

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perbaikan Tanah (*Ground Improvement*)

Perbaikan tanah dilakukan untuk meningkatkan karakteristik tanah secara permanen dan memiliki karakteristik kompresibilitas (penurunan yang disebabkan oleh beban di atasnya), permeabilitas, daya dukung, dan atau ketahanan likuifaksi (perubahan material padat) sesuai yang diharapkan. Perbaikan tanah dilakukan jika termasuk dalam salah satu hal berikut.

1. Tanah berpotensi likuifaksi.
2. Tanah berpotensi mengalami penyebaran.
3. Terdapat potensi perbedaan *settlement* yang sangat besar.
4. Terdapat potensi *settlement* total yang tidak dapat ditoleransi.

Metode perbaikan tanah (*ground improvement*) yang digunakan dalam Proyek Pembangunan Bandara Internasional Dhoho Kediri, Jawa Timur ada beberapa jenis diantaranya yaitu *bored pile* (*soldier pile*, *raised pile*, dan CFG) dan *stone column*. Pada area *under pavement* atau *structural* menggunakan *stone column* dikarenakan jenis tanah pada area tersebut adalah tanah lanau sehingga cocok digunakan perbaikan tanah dengan *stone column* yang fungsinya untuk meningkatkan sifat tanah, mengurangi penurunan total, dan ketahanan terhadap likuifaksi, sedangkan pada area MSE *Wall* menggunakan perbaikan tanah *bored pile* berupa *soldier pile*, *raised pile*, dan CFG (*Cement Fly-Ash Gravel*) sebagai perkuatan tanah dikarenakan pada area tersebut di atasnya terdapat dinding penahan tanah sehingga dibutuhkan perkuatan agar dapat menopang beban di atasnya (Tanah, 2020).

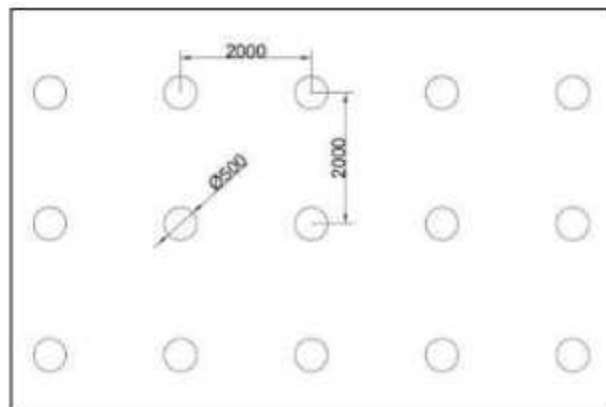
2.1.1. Metode Perbaikan Tanah pada Area *Under Pavement* atau *Structural*

Pada Proyek Pembangunan Bandara Internasional Dhoho Kediri ini khususnya pada area *settlement*, metode perbaikan tanah yang digunakan yaitu *stone column*.

1. *Stone Column*

Kondisi tanah pada Proyek Bandara Internasional Dhoho Kediri memiliki elevasi yang sangat bervariasi karena terletak pada area perbukitan. Hal ini menyebabkan pekerjaan *cut and fill* dapat ditimbun hingga 30 m. Kondisi tanah dasar pada lokasi proyek ini didominasi oleh lapisan lunak dengan nilai SPT 4-10. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan perencanaan perbaikan tanah dengan metode *stone column*.

Stone column adalah salah satu jenis metode perbaikan tanah dimana saat proses pengisian *stone column* dilakukan dengan pipa getar yang pada bagian atasnya terpasang vibrator. Pada bagian bawah pipa terdapat penutup yang dapat terbuka secara otomatis saat pipa dinaikkan dan tertutup saat pipa masuk ke tanah (SNI 8460-2017). Pola peletakan *stone column* pada proyek ini berbentuk persegi dengan jarak antar tiang sebesar 2 m dan diameter yang digunakan yaitu 0,5 m (**Gambar 2.1**).



(Sumber: *Stone Column Construction Method by SV*)

Gambar 2.1 Pola Peletakan Stone Column

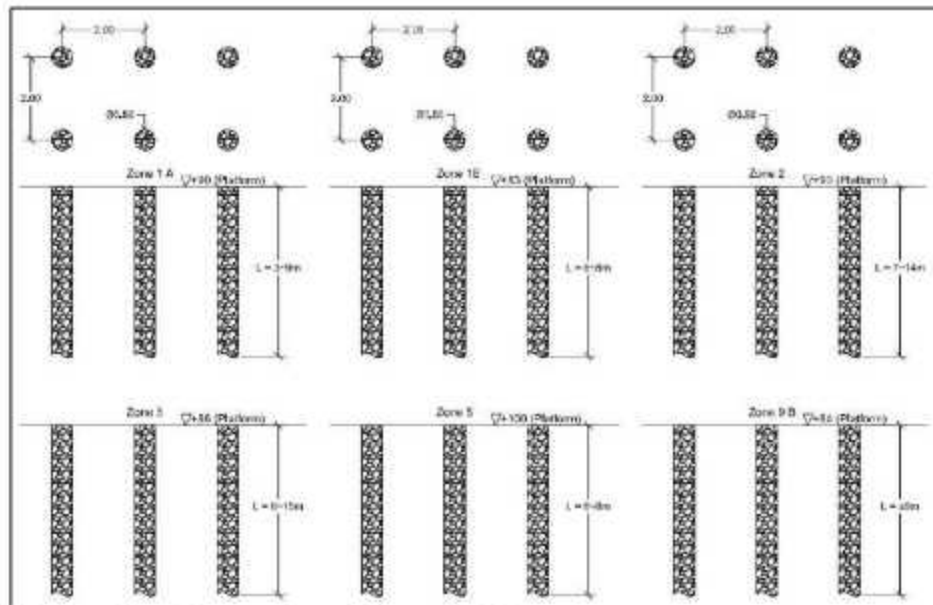
Stone column diisi dengan material yang telah ditentukan sebelumnya. Material pengisi *stone column* yaitu agregat dengan gradasi yang baik dengan ukuran butiran maksimal yaitu 3" (7,62 cm). Gradasi agregat yang digunakan pada *stone column* dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Distribusi Ukuran Material *Stone Column*

Sieve Number	Ukuran saringan [mm]	Persen Lolos [%]	
		Batas Bawah	Batas Atas
5"		100	100
3"	76.2	100	100
2"	50.8	67	100
1 1/2"	37.5	45	100
1"	25.4	20	85
3/4"	19	10	75
1/2"	12.5	0	60
3/8"	9.5		50
4	4.75		38
8	2.36		30
10	2		27
16	1.18		22
40	0.3		13
200	0.075		3
	0.001		0

(Sumber: *Stone Column Construction Method by SV*)

Kedalaman *stone column* pada setiap area *settlement* tidak sama antara area *settlement* yang satu dengan yang lainnya. Kedalaman ini disesuaikan dengan hasil investigasi tanah (SPT) yang telah dilakukan sebelumnya. Pekerjaan *stone column* ini dilakukan pada lapisan tanah dengan nilai SPT <14 dan pekerjaan ini akan dihentikan jika kondisi tanah pada kedalaman tertentu nilai SPTnya sudah mencapai 14. Variasi kedalaman *stone column* dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



(Sumber: Shop Drawing Stone Column by SV)

Gambar 2. 2 Kedalaman Stone Column Tiap Area

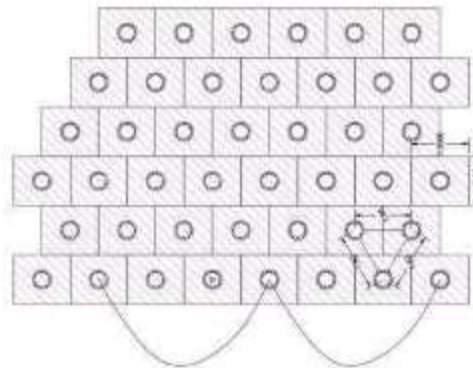
2.1.2. Metode Perbaikan Tanah pada Area MSE Wall

Pada area MSE Wall di Proyek Pembangunan Bandara Internasional Dhoho Kediri metode perbaikan tanah yang digunakan pada dasarnya yaitu *bored pile*. Namun, jenis *bored pile* yang digunakan ada bermacam-macam seperti *soldier pile*, *raised pile*, dan CFG.

1. Fondasi Bored Pile

Fondasi *bored pile* menjadi salah satu metode perbaikan tanah yang dilakukan pada Proyek Bandara Dhoho Kediri. Pada fondasi *bored pile* sebelum dilakukan pemasangan tulangan dilakukan pengeboran tanah terlebih dahulu, lalu tulangan dimasukkan ke dalam tanah tersebut, dan setelah itu dilakukan pengecoran. Pelaksanaan fondasi *bored pile* sendiri disesuaikan dengan jenis tanah, kondisi lapangan serta metode konstruksi yang terpilih. Pada proyek Bandara Internasional Dhoho Kediri *bored pile* digunakan pada area *under* MSEW dengan diameter 60 cm menggunakan susunan pemasangan segitiga dengan jarak 1,8 m dengan pola 1-0-0-1.

(Gambar 2.3)



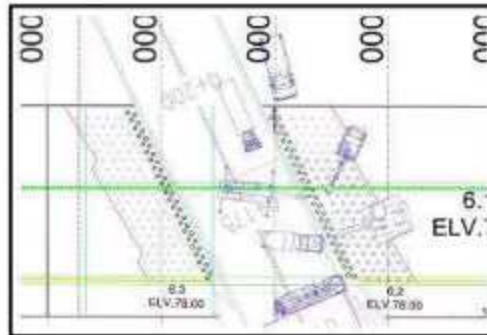
(Sumber: WMS MSE Wall Ground Improvement Construction Method of Bored Pile)

Gambar 2. 3 Pemasangan Fondasi Bored Pile

Pondasi bore pile memiliki 3 jenis macam, yaitu:

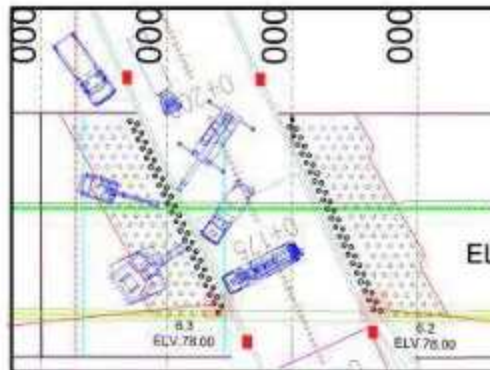
a. Fondasi *Soldier Pile*

Soldier pile tersusun dari rangkaian *bored pile*, *bored pile* ini dibuat dari beton yang kemudian dicor di tempat (*cast in situ*). *Soldier pile* ini berfungsi sebagai penahan gaya lateral dari tanah. Gaya lateral yang ditahan ini berasal dari tekanan tanah atau air, serta bangunan yang ada di sekitar *soldier pile*. Penggunaan *soldier pile* biasanya terdapat pada pembangunan *basement*, dinding terowongan, dan turap pada sungai. Pada proyek Bandara Internasional Doho Kediri *soldier pile* digunakan pada area MSEW Type 6.2 dan Type 6.3 khususnya pada daerah sekitar *box culvert charlie*. Pada proyek ini digunakan *soldier pile* dengan diameter 80 cm dan pola susunan 1-0-0-1 dengan jarak 1,6 m. *soldier pile* sendiri berfungsi sebagai dinding penahan *box culvert charlie* agar tidak mengalami gaya geser akibat gaya lateral yang dihasilkan dari dinding penahan tanah. Pada **Gambar 2.4** dan **Gambar 2.5** dijelaskan rencana posisi alat berat pada MSE Wall tipe 6.2 dan 6.3, dimana posisi tersebut menjadi patokan dalam melaksanakan pekerjaan *soldier pile*.



(Sumber: WMS MSE Wall Ground Improvement Construction Method of Soldier Pile for Type 6.2 and Type 6.3)

Gambar 2. 4 Rencana Posisi Alat Berat dan Soldier Pile pada MSEW Tipe 6.2



(Sumber: WMS MSE Wall Ground Improvement Construction Method of Soldier Pile for Type 6.2 and Type 6.3)

Gambar 2. 5 Rencana Posisi Alat Berat dan Soldier Pile pada MSEW Tipe 6.3

Soldier pile ini digunakan pada MSEW Tipe 6.2 dan tipe 6.3 dengan total 86 poin dan *cut of level* pada titik ketinggian $\pm 77,00$ m. Ketinggian *platform* kerja *soldier pile* tipe 6.2 dan tipe 6.3 adalah $\pm 78,00$ m atau ± 1 m di atas *cut of level*. Area *soldier pile* tipe 6.2 akan dilakukan ketika tipe 6.2 dan beberapa atau seluruh area timbunan 6.1 telah mencapai ketinggian $\pm 78,00$ m dan untuk area *soldier pile* tipe 6.3 akan dilakukan saat tipe 6.3 dan lainnya atau seluruh 6.4 area timbunan telah mencapai elevasi $\pm 78,00$ m. 1 m timbunan di atas *box culvert charlie*, selain sebagai platform

kerja, juga dimaksudkan untuk melindungi kontak langsung antara alat berat dan struktur *box culvert charlie*.

b. Fondasi *Raised Pile*

Fungsi dari *raised pile* sendiri sama dengan fungsi dari *bored pile* yaitu sebagai penahan beban aksial MSE Wall. Perbedaan dari kedua jenis fondasi ini terletak pada elevasinya, pada *raised pile* elevasinya lebih tinggi. Pada proyek Bandara Internasional Dhoho Kediri *raised pile* digunakan pada area MSEW Type 6.2 dan Type 6.3 (Gambar 2.6) yang berada pada daerah sekitar *box culvert charlie*. *Raised pile* yang digunakan pada proyek ini memiliki diameter 60 cm yang berfungsi sebagai dinding penahan *box culvert charlie* agar tidak mengalami gaya geser akibat gaya lateral yang dihasilkan dari dinding penahan tanah.



(Sumber: Shop Drawing Ground Improvement MSEW Type 6.2)

Gambar 2. 6 Pemasangan Raised Pile pada MSEW Type 6.2

c. Fondasi CFG (*Cement Fly Ash Gravel*)

Metode perkuatan tanah lunak selain dengan *bored pile* dapat pula digunakan CFG (*Cement Fly Ash Gravel*), yang membedakan kedua metode perkuatan tanah ini adalah pada *bored pile* terdapat tulangan dan pada CFG tidak terdapat tulangan. Pada proyek Bandara Internasional Dhoho Kediri CFG digunakan pada area *front* MSEW

dengan diameter 60 cm dan pemasangannya dapat dilihat pada **Gambar 2.7** dibawah ini.



(Sumber: Shop Drawing Ground Improvement MSEW Type 6.2)

Gambar 2. 7 Pemasangan CFG pada MSEW Type 6.2

2.2. Pengujian pada Perbaikan Tanah

Pengujian pembebanan yang dilakukan agar metode perbaikan tanah yang digunakan dapat memenuhi syarat. Pada *settlement area* pengujian pembebanan yang dilakukan adalah PLT. Pada area MSE *Wall* pengujian yang dilakukan adalah PIT, CSL, dan PDA. Penjelasan mengenai pengujian pembebanan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

2.2.1. Pengujian Perbaikan Tanah pada Area *Settlement*

Pada *settlement area* pengujian pembebanan yang dilakukan adalah PLT *Plate Loading Test*.

1. PLT (*Plate Loading Test*)

Plate Loading Test merupakan pengujian pembebanan yang bertujuan untuk menentukan deformasi vertikal dan kekuatan massa tanah dan batuan melalui pencatatan beban dan penurunan pada saat pelat beban diletakkan dipermukaan tanah. Pengujian PLT diuji dengan presentase 1% dari jumlah tiang. (SNI 8460:2017).

2.2.2. Pengujian Perbaikan Tanah pada Area MSE Wall

Pada area MSE Wall pengujian yang dilakukan adalah PIT, CSL, dan PDA. Pada *bored pile* jenis CFG pengujian yang dilakukan adalah PLT. Penjelasan mengenai pengujian PLT telah dijelaskan pada poin 2.2.1. Berikut ini adalah penjelasan mengenai pengujian pembebanan yang dilakukan pada area MSE Wall.

1. PIT (*Pile Integrity Test*)

(*Pile Integrity Tester*) merupakan salah satu metode pengujian integritas tiang pada fondasi dalam yang berfungsi untuk mengetahui kepadatan beton dan mendeteksi kerusakan tiang serta bisa mendeteksi penyebab kerusakan tiang tersebut. Dari pengujian PIT dapat diketahui kedalaman yang mengalami pembekakan atau penyempitan pada tiang fondasi. Sedangkan besarnya penampang yang tersisa dinyatakan dalam BTA, yaitu perbandingan luas penampang sisa dengan luas penampang asli dalam persentase yang terrecord otomatis dalam komputer PIT. Nilai BTA pada tiang fondasi sesuai kategori yang ada pada tabel berikut :

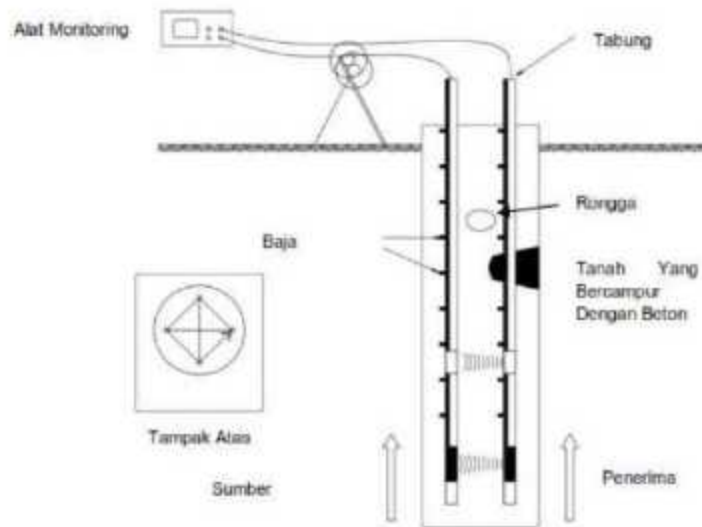
Tabel 2. 2 Kategori BTA

BTA %	CATEGORY
100	<i>Undamaged - pile in good condition</i>
80 - 99	<i>Slight damage - pile has minor problem</i>
60 -79	<i>Damage - pile has major problem; further analysis and / or repair needs</i>
Below 60	<i>Broken - pile to be rejected</i>

Sumber: WMS For Pile Integrity Tester (PIT) at MSE Wall

2. CSL (*Crosshole Sonic Logging*) Test

Crosshole Sonic Logging Test merupakan salah satu metode pengujian integritas tiang pada fondasi dalam yang berfungsi untuk mengetahui kepadatan beton dan mendeteksi kerusakan tiangakan tetapi tidak bisa mendeteksi penyebab kerusakan tiang tersebut. Pengujian CSL menggunakan media pipa akses dan *hydrophone*, dengan jumlah tiang fondasi yang diuji sebesar 1% dari jumlah tiang. (SNI 8460:2017). Skema pengujian dapat dilihat pada (**Gambar 2.8**) dibawah ini.



Gambar 2. 8 Skema pengujian

3. PDA (*Pile Driving Analyzer*) Test

Pile Driving Analyzer Test merupakan salah satu pengujian yang digunakan pada fondasi dalam untuk menentukan daya dukung tiang dan nilai penurunan tiang dengan menggunakan alat berupa monitor tablet yang terhubung dengan sensor *strain transducer*, *accelerometer* dan *hammer* menggunakan kapasitas tertentu (SNI 8460:2017). Pengujian PDA menggunakan *monitor tablet* (**Gambar 2.9**) yang terintegrasi dengan sensor strain transducer dan accelerometer serta terhubung dengan hammer, dengan jumlah tiang fondasi yang diuji sebesar 1% dari jumlah tiang.



(Sumber: *General Method Statement for PDA test with Manual Hammer*)

Gambar 2. 9 Monitor Tablet PDA

2.3. Spesifikasi Material Timbunan

Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2018 menyatakan bahwa pekerjaan tanah mencakup penggalian, penimbunan, pembuangan atau penumpukan tanah atau batu atau bahan lain dalam sebuah pekerjaan konstruksi. Sesuai spesifikasi material timbunan dan pemadatan pada Proyek Bandara Internasional Doho Kediri bahwa material yang digunakan dibagi menjadi dua jenis, yaitu timbunan dengan material butir halus (*fine grained material*) dan timbunan dengan material butir kasar (*coarse grained material*) (SPEC-SB3/DAK-R2/VI-21).

Penjelasan mengenai kedua jenis material timbunan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Timbunan dengan Material Butir Halus (*Fine Grained Material*)

Timbunan dengan material butir halus (*fine grained material*) merupakan timbunan dengan tinggi timbunan maksimal sekitar 6 meter atau sesuai gambar kerja. Material butir halus menurut SNI-03-6797-2000 atau dikategorikan sebagai CH menurut "*Unified* atau *Casagrande Soil Classification System*" diklasifikasikan A-7-6 yang memiliki nilai plastisitasnya tinggi yaitu minimal 11. Tanah dengan nilai plastisitas yang tinggi hanya dapat digunakan pada dasar timbunan atau pada urugan kembali yang memiliki kekuatan geser tinggi atau tidak memerlukan daya dukung. Pada lapisan langsung di bawah dasar perkerasan setebal 30 cm tidak boleh menggunakan tanah dengan nilai plastisitas yang tinggi. Nilai CBR yang harus dimiliki saat diuji dengan SNI 1744:2012 (contoh tanah yang digunakan dalam CBR laboratorium setelah 4 hari perendaman (*swelling*) saat dipadatkan 100% berat kering maksimum (MDD) dari *Standard Proctor* (SP) sesuai ketentuan SNI 1742:2008) tidak kurang dari 6 % (Spesifikasi Material Timbunan dan Pemadatan, Doho *Airport* Kediri).

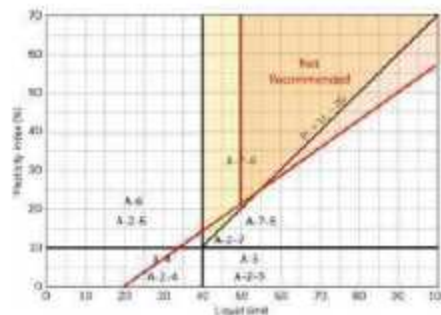
Dalam pemilihan bahan timbunan zona homogen, batas atas dan bawah dari indeks plastisitas atau batas plastis dilakukan agar lempung dengan plastisitas tinggi yang cukup sulit dipadatkan dapat dihindari untuk digunakan sebagai bahan timbunan. Tanah dengan

plastisitas rendah tidak dapat digunakan untuk timbunan zona homogen. Untuk spesifikasinya nilai *Liquid Limit* (LL) dan *Indeks Plastis* (IP) masing-masing tidak boleh lebih dari 50 dan 25% (Spesifikasi Material Timbunan dan Pemadatan, Dhoho Airport Kediri).

Bahan galian tanah dengan sifat-sifat berikut tidak dapat digunakan sebagai bahan untuk timbunan biasa.

- Tanah yang mengandung organik seperti sampah, rumput-rumputan, daun-daunan, akar, dan tanah seperti tanah OL, OH dan Pt dalam sistem USCS.
- Tanah yang memiliki nilai kadar air optimum +1% atau tanah yang mempunyai kadar alamiah yang sangat tinggi dan sulit dikeringkan sehingga tidak memenuhi toleransi kadar air pada pemadatan.
- Tanah ekspansif yang termasuk dalam klasifikasi *Van Der Merwe* dan memiliki sifat kembang dan susut yang tinggi dan sangat tinggi, serta memiliki sifat kandungan Na-Montmorillonite yang dominan dan/atau Indeks Plastis (IP) lebih dari 55% atau Batas Cair/*Liquid Limit* (LL) lebih besar dari 50.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.11**, **Gambar 2.12** dan pada **Tabel 2.3** di bawah.



(Sumber: Spesifikasi Material Timbunan dan Pemadatan, Dhoho Airport Kediri)

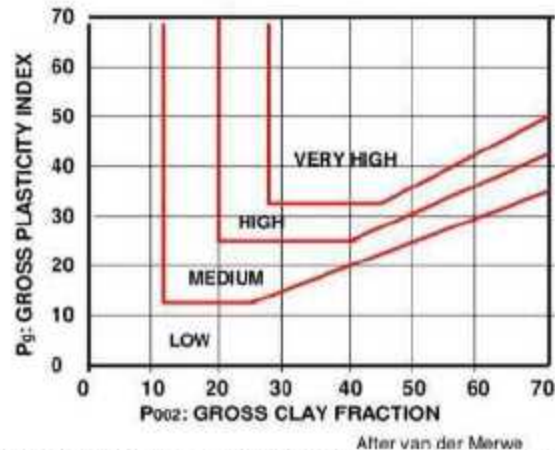
Gambar 2. 10 AASHTO Classification of Silt and Clay Within the Plasticity Chart

Tabel 2. 3 Korelasi Tingkat keaktifan Dengan potensi Pengembangan

Tingkat keaktifan	Potensi Pengembangan
< 0,75	Tidak Aktif
0,75 – 1,25	Normal
> 1,25	Aktif

(Skempton, 1953)

Sumber: Spesifikasi Material Timbunan dan Pematatan, Dhoho Airport Kediri)



After van der Merwe

(Sumber: Spesifikasi Material Timbunan dan Pematatan, Dhoho Airport Kediri)

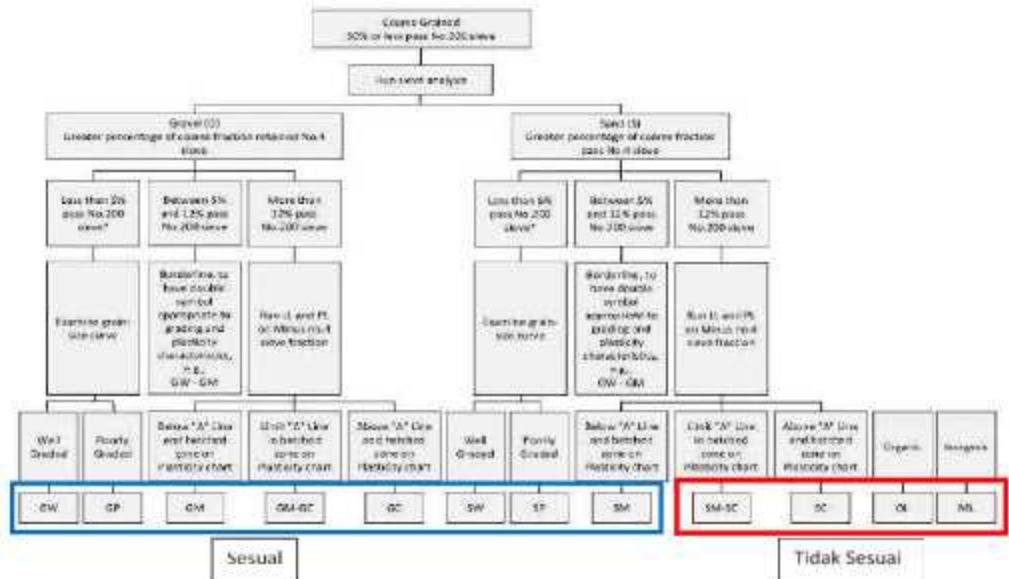
Gambar 2.11 Characterization of Swell Potential from Clay-Size Fraction and Plasticity index (after Van der Mere, 1964)

2. Timbunan dengan Material Butir Kasar (*Coarse Grained Material*)

Timbunan dengan material butir kasar (*Coarse Grained Material*) merupakan timbunan untuk area *culvert* dan *subgrade* tepat di bawah perkerasan *runway*, *taxiway* maupun apron sesuai gambar kerja. Timbunan dengan material butir kasar harus memiliki karakteristik timbunan tertentu sesuai dengan ketentuan yang sudah disetujui dan sesuai dengan penggunaannya. Menurut SNI 1744:2012, nilai CBR yang harus dimiliki paling sedikit adalah 10% setelah 4 hari perendaman (*swelling*) bila dipadatkan sampai 100% kepadatan kering maksimum (MDD) dan *Modified Proctor* (MP) sesuai dengan SNI 1743:2008 (Spesifikasi Material Timbunan dan Pematatan, Dhoho Airport Kediri).

Pasir alam, kerikil, batu pecah, batu urugan, atau campuran yang baik dari bahan tersebut dengan kadar tidak menerus dan Indeks Plastis maksimum 10%, seperti jenis tanah SM, SP,

SW, GM, GC, GP, dan GW harus digunakan untuk area *culvert* dan *subgrade* di bawah perkerasan. **Gambar 2.13** menunjukkan diagram dari gradasi timbunan berbutir kasar (Spesifikasi Material Timbunan dan Pemasatan, Dhoho *Airport* Kediri).



(Sumber: Spesifikasi Material Timbunan dan Pemasatan, Dhoho *Airport* Kediri)

Gambar 2.12 Unified Soil Classification System (UCSC)

Pengujian Atterberg harus dilakukan untuk mengetahui nilai *Plastic Limit* (PL) dan *Liquid Limit* (LL), jika hasil saringan menunjukkan lebih dari 12% lolos saringan No.200.

Timbunan dengan material butir kasar dari hasil *surface miner* (SM) dan *rock excavation* (RE) sebagai berikut:

- Materil butir kasar hasil SM dan RE dapat digunakan dengan ukuran batuan maksimum tidak lebih dari setengah lapisan yang dipadatkan. Misalnya, tebal lapisan yang dipadatkan 80 cm maka ukuran maksimum batuan adalah 40 cm.
- Material butir kasar dengan campuran maupun tanpa campuran dari hasil SM dan RE yang digunakan adalah material yang lolos saringan No. 200 serta tebal lapisan yang dipadatkan adalah sesuai dengan spesifikasi dari aplikator MSE *Wall* (Spesifikasi Material Timbunan dan Pemasatan, Dhoho *Airport* Kediri).

2.4. Pengujian Laboratorium

Dalam pekerjaan tanah terdapat pengujian yang dilakukan di laboratorium untuk menentukan spesifikasi atau *indeks properties* dalam bentuk BPT (*Borrow Pit Test*). Pengujian tersebut meliputi:

a. Pengujian Kadar Air Tanah Asli (*Water Content*)

Kadar air tanah merupakan perbandingan berat air dalam tanah dengan berat total tanah yang dinyatakan dalam persen dengan menghitung kehilangan berat isi selama proses pengeringan dengan suhu 105^o C dalam waktu 24 jam (ASTM D 2216). Penentuan kadar air tanah dilakukan pada material *stockpile* (material asli) yang akan digunakan sebagai konstruksi pembangunan. Beberapa jenis material yang dilakukan pengujian kadar air yaitu: *fine grained, coarse grained, rock fill, backfill*. Sesuai KP-14 Tahun 2021 tentang spesifikasi teknik pekerjaan fasilitas sisi udara bandar udara menyatakan bahwa nilai kadar air magregat saat pelaksanaan pemadatan konstan dengan batas toleransi $\pm 2\%$ dari OMC (*Optimum Moisture Content*).

b. Pengujian Specific Gravity dan Specific Gravity Combined

Specific gravity atau berat jenis tanah merupakan perbandingan berat tanah dengan berat air dalam volume yang sama dan pada temperatur tertentu. Dalam pembangunan proyek Bandara Dhoho Kediri terdapat dua jenis material timbunan yaitu *fine grained* dan *coarse grained* sehingga dilakukan pengujian specific gravity combined dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) yang hasilnya akan digunakan sebagai acuan atau tolak ukur untuk pengujian sandcone koreksi dan water replacement. Pada **Tabel 2.4** dapat dilihat spesifikasi berat jenis tanah pada berbagai macam tanah.

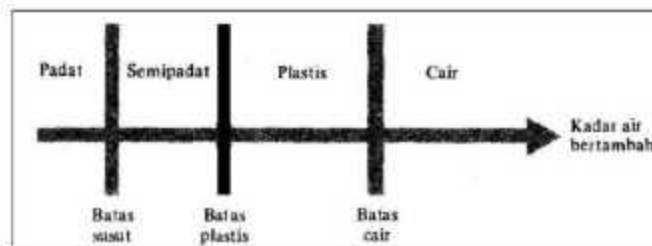
Tabel 2. 4 Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,28

(Sumber: Hardiyatmo, 2012 Pada Jurnal Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah di Laboratorium Vol. 17)

c. Pengujian Atterberg Limit

Menurut ASTM D4316, Atterberg merupakan batas-batas konsistensi tanah berbutir halus antara lain, batas cair atau Liquid Limit (LL), batas plastis atau Plastic Limit (PL), batas susut atau Shrinkage Limit (SL) dan indeks plastisitas atau Plasticity Index (PI). Batas cair atau Liquid Limit (LL) adalah kadar air dalam sampel tanah pada perbatasan fase cair dan fase plastis sedangkan batas plastis atau Plastic Limit adalah kadar air dalam tanah pada fase antara plastis dan semi padat (**Gambar 2.14**).



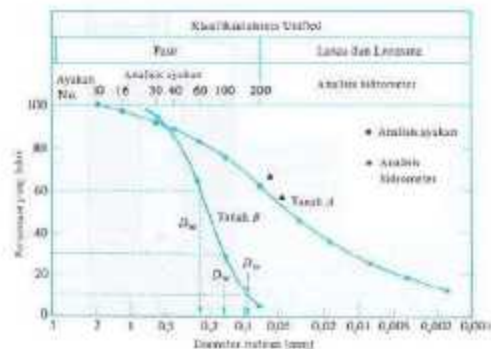
(Sumber: Mekanika Tanah 1 Braja M. Das)

Gambar 2. 14 Batas-batas Atterberg

d. Pengujian *Sieve Analysis*

Pengujian *Sieve Analysis* disebut juga metode penyaringan atau penentuan yang mencakup penentuan diameter nominal (ukuran lubang ayakan) partikel kuantitatif distribusi ukuran partikel dalam tanah. Tujuan dari pengujian saringan adalah untuk menentukan ukuran dan susunan butir (gradasi) tanah, serta menentukan distribusi butiran sebagai dasar untuk

mengklasifikasikan tanah. Ukuran butir tanah ditentukan dengan menyaring sejumlah tanah melalui serangkaian ayakan. **Gambar 2.15** menyajikan susunan ukuran butiran Analisa Saringan. Susunan lubang-lubang ayakan semakin ke bawah semakin kecil ukuran lubang uji. Distribusi ukuran partikel yang lebih besar dari 75 μm (tertahan pada saringan No. 200) ditentukan dengan pengayakan, sedangkan distribusi ukuran partikel yang lebih kecil dari 75 μm ditentukan dengan proses sedimentasi menggunakan hydrometer. Pemisahan dapat dilakukan pada saringan No. 4 (4,75- μm), No. 40 (425- μm), atau No. 200 (75- μm) sebagai pengganti saringan No. 10. Timbangan yang peka terhadap 0,01 g untuk menimbang bahan yang lolos saringan No. 10 (2,00-mm), dan timbangan yang peka terhadap 0,1% dari massa sampel yang akan ditimbang untuk menimbang bahan yang tertahan pada saringan no 10 (ASTM D 422-63).



(Sumber: *Mekanika Tanah* / Braja M. Das)

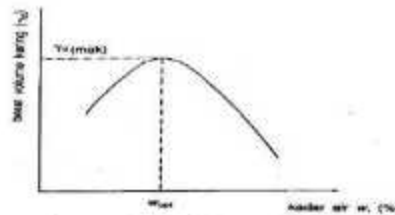
Gambar 2. 15 Kurva Diistribusi Ukuran Butiran Analisa Saringan dan hidrometer

e. Pengujian *Proctor Test*

Pemadatan tanah (*Proctor test*) adalah proses mengeluarkan udara dari dalam tanah yang menggunakan tenaga dinamik supaya tanah menjadi lebih padat. Pemadatan juga berfungsi untuk mencari hubungan kadar air tanah dengan berat volume tanah (Hardiyatmo,1995).

ZAV (Zero Air Void) adalah hubungan antara berat isi kering dengan kadar air bila derajat kejenuhan 100%, yaitu bila pori tanah sama sekali tidak mengandung udara. Kurva

hubungan kadar air dan berat isi kering hasil dari proctor test dapat dilihat pada **Gambar 2.16** di bawah. Prosedur dinamik laboratorium yang digunakan adalah uji proctor (Blowles, 1989). Dari uji proctor didapatkan nilai kadar air optimum ($w_{optimum}$), berat isi basah (γ), dan berat isi kering (γ_d).



(Sumber: Hardiyatmo, 2012 Pada Jurnal Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah di Laboratorium Vol. 17)

Gambar 2. 16 Kurva hubungan kadar air dan berat isi kering (γ_d)

Proctor Test merupakan metode pemadatan yang digunakan di laboratorium untuk menentukan hubungan antara kadar air optimum dan berat isi kering maksimum menggunakan alat mold diameter 101,6 mm atau 152,4 mm dengan material yang digunakan tertahan $\frac{3}{4}$ inci lebih dari 30% (ASTM D1557 - 02). Terdapat tiga metode alternatif disediakan. Metode digunakan harus seperti yang ditunjukkan dalam spesifikasi bahan sedang diuji. Jika tidak ada metode yang ditentukan, pilihannya adalah berdasarkan bahan gradasi.

Metode A:

1. Mold : 4 inci (101,6 mm)
2. Benda uji : lolos no. 4 (4,75 mm)
3. Jumlah layer : lima
4. Tumbukan per layer : 25
5. Kegunaan : tertahan saringan no 4 (4,75 mm) < 20%

Metode B:

1. Mold : 4 inci (101,6 mm)
2. Benda uji : lolos no. 3/8 (9,5 mm)
3. Jumlah layer : lima
4. Tumbukan per layer : 25
5. Kegunaan : tertahan saringan no 4 (4,75 mm) > 20%
dan tertahan saringan no 3/8 (9,53 mm) < 20%

Metode C:

1. Mold : 6 inci (152,4 mm)
2. Benda uji : lolos no. 3/4 (19 mm)
3. Jumlah layer : lima
4. Tumbukan per layer : 56
5. Kegunaan : tertahan saringan no 3/8 (9,53 mm) > 20%
dan tertahan saringan no 3/4 (19 mm) < 30%

Perhitungan untuk menentukan nilai berat isi kering (γ_{dry}) dengan kadar air optimum ($w_{optimum}$) didapatkan dengan kurva uji pemadatan sampel tanah dengan rumus sebagai berikut:

a. Berat isi basah (γ_w) = $\frac{\text{berat tanah dalam mold}}{\text{volume mold}}$

b. Berat isi kering (γ_{dry}) = $\frac{\gamma_w}{1+w} \times 100$ $w = \text{kadar air (\%)}$

f. Pengujian CBR Laboratorium

California Bearing Ratio (CBR) laboratorium merupakan pengujian digunakan untuk menentukan nilai CBR contoh material tanah lolos saringan $\frac{3}{4}$ yang dipadatkan di laboratorium dengan kadar air optimum sesuai pada pengujian proctor (ASTM D1883-94). Jika ukuran maksimum partikel dari bahan yang akan diuji lebih besar dari $\frac{3}{4}$ inci (19 mm), gradasi bahan dapat dimodifikasi sehingga material yang digunakan dalam pengujian lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci, sedangkan jumlah fraksi tertahan saringan #4 dan lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci, tetap

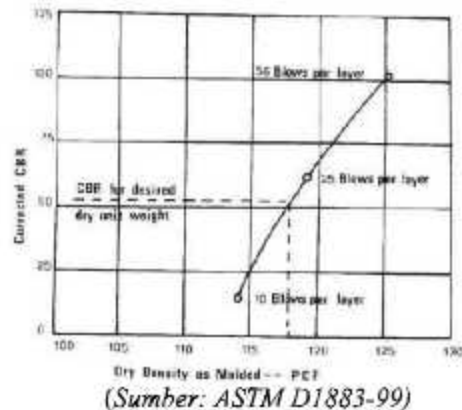
sama. **Table 2.5** menunjukkan Analisa saringan yang digunakan dalam pengujian CBR laboratorium.

Tabel 2.5 Analisa Saringan

Tanggal Pengujian							
No	Sieve Number	Sieve Size	Mass Retained I	Mass Retained II	Mass Retained III	Mass Retained IV	Mass Retained V
		(mm)					
1	2"	50,80					
2	1 1/2"	37,50					
3	1"	25,40					
4	3/4"	19,00					
5	1/2"	12,50					
6	3/8"	9,50					
7	4	4,75					
8	8	2,36					
9	10	2,00					
10	16	1,18					
11	40	0,30					
12	200	0,075					
Pan		0,000					

Material yang digunakan untuk menentukan nilai CBR dilakukan dengan tiga sampel tanah dengan berat yang sama dan tumbukan persampel berbeda yaitu 10, 25, dan 56 kali tumbukan dengan kadar air optimum sesuai dengan pengujian proctor (**Gambar 2.17**). Setiap benda uji ditentukan nilai beban terkoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci) dan 5,08 mm (0,2 inci) yang dinyatakan dalam persen dan diperoleh dari persamaan berikut:

$$CBR = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\% = \frac{\text{Dial Reading} \times \text{Kalibrasi Alat}}{\text{beban standar (lbs)}} \times 100\%$$



Gambar 2.13 Kurva Berat Isi Kering dan Koreksi CBR

2.5. Pengujian Lapangan

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium kemudian dilakukan pengujian di lapangan dengan acuan spesifikasi atau *indeks properties* dalam bentuk BPT (*Borrow Pit Test*) yang telah ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium. Berdasarkan pengujian laboratorium yang dilakukan didapatkan nilai kadar air optimum ($w_{optimum}$), berat isi kering (γ_d), spgr (*specific gravity*) yang akan digunakan sebagai acuan atau tolak ukur pengujian di lapangan. Beberapa pengujian lapangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

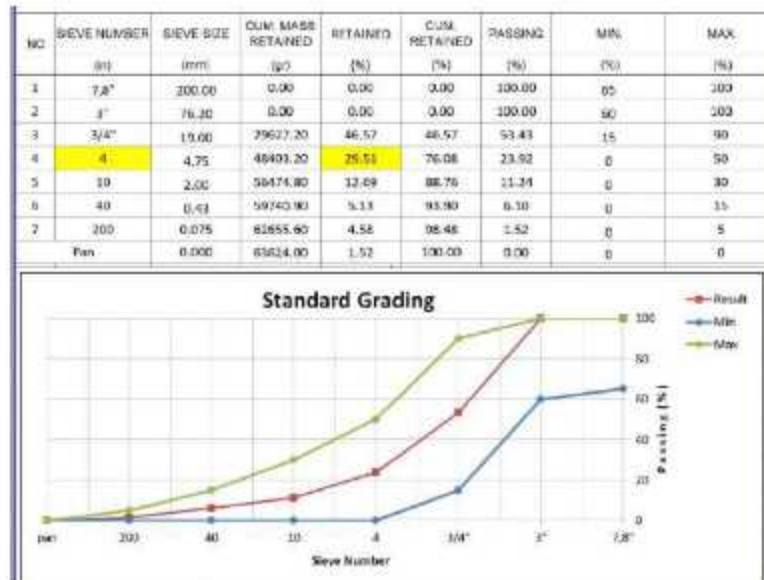
DCP adalah alat yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah asli yang diperhitungkan dengan cara mengukur kedalaman ujung konus yang masuk ke dalam tanah dasar setelah batang utamanya ditumbuk menggunakan palu geser. Pengujian ini biasanya digunakan untuk menilai sifat material hingga kedalaman 1000 mm (39 in) di bawah permukaan. Hasil dari pengujian DCP akan dikorelasi sehingga didapatkan nilai CBR lapangan untuk tanah asli (ASTM D6951).

2. Pengujian *Sandcone*

Sandcone Test adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah atau perkerasan yang dipadatkan pada material berbutir halus dengan maksimal ukuran butiran sebesar 15 cm dan ketinggian timbunan sebesar 25-30 cm. *Sandcone* koreksi sendiri dapat digunakan untuk menghitung berat satuan dan kadar air tanah fraksi apabila diketahui tanah tersebut mengandung partikel yang berukuran besar (ASTM D4718-1.2). Kepadatan lapangan dengan kepadatan maksimum laboratorium yang diambil dari sampel yang terpasang di lapangan harus mencapai 100% MDD (*Maximum Dry Density*) yang dicapai pada saat OMC (*Optimum Moisture Content*).

Pada proyek Bandara Internasional Doho Kediri digunakan tes *sandcone* koreksi, *sandcone* koreksi sendiri dilakukan pada tanah campuran tanah-batuan dimana bagian yang dianggap terlalu besar adalah sebagian kecil dari material yang tertahan pada

saringan No.4 (4,75 mm). berdasarkan pengujian tersebut, metode ini dapat diterapkan pada tanah dan campuran tanah-batuan dengan syarat 40% material tertahan pada saringan No.4 (Gambar 2.18) dan (Gambar 2.19). Metode ini juga dianggap valid untuk material yang memiliki 30% partikel berukuran besar yang tertahan pada saringan ¾ in (19 mm) (AASHTO T-99). Dalam pengujian *sandcone* juga dilakukan pengujian kadar air tanah asli, untuk menentukan nilai tersebut menggunakan alat *speedy*.



Gambar 2. 18 Contoh Gradasi Material Backfill MSEW



Gambar 2. 19 Contoh Gradasi Material LTP

3. Pengujian CBR Lapangan

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban terkoreksi yang dibutuhkan dari pembacaan dial yang sudah dikalibrasi untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1"/0,2" dengan beban standart pada penetrasi 0,1"/0,2" tersebut yang dinyatakan dalam persen (Sukirman,1999). Perbandingan beban penetrasi sesuai standart Internasional adalah:

- a. 0,1 inci penetrasi 1000 psi
- b. 0,2 inci penetrasi 1500 psi
- c. 0,3 inci penetrasi 1900 psi
- d. 0,4 inci penetrasi 2300 psi
- e. 0,5 inci penetrasi 2600 psi

Beban Penetrasi yang digunakan untuk menghitung nilai CBR adalah penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci dengan membagi beban penetrasi setiap beban dengan $3 \times 1000 = 3000$ lbs. dan $3 \times 1500 = 4500$ lbs. Dimana angka tiga tersebut merupakan luas permukaan torak dalam inci. Jika dari hasil pengujian pada penetrasi 0,1" lebih kecil dari penetrasi 0,2" maka dilakukan pengujian ulang dan jika pada pengujian ulang pada penetrasi 0,1" lebih kecil dari penetrasi 0,2" maka digunakan adalah nilai pada penetrasi 0,2" (ASTM D 4429).

Pengujian CBR di lapangan digunakan untuk evaluasi dan desain komponen perkerasan lentur seperti lapisan fondasi dan lapisan fondasi bawah dan tanah dasar dan untuk aplikasi lain (seperti jalan tanpa permukaan) dimana CBR merupakan parameter daya dukung tanah yang diinginkan atau sesuai dengan hasil pengujian CBR di laboratorium digunakan sebagai parameter nilai minimum CBR lapangan (ASTM D4429). Sesuai KP-14 Tahun 2021 tentang spesifikasi teknik pekerjaan fasilitas sisi udara bandar udara menyatakan bahwa nilai CBR lapanga pada *subgrade* harus $\geq 20\%$ atau lebih tinggi dari CBR laboratorium yaitu $> 80\%$. Setiap benda uji ditentukan nilai beban

terkoreksi pada penetrasi 2.54 mm (0.1 inci) dan 5.08 mm (0.2 inci) yang dinyatakan dalam persen dan diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\% = \frac{\text{Dial Reading} \times \text{Kalibrasi Alat}}{\text{beban standar (lbs)}} \times 100\%$$

4. Pengujian *Water Replacement*

Water replacement merupakan metode pengujian yang mencakup penentuan kepadatan tanah dan batuan pada area yang akan di uji memakai air yang digunakan sebagai pengisi lubang uji dalam menentukan volume lubang uji tersebut. Kata batuan dalam metode pengujian ini ditujukan jika bahan yang diuji biasanya mengandung partikel yang lebih besar dari 3 inci (75 mm). Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan kepadatan material yang dipadatkan di lapangan dalam konstruksi timbunan tanah, timbunan jalan, dan timbunan struktur. Metode pengujian ini juga dapat digunakan untuk menentukan kepadatan di lapangan dari endapan tanah alami, agregat, campuran tanah, atau bahan serupa lainnya (*ASTM D5030*).

Prosedur ini biasanya dilakukan dengan menggunakan cetakan logam melingkar dengan diameter dalam 0,8 m atau lebih. Metode pengujian ini umumnya terbatas pada material dalam kondisi tidak jenuh dan tidak direkomendasikan untuk material yang lunak atau gembur (mudah hancur) atau dalam kondisi lembab sehingga air merembes ke dalam lubang galian (*ASTM D5030*).

5. Pengujian *Proof Rolling*

Pengujian *Proof Rolling* dilakukan pada permukaan subgrade untuk mengetahui keseragaman pemadatan dengan toleransi penurunan 25 mm. Pengujian *Proof Rolling* menggunakan media truck dengan bobot 20 ton yang berisi material timbunan (KP 14 Tahun 2021).

2.6. Pekerjaan Pengaspalan

Pekerjaan pengaspalan pada proyek Pembangunan Bandara Internasional Doho Kediri termasuk ke dalam pekerjaan sisi udara. Pekerjaan *Airside* atau sisi udara merupakan bagian bandar udara yang terdiri dari pekerjaan lapisan fondasi atas (*base course*) perkerasan lentur (*Asphalt*), perkerasan kaku (Beton), drainase, penanaman rumput, dan pemagaran. Berikut ini adalah penjelasan mengenai perkerasan lentur (*asphalt*).

2.6.1. Asphalt Mixing Plant (AMP)

AMP (*Asphalt Mixing Plant*) merupakan tempat untuk pencampuran agregat yang sudah dipanaskan, dikeringkan dan dicampur dengan aspal yang biasanya disebut *hotmix* dengan peralatan mekanik dan elektronik yang siap dihamparkan di lapangan (**Gambar 2.20**). AMP terdiri dari dua tipe yaitu tipe takan atau tipe *batch* dan tipe drum/ menerus atau tipe *continues*. Tipe *batch* merupakan pencampuran material terjadi setiap pembuatan campuran dan dilaksanakan di dalam *mixer*, sedangkan tipe *continues* merupakan pencampuran material terjadi secara terus menerus dan dilaksanakan di dalam *drum dryer* (Kementrian PUPR Direktorat Jendral Bina Marga Pd T-03-2005-B).



Gambar 2. 2014 Prosedur Kerja AMP

Gambar 2.20 menjelaskan mengenai komponen utama dalam AMP, sebagai berikut :

a. Bin Dingin (*Cold Bin*)

Bin Dingin (*Cold Bin*) merupakan tempat untuk penampungan agregat dari tiap fraksi yang dilengkapi dengan saringan untuk menyaring agregat sesuai ukuran yang diperlukan untuk campuran *hot mix*. Ukuran agregat halus adalah pada fraksi untuk ukuran 0-0.5 cm dan 0.5-1 cm, ukuran agregat medium adalah pada fraksi untuk ukuran 1-1 cm dan 1-2 cm, dan ukuran agregat kasar adalah pada fraksi untuk ukuran 2-3 cm dan 5-10 cm.

b. Pengeringan (*Drum Dryer*)

Pengeringan (*Drum Dryer*) merupakan tempat pengeringan agregat dengan suhu 175°C yang didalamnya terdapat gas dengan posisi penempatannya miring dan bagian ujung bawah terdapat pembakaran.

c. Saringan Panas (*Hot Screen*)

Saringan Panas (*Hot Screen*) merupakan serangkaian alat yang digunakan untuk memisahkan gradasi agregat sesuai ukuran dalam kondisi panas atau telah melalui proses pembakaran.

d. Bin Panas (*Hot Bin*)

Bin Panas (*Hot Bin*) merupakan tempat penampungan agregat panas yang lolos saringan akan menempati sesuai fraksi masing-masing. Ukuran agregat halus adalah pada fraksi untuk ukuran 0-0.5 cm dan 0.5-1 cm, ukuran agregat medium adalah pada fraksi untuk ukuran 1-1 cm dan 1-2 cm, dan ukuran agregat kasar adalah pada fraksi untuk ukuran 2-3 cm dan 5-10 cm.

e. Timbangan Agregat

Timbangan agregat adalah alat yang difungsikan sebagai penimbang agregat sesuai dengan prosentase komposisi yang telah ditentukan secara otomatis atau sesuai dengan JMF (*Job Mix Formula*).

f. Pencampuran (*Mixer*)

Pencampuran (*Mixer*) adalah tempat untuk pencampuran agregat panas, aspal, dan *filler* yang sudah dipanaskan dengan suhu 150°C sesuai dengan komposisi atau JMF. Dalam sekali produksi aspal dapat mencapai 200 ton.

2.6.2. Marshall Test

Menurut RSNI M-01-2003, Pengujian *Marshall* bertujuan untuk mendapatkan angka stabilitas dan kelelahan (*flow*) dari lapisan aspal beton sebagai bahan pengikat aspal yang bertujuan untuk menganalisa kepadatan aspal yang berbentuk dan mengetahui kadar aspal optimumnya. Untuk menentukan kadar aspal optimum dilakukan variasi rentan kadar aspal kemudian dilakukan pengujian hingga mendapatkan lima (5) parameter pengujian yaitu *flow*, stabilitas, VIM (*Void in the Mix*), VMA (*Void in the Mineral Agregat*), dan MQ (*Marshall Quotien*). Dari hasil kelima parameter tersebut dapat dilihat pada nilai kadar air berapa yang memenuhi spesifikasi kemudian dijadikan JMF (*Job Mixing Formula*).

Pengujian yang kami lakukan adalah menentukan nilai density laboratorium dan nilai stabilitas pada AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Kepadatan (*density*) berfungsi untuk menunjukkan besar kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas dan komposisi bahan yang dicampurkan serta cara pemadatan yang dilakukan. Nilai density laboratorium akan dijadikan pembanding dari nilai density lapangan sehingga didapatkan prosentase kepadatan pada aspal (**Persamaan 1**).

$$\frac{\text{Density Laboratorium}}{\text{Density Lapangan}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

Stabilitas *marshall* adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (*flow*) yang dinyatakan dalam kilogram. Stabilitas pada perkerasan ini harus mampu menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Untuk menentukan nilai stabilitas dapat dilihat pada (**Persamaan 2**).

Stabilitas = Bacaan dial alat x 39,22 x factor koreksi x 0,454.....**Persamaan 2**

Dimana:

faktor koreksi = faktor koreksi berdasarkan volume aspal (berat aspal dalam air – berat aspal SSD) dapat dilihat pada (Tabel 2.6).

39,22 = kalibrasi *proving ring*

0,454 = korelasi satuan dari lb ke kg

Tabel 2. 6 Faktor Koreksi Volume Aspal

Isi benda uji (cm3)	Tebal benda uji (mm)	Angka koreksi
200 - 213	25,4	5,56
214 - 225	27,0	5,00
226 - 237	28,6	4,55
238 - 250	30,2	4,17
251 - 264	31,8	3,85
265 - 276	33,3	3,57
277 - 289	34,9	3,33
290 - 301	35,5	3,03
302 - 316	38,1	2,78
317 - 328	39,7	2,50
329 - 340	41,3	2,27
341 - 353	42,9	2,08
354 - 367	44,4	1,92
368 - 379	46,0	1,79
380 - 392	47,6	1,67
393 - 405	49,2	1,56
406 - 420	50,8	1,47
421 - 431	52,4	1,39
432 - 443	54,0	1,32
444 - 456	55,6	1,25
457 - 470	57,2	1,19
471 - 482	58,7	1,14
483 - 495	60,3	1,09
496 - 508	61,9	1,04
509 - 522	63,5	1,00
523 - 535	65,1	0,96
536 - 546	66,7	0,93
547 - 559	68,3	0,89
560 - 573	69,9	0,86
574 - 585	71,4	0,83
586 - 598	73,0	0,81
599 - 610	74,6	0,78
611 - 625	76,2	0,76

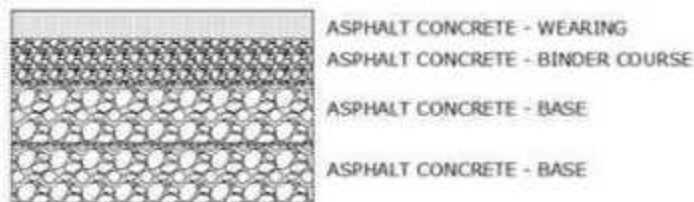
Sumber: RSNI M-01-2003

2.6.3. Laboratorium *Job Mix formula* (JMF)

Menurut spesifikasi Airside Infrastruktur 2021 Wiratman, JMF dirancang dengan menggunakan metode Marshall dan harus mengikuti prosedur yang terdapat pada Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition 2014. Untuk perkerasan dengan beban pesawat diatas 300.000 lbs (136.077 kg), dipersyaratkan untuk pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS), *Tensile Strength Ratio* (TSR) dari komposisi campuran, merujuk pada ASTM D4867 tidak boleh kurang dari 80% saat dilakukan pengujian dengan tingkat kejenuhan (saturation) 70 - 80% atau jika hasil pengujian menunjukkan hasil kurang dari 80% maka dapat menambahkan *Anti-Strip agent* untuk memastikan bahwa TSR dari komposisi campuran lebih dari 80%. Suhu pencampuran aspal tergantung dengan besarnya nilai viskositas pada aspal, sesuai KP-14 tahun 2021 tentang spesifikasi teknik pekerjaan fasilitas sisi udara bandar udara menyatakan bahwa suhu aspal PG 76 untuk pencampuran dengan agregat tidak boleh > 180°C dengan nilai viskositas maksimal 1750 cst. Dalam proyek Pembangunan Bandara Internasional Dhoho menggunakan aspal PG 76 dengan rentan suhu untuk pencampuran sebesar 140°C – 150°C.

2.6.4. Perbedaan Lapisan Perkerasan pada Area Runway

Menurut spesifikasi Airside Infrastruktur 2021 Wiratman pada lapisan aspal di runway terdapat tiga jenis yaitu AC-Base, AC-BC, dan AC-WC (**Gambar 2.21**). Dari ketiga lapisan tersebut terdapat berbagai perbedaan diantaranya, sebagai berikut:



Gambar 2. 21 Tipikal Struktur Perkerasan Bandar Udara

a. Asphalt Concrete Base (AC-Base)

AC Base merupakan lapisan pondasi atas (base coarse) yang berada di bawah lapisan aus dan lapisan antara yang berfungsi untuk menahan lapisan di atasnya dan menyebarkan beban ke tanah dasar. Lapisan AC-Base terdiri dari 2 (dua) lapis pada layer pertama perkerasan dengan ketebalan 8,5 cm sedangkan layer ke 2 perkerasan dengan tebal 9 cm, menggunakan penetrasi aspal 70 yang dicampur dengan agregat kasar berukuran 5-10 cm (tertahan saringan no.4).

b. Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)

AC-BC merupakan lapisan antara lapisan pondasi atas (base coarse) dengan lapisan aus (wearing coarse), lapisan AC-BC sendiri terletak pada lapisan ke-3 dengan ketebalan 7,5 cm. Campuran untuk AC-BC adalah agregat bergradasi gabungan rapat/menerus dengan ukuran 1-2 cm dan 2-3 cm yang di campur dengan aspal PG (Performance grade) 76.

c. Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)

AC-WC merupakan lapisan aus yang terletak paling atas yang berfungsi untuk mengamankan perkerasan dari pengaruh air, menyediakan permukaan yang halus dan kesat. Lapisan AC-WC memiliki ketebalan 6 cm. Campuran AC-WC adalah agregat bergradasi halus dengan ukuran 0-5 mm dan 1-1 cm yang dicampur dengan aspal PG (Performance grade) 76.

Karakteristik aspal yang dikatakan rusak dan kemungkinan akan ditolak saat pemeriksaan QC sebelum dilakukannya penghamparan aspal adalah ketika suhu aspal tidak sesuai dengan spesifikasi yaitu 130°C - 165°C. Suhu aspal turun sebesar 5°C - 10°C per jam nya sesuai dengan cuaca, suhu aspal dapat naik apabila suhu cuaca tinggi yang biasa disebut dengan aspal terbakar.

2.6.5. Perbedaan *Prime Coat* dan *Tack Coat*

a. *Prime Coat*

Prime coat berfungsi sebagai resap ikat antara lapis pondasi dengan campuran aspal di atasnya. Lapisan *prime coat* mencegah terlepasnya butiran pondasi agregat sebelum dihampar dengan campuran aspal, mencegah air hujan masuk ke dalam pondasi agregat sebelum dihampar campuran aspal.

Menentukan Volume *Prime Coat*

Menentukan volume *prime coat* ada dua cara yaitu dengan *paper test* dan stik. Media yang digunakan untuk *paper test* adalah kertas, karton, kardus, bisa juga menggunakan plastik karena menggunakan media timbangan yang diukur dari beratnya sebelum penyemprotan *prime coat* dan sesudah penyemprotan *prime coat* (**Persamaan 3**).

$$\frac{(\text{Berat paper setelah pengujian} - \text{Berat paper awal}) \times \text{Berat jenis prime coat}}{\text{Luas paper}} = \dots \text{ l/m}^2$$

.....**Persamaan 3**

Sedangkan untuk media stik adalah kayu yang dicelupkan dan diukur selisih dari ketinggian sebelum penyemprotan *prime coat* dan sesudah penyemprotan *prime coat* (**Persamaan 4**).

$$(\text{Tinggi stik awal} - \text{Tinggi stik setelah pengujian}) \times \text{kalibrasi aspal distributor} = \dots \text{ l/m}^2$$

.....**Persamaan 4**

b. *Tack Coat*

Tack coat adalah lapis perekat antara lapisan aspal lama dengan aspal baru yang akan dihampar di atasnya. Spesifikasi *tack coat* secara umum adalah 0,15 – 0,5 l/m². Lapisan *tack coat* sendiri memiliki kekentalan yang berbeda dengan *prime coat* dikarenakan memiliki kadar aspal yang lebih tinggi.