

Kajian Nilai CBR Tanah Dasar Landasan Pacu Pesawat dengan Pengujian CBR Lapangan

Muhammad Yunus^{1*}, Nurul Muhlisah², Catur Wicaksono³, Fahira Aditya⁴

^{1,2,3,4} Program Studi D3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak
Jalan Imam Bonjol Atas Air Merah Kampung Tanama, Kabupaten Fakfak

Submitted : 17, Juli, 2023;

Accepted: 28, April, 2024

Abstrak

Salah satu faktor yang sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan perkerasan landasan pacu bandar udara adalah daya dukung tanah dasar yang baik. Daya dukung tanah dasar pada perkerasan struktur landasan pacu menggunakan parameter berupa nilai CBR. Dalam menentukan daya dukung tanah dasar ini, salah satu metode pengujian yang banyak digunakan yaitu dengan metode pengujian CBR lapangan. Metode ini dipilih karena memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan metode yang lain. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan dan menganalisis nilai CBR tanah dasar pada pembangunan landasan pacu Bandar Udara Siboru melalui pengujian CBR lapangan. Dalam penelitian diambil sampel sepanjang 500 m dengan jumlah titik pengujian sebanyak 10 titik. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada ASTM D4229 – 09 dan SNI 1738:2011. Dari hasil penelitian di peroleh nilai CBR tanah dasar terendah sebesar 12,02% dan nilai CBR tertinggi sebesar 24,40%. Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan evaluasi nilai CBR bahwa tanah dasar memiliki kategori *high* (A) dengan interval nilai $CBR \geq 13\%$ pada 8 titik pengujian dan kategori *medium* (B) dengan interval nilai $8\% < CBR < 13\%$ pada 2 titik pengujian.

Kata Kunci : daya dukung tanah; landasan pacu; tanah dasar; uji CBR lapangan

Abstract

One of the most important factors to keep in mind in the planning of the construction of an airfield runway is the quality of the subgrade bearing capacity. The subgrade bearing capacity in the construction of the runway uses the parameter value of CBR. In determining the subgrade bearing capacity, one of the test methods that is widely used is the field CBR testing method. This method was chosen because it has a higher degree of accuracy than other methods. The purpose of this research is to determine and evaluate the value of the CBR subgrade during the construction of the Siboru Airport runway through field CBR testing. In this study, samples were taken 500 meters long with a total of 10 test points. The test method used refers to ASTM D4229-09 and SNI 1738:2011. From the research results, the lowest CBR value of the subgrade was 12,02% and the highest CBR value was 24,40%. The results of the analysis and evaluation of the CBR

* Corresponding author e-mail : muhammadyunus@polinef.id

Another author email : nurul_muhlisah@polinef.id

Another author email : Chaturwcksn@gmail.com

Another author email : fahiramsd18@gmail.com

value show that the subgrade has a high category (A) with a CBR value interval of $\geq 13\%$ at 8 test points and a medium category (B) with a CBR value interval of $8\% < CBR < 13\%$ at 2 test points.

Keywords : *bearing capacity; runway; subgrade; field CBR testing*

A. PENDAHULUAN

Bandar udara adalah area di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang berfungsi sebagai lokasi pendaratan dan lepas landas pesawat udara, menaikkan dan menurunkan penumpang, memuat dan membongkar barang, serta sebagai titik perpindahan intra dan antarmoda transportasi. Area ini dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas utama dan penunjang lainnya (Seto, G. A., dkk., 2023).

Peningkatan kebutuhan jumlah penumpang berdampak pada meningkatnya lalu lintas di bandara. Kepadatan penumpang ini memerlukan pesawat dengan kapasitas besar untuk mengangkut penumpang dalam jumlah banyak. Sementara itu, pesawat dengan kapasitas angkut besar memerlukan landasan pacu yang panjang dan lapisan perkerasan yang memadai (Zulfhazli, dkk., 2019).

Konstruksi landasan pacu bandar udara memanfaatkan kekuatan daya dukung tanah asli sebagai bahan tanah dasar (*subgrade*) (Apriana, F., dkk., 2017). Untuk mengetahui kualitas *subgrade*, uji CBR (*California Bearing Ratio*) biasanya digunakan (Laili, A. P., dkk., 2022). Perencanaan perkerasan timbunan landasan pacu (*runway*) didasarkan pada nilai CBR (FAA, 2021). Nilai CBR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa nilai tanah dasar lebih tinggi (Das, B. M., 2010). Konstruksi landasan pacu bandar udara akan mengalami kerusakan jika daya dukung tanah asli rendah (kepadatan kering CBR). Dengan melakukan

pemadatan pada tanah, nilai CBR dapat ditingkatkan. Dalam pelaksanaannya, pemadatan mengacu pada kadar air ideal (*Optimum Moisture Content*) dan berat isi kering maksimum (*Maximum Dry Density*) (Basuki, H., 1984). Setelah uji pemadatan di laboratorium dengan metode proctor konvensional terhadap tanah asli, jika nilai CBRnya tidak memenuhi daya dukung yang diperlukan, maka tanah harus dicampur atau digantikan dengan tanah yang memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang lebih tinggi (Hardiyatmo, H. C., 2019).

Salah satu faktor penting dalam perencanaan perkerasan landasan pacu (*runway*) adalah mengetahui daya dukung tanah dasarnya. Bila perkerasan landasan pacu tidak mempunyai kekuatan tanah dasar yang baik dan juga tebal perkerasan yang direncanakan tidak sesuai dengan kondisi tanah dasarnya, maka landasan pacu tersebut akan mudah mengalami kerusakan. Untuk menilai kekuatan tanah dasar pada perkerasan struktur landasan pacu digunakanlah parameter berupa nilai CBR (*California Bearing Ratio*) (Basuki, H., 1984).

Dalam menentukan kekuatan tanah dasar, pengujian yang dilakukan yaitu dengan cara CBR lapangan. Untuk melakukan evaluasi kekuatan tanah dasar, metode pengujian ini merupakan salah satu metode yang cukup sulit dan membutuhkan biaya yang relatif besar. Metode CBR lapangan dipilih karena memiliki keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) (Laili, A. P., dkk., 2022). Kabupaten Fakfak merupakan

salah satu entitas administratif di bawah yurisdiksi Provinsi Papua Barat. Pusat pemerintahan terletak pada koordinat geografis 131°30' - 138°40' BT dan 2°25' - 4° LS di wilayah Kabupaten Fakfak. Kabupaten Fakfak memiliki populasi sebanyak 89.015 jiwa. Kabupaten ini dihubungkan oleh dua jalur transportasi utama, yaitu melalui transportasi udara dan laut. Pada tahun 2003, luas lahan di Kabupaten Fakfak terbagi untuk berbagai area, di mana sekitar 722,52 hektar lahan digunakan untuk perumahan dan pemukiman; 6274,58 hektar untuk sector jasa dan perkantoran, 9,9 hektar untuk area ladang dan tegalan, dan sisanya diperuntukkan untuk keperluan lainnya (Badan Pusat Statistik, 2021).

Pemerintah Kabupaten Fakfak menghibahkan tanah seluas 700.000 m² di Kampung Siboru, Distrik Wartutin, Kabupaten Fakfak. Tanah ini akan digunakan untuk membangun bandar udara baru di Siboru, di mana UPBU Torea Fakfak saat ini berfungsi sebagai akses ke Fakfak (Yunus, M., dkk., 2022). Bandar Udara Torea melayani penerbangan dengan menggunakan pesawat tipe ATR 72 dan memiliki dimensi landasan pacu sepanjang 1200 meter dengan lebar 30 meter. Area apron memiliki ukuran 70 meter × 120 meter, sementara *taxiway* memiliki lebar 19 meter (Yunus, M., & Tuhepaly, R. S., 2021). Sejak tahun 2020, pemerintah telah melaksanakan proyek pembangunan bandara baru di wilayah Siboru, dengan tujuan untuk meningkatkan jaringan transportasi udara di wilayah Provinsi Papua Barat. Saat ini, kemajuan pekerjaan konstruksi bandara Siboru sudah mencapai 70% dan dijadwalkan akan diselesaikan pada akhir tahun 2022. Kehadiran bandara Siboru diharapkan akan membuka peluang konektivitas antara berbagai daerah, termasuk Kabupaten Fakfak, sehingga dapat memicu pertumbuhan sektor

pariwisata baru. Selain itu, bandara ini diharapkan juga dapat meningkatkan mobilitas manusia dan pengiriman barang dengan lebih lancar dan efisien.

Bandar udara Siboru di Kabupaten Fakfak sedang dibangun, dengan panjang landasan pacu sepanjang 1.600 meter dan direncanakan akan digunakan pesawat dengan jenis ATR 72. Lokasi bandara pada beberapa titik berada di tengah hutan dan titik lainnya berdekatan dengan kebun masyarakat. Proyek pembangunan bandar udara Siboru Fakfak telah dikerjakan sejak tahun 2020. Namun baru dilakukannya pembukaan trase landasan pacu dan hingga saat penelitian ini dilakukan, trase landasan pacu nya masih berupa tanah asli dan belum dilakukan perkerasan.

Tujuan dari penelitian adalah :

1. Menentukan nilai CBR *subgrade* pada pembangunan landasan pacu bandar udara Siboru Kabupaten Fakfak melalui pengujian CBR lapangan.
2. Mengevaluasi nilai CBR tanah dasar (*subgrade*) pada pembangunan landasan pacu bandar udara Siboru Fakfak melalui pengujian CBR lapangan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Fungsi Bandar Udara

Bandar udara berfungsi sebagai tempat penyelenggaraan kegiatan pemerintah ataupun bisnis (Horonjeff, R., dkk., 2010).

Bandar udara adalah tempat penyelenggaraan pemerintah dan berfungsi sebagai unit kerja pemerintah untuk menjalankan tugas dan fungsinya terhadap masyarakat sesuai peraturan perundang-undangan, seperti:

- a. Penggunaan kegiatan penerbangan
- b. Kepabeanan
- c. Keimigrasian
- d. Kekarantinaan

2. Landasan Pacu (*Runway*)

Runway atau yang umumnya disebut landasan pacu, adalah area berbentuk persegi panjang di bandar udara di daratan atau perairan yang berfungsi terhadap kegiatan pendaratan maupun lepas landas pesawat. Dalam kebanyakan kasus, komponen dasar landasan pacu bandara mempunyai lapisan perkerasan yang secara struktural memadai untuk menopang beban pesawat yang dilayani. Lapisan perkerasan ini ditandai oleh kode arah dan derajat, serta garis-garis serupa zebra di ujung landasan. Garis-garis tersebut menandakan titik pesawat menyentuh landasan saat mendarat dan tinggal landas saat lepas landas. Desain landasan pacu ditunjukkan pada gambar 1.

Alternatif untuk mencegah kemungkinan aspal meleleh saat pesawat lepas landas dengan mesin pada kekuatan maksimum, beberapa landasan pacu menggunakan lapisan beton sebagai pengganti aspal. Penggunaan aspal alam lebih sesuai untuk landasan dengan perkerasan fleksibel daripada aspal sintetis yang lebih sensitif terhadap suhu tinggi dan tekanan, terutama akibat paparan sinar matahari dan panas dari semburan gas mesin pesawat.



Gambar 1. Desain landasan pacu

3. Klasifikasi landasan pacu

Landasan pacu umumnya dilapisi dengan aspal jenis *hotmix* yang diidentifikasi oleh kode arah dan sudut. Terdapat pula garis-garis yang

menyerupai *zebra cross* di ujung landasan, mereduksi ke tengah untuk menandai titik *touch down* dan *take-off* pesawat. Beberapa ujung landasan menggunakan beton sebagai pencegah aspal meleleh saat pesawat lepas landas dengan tenaga penuh. Klasifikasi landasan pacu ditentukan oleh kelengkapan peralatan navigasi penerbangan di bandar udara, antara lain:

- Instrument precision*: alat navigasi landasan pacu yang mengintegrasikan alat pendaratan visual dan *Landing System*
- Instrument non precision*: alat navigasi landasan pacu yang mencakup alat pendaratan visual dan *Doppler Very High Frequency Directional Omni Range* (DVOR).
- Non instrument*: alat navigasi landasan pacu yang melibatkan *Non Directional Beacon* (NDB).

Dimensi landasan pacu sebagai berikut :

- Code number 1*: Landasan pacu berukuran kurang dari 800 meter.
- Code number 2*: Panjang landasan pacu tidak lebih dari 1.200 meter tetapi tidak lebih dari 800 meter.
- Code number 3*: Panjang landasan pacu tidak lebih dari 1.800 meter tetapi tidak lebih dari 1.200 meter.
- Code number 4*: Panjang landasan pacu tidak lebih dari 1.900 meter, tetapi lebih dari 1.800 meter.
- Code number 5*: Panjang landasan pacu berkisar antara 1.900 meter dan 4.200 meter.

4. *California Bearing Ratio* (CBR)

CBR merupakan metode pengujian daya dukung tanah yang awalnya dikembangkan oleh *California State Highway Department*. Uji CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan dengan bahan standar, yang

dilakukan pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (Pratomo, L. J., & Amperawan, S. L., 2020). Pendekatan ini memungkinkan penilaian terhadap kekuatan lapisan tanah dasar (*subgrade*) serta bahan lain yang digunakan dalam konstruksi perkerasan (Setiawan, B., dkk., 2022). Kategori *subgrade* pada perencanaan konstruksi landasan pacu (*runway*) merujuk pada Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, (2015) tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan

Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (*Advisory Circular CASR Part 139-24*) Pedoman Perhitungan PCN (*Pavement Classification Number*) Perkerasan Prasarana Bandar Udara ditunjukkan pada tabel 1.

Kekuatan tanah diuji dengan CBR sesuai dengan SNI 1744:2012. Nilai kekuatan tanah ini digunakan sebagai referensi untuk menentukan apakah stabilisasi diperlukan atau tidak setelah dibandingkan dengan yang disyaratkan dalam spesifikasinya.

Tabel 1. Kategori daya dukung *subgrade* konstruksi perkerasan lentur

No	Kategori <i>Subgrade</i>	Nilai CBR <i>Subgrade</i> (%)	Interval Nilai CBR <i>Subgrade</i> (%)	Kode
1.	<i>High</i>	15	$\text{CBR} \geq 13$	A
2.	<i>Medium</i>	10	$8 < \text{CBR} < 13$	B
3.	<i>Low</i>	6	$4 < \text{CBR} \leq 8$	C
4.	<i>Ultra Low</i>	3	$\text{CBR} \leq 4$	D

(Sumber : Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2015)

Jenis jenis pengujian yang dapat menentukan nilai CBR sebagai berikut:

- a. *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) merupakan suatu pengujian yang cepat untuk mendapatkan nilai CBR. DCP terdiri dari konus didasar dari batang vertikal. Sebuah palu diangkat dan dijatuhkan secara berulang-ulang kedalam perangkat pada setengah tinggi batang untuk menghasilkan pukulan yang standar (Afrida, M. F. D., & Harnaeni, S. R., 2023). Alat DCP ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Alat DCP

- b. CBR laboratorium merupakan alat pengujian yang berfungsi menentukan nilai CBR di laboratorium dengan alat yang berbeda lebih mudah dari pada pengujian CBR lapangan. Alat CBR Laboratorium ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Alat CBR Laboratorium

- c. CBR lapangan merupakan alat pengujian yang berfungsi menentukan nilai CBR di lapangan dengan alat yang berbeda dengan

CBR laboratorium, pengujian ini lebih sulit karena membutuhkan alat berat seperti *excavator*. Berdasarkan hasil pengujian di lapangan, kemudian data diolah untuk mengetahui nilai CBR tanahnya. Rumus nilai CBR lapangan merujuk pada ASTM D4429-09 (2009), yaitu:

1) Penetrasi 0,1:

$$CBR = \frac{Lbs}{3 \times 1000} \times 100\% = a \quad (1)$$

2) Penetrasi 0,2:

$$CBR = \frac{Lbs}{3 \times 1500} \times 100\% = b \quad (2)$$

Alat pengujian CBR lapangan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Alat CBR lapangan

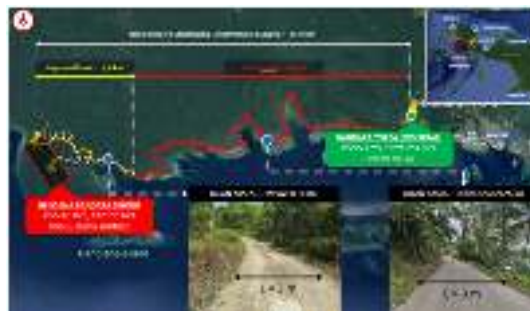
C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental berupa pengujian di lapangan untuk menentukan dan mengevaluasi nilai CBR tanah dasar pada pembangunan landasan pacu pesawat bandar udara Siboru di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat.

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi pembangunan Bandar Udara Siboru di Distrik Wartutin, Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat dengan jarak tempuh dari Bandar Udara Torea ke

lokasi Bandara Udara Siboru sepanjang 35,6 km dengan lebar ruas jalan 3 m. Jarak Bandar Udara Torea ke lokasi penelitian Bandar Udara Siboru ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Lokasi penelitian

2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipergunakan pada penelitian adalah :

- Dongkrak CBR mekanis 10 ton yang dilengkapi dengan kepala putar.
- Kapasitas cincin penguji 1,5 ton (3000 lbs), 3 ton (6000 lbs), atau 5 ton (10.000 lbs) atau sesuai kebutuhan pengujian.
- Torak penetrasi, pipa, dan pipa dengan penyambung.
- Arloji penunjang penetrasi (*dial gauge*), digunakan untuk mengukur penetrasi dengan ketelitian 0,01 mm dan panjangnya kurang dari 2,5 meter.
- Keping beban (plat besi) dengan garis tengah 25 cm dan lubang di tengahnya memiliki berat +/- 5 kg. Jika diperlukan, beban tambahan seberat 2,5 kg dapat ditambahkan.
- Sebuah truk yang dibebani untuk memenuhi kebutuhan atau alat berat lainnya (seperti *bulldozer*, *excavator*, *vibro*, dll.) yang dapat dipasang dongkrak CBR mekanis di bawahnya.
- Satu set alat tulis yang digunakan untuk menulis hasil pengujian CBR di lapangan.
- Form CBR lapangan.

3. Teknik Sampling

Penelitian ini dilaksanakan pada pembangunan landasan pacu (*runway*) bandar udara Siboru dengan panjang landasan pacu (*runway*) yang diuji sepanjang 500 m dengan jarak titik pengujian 50 m. Lokasi titik pengujian dimulai dari titik STA. 0+250 sampai titik STA. 0+700 dengan jumlah titik pengujian sebanyak 10 titik disesuaikan dengan panjang landasan pacu yang dikonstruksi pada tahun 2022. Pengujian dilaksanakan di bagian tengah, kanan, dan kiri landasan pacu (*runway*). Detail titik lokasi pengujian dapat dilihat pada

tabel 2 dan gambar *layout* rencana titik pengujian ditunjukkan pada gambar 6.

Tabel 2. Detail titik lokasi pengujian

No.	Titik Pengujian	Jumlah Pengujian	Jarak (m)
1.	STA. 0+250 CL	1	50
2.	STA. 0+300 R	1	50
3.	STA. 0+350 L	1	50
4.	STA. 0+400 CL	1	50
5.	STA. 0+450 R	1	50
6.	STA. 0+500 L	1	50
7.	STA. 0+550 CL	1	50
8.	STA. 0+600 R	1	50
9.	STA. 0+650 L	1	50
10.	STA. 0+700 CL	1	50



Gambar 6. *Layout* rencana titik pengujian

4. Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian terdiri dari :

- Alat berat seperti truk diposisikan sehingga dongkrak CBR mekanis dapat dipasang tepat di atas lokasi titik pengujian.
- Setelah itu, roda belakang diposisikan sejajar dengan permukaan tanah yang akan diuji.
- Truk atau alat berat didongkrak supaya berat per kendaraan tidak lagi ditahan.
- Piston penetrasi berada 1 atau 2 cm dari permukaan yang akan diuji setelah dongkrak CBR mekanis dan peralatan lainnya dirangkai.
- Pastikan bahwa semua peralatan pengujian berada dalam posisi stabil, vertikal, sentris, dan kokoh serta tepat di tempatnya
- Arloji pengukur penetrasi (*dial gauge*) dipasang pada piston penetrasi sehingga jarum pada dial penetrasi menempel pada plat baja atau keping beban.
- Beban awal 5 kg (10 Lbs) diberikan setelah piston penetrasi diturunkan. Jika diperlukan, beban tambahan dapat digunakan.
- Baik cincin penguji (*proving ring*) maupun arloji pengukur penetrasi (*dial gauge*) diatur untuk menunjukkan angka nol.

- i. Agar kecepatan penetrasi mendekati kecepatan tetap 1,25 mm (0,05") per menit, tekanan ditambahkan secara bertahap.
- j. Pembacaan beban dicatat pada penetrasi (SNI 1738:2011) ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pembacaan beban penetrasi

Waktu (detik)	Penetrasi	
	mm	inch
15	32	0,0125
30	64	0,025
60	127	0,050
90	191	0,075
120	254	0,100
180	381	0,150
240	508	0,200

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian CBR lapangan yang dilaksanakan pada pembangunan landasan pacu (*runway*) Bandar Udara Siboru sebanyak 10 titik di peroleh hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

1. Penentuan Nilai CBR Berdasarkan Pengujian Lapangan

Analisis penentuan nilai CBR berdasarkan hasil pengujian CBR di lapangan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2) serta untuk contoh perhitungan diberikan pada titik STA

0+300. Adapun grafik penentuan nilai CBR ditunjukkan pada gambar 7.

Tabel 3. Hasil pengujian CBR lapangan

No.	Titik Pengujian	Nilai CBR	Nilai CBR
		Penetrasi 0,1 (%)	Penetrasi 0,2 (%)
1.	STA 0+250	24,40	30,18
2.	STA 0+300	13,44	16,27
3.	STA 0+350	16,27	20,04
4.	STA 0+400	12,02	16,03
5.	STA 0+450	12,73	15,33
6.	STA 0+500	15,92	18,86
7.	STA 0+550	15,92	19,81
8.	STA 0+600	13,09	16,03
9.	STA 0+650	14,15	15,80
10.	STA 0+700	13,44	13,68

Diketahui :

Nilai kalibrasi alat = 10,61

Pembacaan dial 0,1 = 38,0 mm

Pembacaan dial 0,2 = 69,0 mm

Penyelesaian :

a. Penetrasi 0,1 :

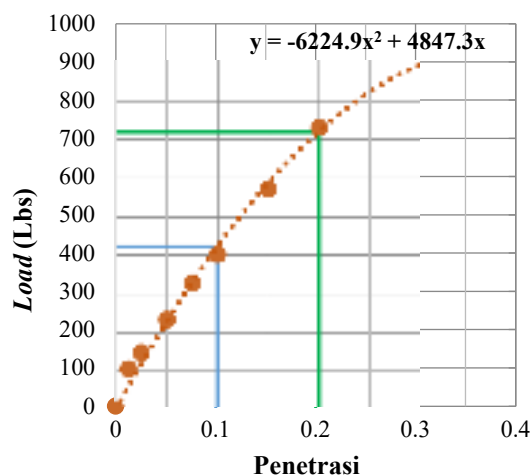
Kalibrasi alat = $38,0 \times 10,61$
 = 403,2

$$CBR = \frac{403,2}{3 \times 1000} \times 100\% = 13,44\%$$

b. Penetrasi 0,2 :

Kalibrasi alat = $69,0 \times 10,61$
 = 732,1

$$CBR = \frac{732,1}{3 \times 1500} \times 100\% = 16,27\%$$



Gambar 7. Grafik penentuan nilai CBR

2. Evaluasi Nilai CBR dari Hasil Pengujian Lapangan

Dari hasil pengujian CBR lapangan dan hasil analisis nilai CBR tiap titik pengujian, dilakukan evaluasi sesuai dengan kategori nilai CBR ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 8.

Dari gambar 8 terlihat bahwa nilai CBR terbesar diperoleh pada titik pengujian STA 0+250 dengan nilai CBR yang diperoleh sebesar 24,40% dengan interval nilai $\text{CBR} \geq 13$, sehingga kategori *subgrade* termasuk ke dalam kategori *subgrade High* (A). Untuk nilai CBR terkecil diperoleh pada titik pengujian STA 0+400 dengan nilai CBR yang diperoleh sebesar 12,02% dan interval nilai $8 < \text{CBR} < 13$ sehingga kategori *subgrade* termasuk ke dalam kategori *subgrade medium* (B). Sedangkan untuk nilai CBR rata-rata diperoleh nilai CBR sebesar 15,138%

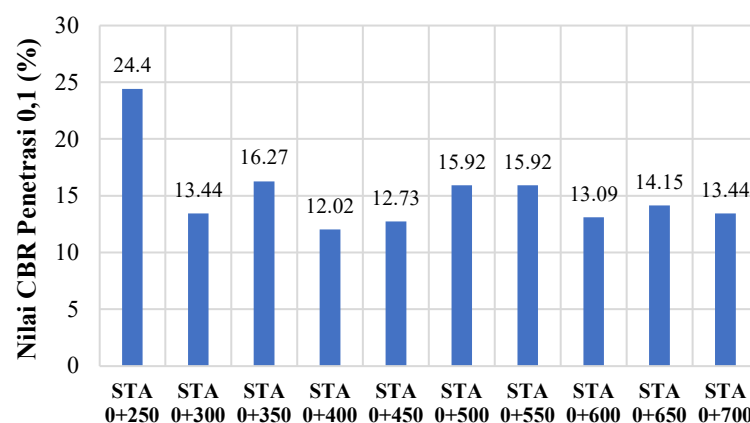
dengan interval nilai $\text{CBR} \geq 13$ sehingga kategori *subgrade* termasuk ke dalam kategori *subgrade high* (A).

Setelah kategori *subgrade* dievaluasi sesuai dengan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis data, maka dibuat hubungan antara kategori *subgrade* dengan jumlah titik pengujian ditunjukkan pada gambar 9.

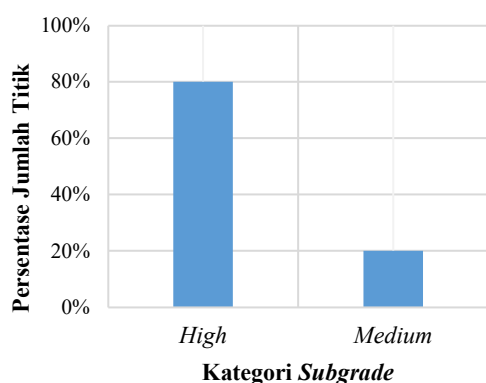
Dari gambar 9 terlihat bahwa jumlah titik pengujian dengan kategori *subgrade high* (A) sebanyak 8 titik atau persentase sebesar 80% masing-masing pada STA 0+250, STA 0+300, STA 0+350, STA 0+500, STA 0+550, STA 0+600, STA 0+650, STA 0+700. Sedangkan yang termasuk ke dalam kategori *subgrade medium* (B) sebanyak 2 titik pengujian atau persentase sebesar 20% yaitu pada titik pengujian STA 0+400 dan STA 0+450.

Tabel 4. Hasil evaluasi kategori *subgrade* sesuai nilai CBR

No.	Titik Pengujian	Nilai CBR Penetrasi 0,1 (%)	Kategori Subgrade	Kode
1.	STA 0+250	24,40	High	A
2.	STA 0+300	13,44	High	A
3.	STA 0+350	16,27	High	A
4.	STA 0+400	12,02	Medium	B
5.	STA 0+450	12,73	Medium	B
6.	STA 0+500	15,92	High	A
7.	STA 0+550	15,92	High	A
8.	STA 0+600	13,09	High	A
9.	STA 0+650	14,15	High	A
10.	STA 0+700	13,44	High	A



Gambar 8. Grafik hasil pengujian CBR lapangan



Gambar 9. Hubungan kategori *subgrade* dan jumlah titik pengujian

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai CBR tanah dasar (*subgrade*) yang diperoleh lebih dari 6%, telah memenuhi persyaratan sesuai standar (Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2015) dan dapat menjadi parameter utama dalam merencanakan jenis dan ketebalan perkerasan dari landasan pacu pesawat bandar udara Siboru. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada landasan pacu pesawat Bandar Udara Tanjung Warukin Kalimantan Selatan (Pratomo, L. J., & Amperawan, S. L., 2020) dan landasan pacu pesawat Bandar Udara Matahora Wakatobi Sulawesi Tenggara (Prayuda, I. G. W., dkk., 2023).

E. KESIMPULAN

Hasil pengujian CBR sebanyak 10 titik pengujian diperoleh nilai CBR pada masing-masing titik dengan nilai masing-masing pada STA 0+250 = 24,40%, STA 0+300 = 13,44%, STA 0+350 = 16,27%, STA 0+400 = 12,02%, STA 0+450 = 12,73%, STA 0+500 = 15,92%, STA 0+550 = 15,92%, STA 0+600 = 13,09%, STA 0+650 = 14,15%, STA 0+700 = 13,44%. Sedangkan dari hasil evaluasi nilai CBR terbesar diperoleh pada titik pengujian STA 0+250 dengan nilai CBR yang diperoleh sebesar 24,40% dengan interval nilai $CBR \geq 13$, sehingga

kategori *subgrade* termasuk ke dalam kategori *subgrade high* (A). Untuk nilai CBR terkecil diperoleh pada titik pengujian STA 0+400 dengan nilai CBR yang diperoleh sebesar 12,02% dan interval nilai $8 < CBR < 13$ sehingga kategori *subgrade* termasuk ke dalam kategori *subgrade medium* (B). Untuk persentase jumlah titik pengujian yang termasuk kategori *subgrade high* (A) sebesar 80%, sedangkan persentase jumlah titik pengujian yang termasuk kategori *subgrade medium* (B) sebesar 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrida, M. F. D., & Harnaeni, S. R. (2023). Analisa Nilai Kepadatan Tanah Dasar (*Subgrade*) dengan Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Pekerjaan Akses Jalan Bandara Internasional Dhoho Kediri. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*.
- Apriana, F., Jansen, F., & Elisabeth, L. M. (2017). Perencanaan Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Mutiara Sis Al-Jufri Di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Sipil Statik*, 5(6), 345-356.
- ASTM D4429-09. (2009). *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 1738:2011 Cara Uji CBR (California Bearing Ratio) Lapangan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1744:2012 Metode Uji CBR Laboratorium*.
- Basuki, H. (1984). *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. Alumni, Bandung.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Kabupaten Fakfak Dalam Angka* (Vol. 2012).

- Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*, Cengage Learning, Stamford, USA.
- Federal Aviation Administration (FAA). (2021). AC 150/5320-6G, Airport Pavement Design and Evaluation. *US Department of Transportation, January*, 1–195.
- Hardiyatmo, H. C. (2019). *Mekanika Tanah I*, Edisi Ketujuh, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Horonjeff, R., McKelvey, F. X., Sproule, W. J., & Young, S. B., (2010). *Planning and Design of Airports*, Fifth Edition, The McGraw-Hill Companies, United States.
- Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2015). *Pedoman Teknik Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil, Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara. Kp 93 Tahun 2015*.
- Laili, A. P., Hasanuddin, A., & Wicaksono, L. A. (2022). Perbandingan Tebal Perkerasan Menggunakan Nilai CBR Laboratorium dan CBR Lapangan (DCP) (JLS Jarit-Puger). *Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(1), 11–28.
- Pratomo, L. J., & Schipper, L. A., (2020). Analisa Daya Dukung Tanah Dasar dan Perkerasan Landasan Pacu dengan Adanya Peningkatan Kapasitas Pelayanan Pesawat (Studi Kasus Bandar Udara Tanjung Warukin Kalimantan Selatan). *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 1(1), 27–44.
- Prayuda, I. G. W., Arsyad, L. O. M. N., & Soeparyanto, T. S. (2023). Analisis Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Matahora Wakatobi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Media Konstruksi*, 8(1), 9-16.
- Setiawan, B., Martua Sihombing, S., & Darmiyanti, L. (2022). Analisis Peningkatan Tebal Perkerasan Runway di Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna. *Jurnal Sipil Krisna*, 8(1), 21-31.
- Seto, G. A., Muhamad, L. O., Arsyad, N., & Soeparyanto, S. (2023). Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (Runway, Taxiway, Apron) Bandara Matahora Kabupaten Wakatobi dengan Metode Perbandingan ACN-PCN. *Jurnal Media Konstruksi*, 8(4), 205-212.
- Yasrudin. (2012). Perencanaan Struktur Perkerasan Landasan Pacu Bandar Udara Syamsuddin Noor. *Info-Teknik*, 13(2), 173–191.
- Yunus, M., Tuhepaly, R. S. S., Sarifuddin, & Hasmi, W. (2022). Analisis Kelayakan Dimensi Landasan Pacu Bandar Udara Torea di Kabupaten Fakfak Propinsi Papua Barat. *Teras Jurnal*, 12(1), 45-56.
- Yunus, M., & Tuhepaly, R. S. (2021). Feasibility Analysis of Runway, Taxiway and Apron Dimensions of Torea Airport in Fakfak Regency, West Papua Province. *EPI International Journal of Engineering*, 4(2), 168–175.
- Zulfhazli, Hamzani, & Pratama, P. (2018). Analisis Tebal dan Panjang Landasan Pacu Bandara International Sultan Iskandar Muda Blang Bintang. *Teras Jurnal*, 8(2), 455-463.



© 2024 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)