Kima (Kima Crecea) Sebagai Filler*. *Jurnal MEDIA INOVASI Teknik Sipil Unidayan*, 8(2).

- Cahyadi, R., Sylviana, R., & Yulius, E. (2015). Perbandingan nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang dengan Abu Batu pada Campuran Beton Aspal. *RESULTAN: Jurnal Kajian Teknologi*, 15(2), 1-12.
- Debataraja, S. M. T., & Sihite, N. (2023). Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Polyethylene Terephthalate (Pet) Terhadap Daya Lekat Campuran Laston Lapis Ac-Wc. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(1), 1-15.
- Kariyanti, K., & Khairiyah, Z. (2019). Musim Pemijahan dan Kebiasaan Makan Kerang Simpson (Placuna placenta Linnaeus, 1758) di Perairan Makassar. *OCTOPUS: JURNAL ILMU PERIKANAN*, 8(1), 27-32.
- Kusdiyono, K., Supriyadi, S., Mulyono, T., & Sukoyo, S. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis Thermosetting Terhadap Parameter Marshall Laston AC-WC. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24(2), 166-179.
- Lamtiar, S., & Utama, R. W. J. (2023). Evaluasi Kekesatan Runway 06/24 Menggunakan Alat Skiddometer di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta Dalam Upaya Peningkatan Pembelajaran Pemeliharaan Prasarana Sisi Udara Bandar Udara. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 6(2), 131-142.
- Lubis, R. W., Yani, M., Gunawan, S., & Pulungan, I. W. (2022, July). Analisa Respon Mekanik Material Polimer Komposit Diperkuat Serat Tkks Dan Filter Rokok Akibat Beban Statik. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 5, No. 1, pp. 151-154).
- Nainggolan, H. C. (2021). Evaluasi Rute Penerbangan Pesawat Udara dalam Meningkatkan Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Bandara Silangit, Kabupaten Tapanuli Utara. *Jurnal Akademi Pariwisata Medan*, 9(1), 53-67.
- Nayan, A., & Hafli, T. (2022). Analisa Struktur Mikro Material Komposit Polimer Berpenguat Serbuk Cangkang Kerang. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 6(1), 15-24.
- Putra, A., Mulyono, T., & Chrisnawati, Y. (2020). Kajian parameter marshall dengan menggunakan limbah serbuk kerang hijau sebagai filler campuran lapis aspal beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 1-8.
- Safitri, K. S. N. (2022). Analisis Kelayakan Fasilitas Unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran (Pkp-Pk) Di Bandar Udara Dewandaru Karimunjawa. *Jurnal Publikasi Manajemen Informatika*, 1(3), 95-101.

- Sari, K. N. I., Maliki, A., & Suharso, A. B. K. (2022). Pemanfaatan campuran limbah karet ban dengan filler abu kerang simping pada aspal beton. *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 10(1), 025-034.
- Suryanto, S., & Nurokhman, N. (2022). Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yogyakarta International Airport. *CivETech*, 4(1), 59-72.
- Situngkir, K. W., & Amin, M. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Ldpe Sebagai Bahan Substitusi Aspal Pada Perkerasan Lentur Landas Pacu. *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(1), 56-62.
- Ubaidillah, M., & Sholichin, I. (2023). Pengaruh Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton AC-WC. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 8321-8332.
- Utami, A. A., Wonga, G., & Zahrudin, Z. (2020). Customer Satisfaction Index Pengguna Bus Transjakarta (Study Kasus Koridor 7 Kampung Rambutan Kampung Melayu). *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, 6(4), 312-329.