

METODE PERBAIKAN TANAH DENGAN INKLUSI KAKU (*RIGID INCLUSION*) DAN *DEEP SOIL MIXING*

Artikel Calon Pegawai Organik (CPO)

Management Trainee (MT)

PT Brantas Abipraya (Persero)

Kevin Muzammil

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Bandar Udara *Very Very Important Person (VVIP)* merupakan bandar udara khusus yang di gunakan untuk melayani kepentingan kegiatan pemerintahan di Ibu Kota Nusantara. Percepatan pembangunan dan pengoperasian Bandar Udara *VVIP* dilakukan guna menunjang pengembangan infrastruktur penerbangan dan pendukung konektivitas Ibu Kota Nusantara (IKN).

Wilayah IKN didominasi oleh daerah perbukitan dan dataran yang luas sehingga memiliki karakteristik tanah yang beragam dan elevasi yang bervariasi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan mayoritas karakteristik tanah yang bersifat lempung dan lempung berpasir (Efendi, 2022). Hal tersebut akan menimbulkan potensi terjadi bencana seperti tanah longsor dan penurunan permukaan tanah, sehingga diperlukan perbaikan tanah guna menambah daya dukung tanah.

Inklusi Kaku (*Rigid Inclusion*) merupakan salah satu solusi atau metode perbaikan tanah yang terdiri dari sistem inklusi / perkuatan dari grout atau campuran air dan semen yang bekerja memperkuat massa tanah sehingga dapat mengendalikan settlement dan meningkatkan kapasitas daya dukung. Inklusi Kaku dapat di gunakan untuk memperbaiki seluruh jenis tanah, termasuk mengatasi kasus tanah dengan daya dukung tanah yang rendah seperti tanah lempung, tanah lumpur, dan tanah gambut. Efisiensi perbaikan tanah bergantung

pada hubungan kekakuan antara tanah dengan kolomnya. Beban dari struktur didistribusikan ke tanah dan kolom melalui *Load Transfer Platform* (LTP).

Deep Soil Mixing juga merupakan metode perbaikan tanah in-situ yang biasanya di terapkan pada tanah dengan daya dukung rendah dengan cara mencampurkan tanah asli dengan material semen dan/atau bahan tambahan lainnya sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah.

2. Landasan Teori

2.1 Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah dilakukan pada kondisi tanah yang memiliki kondisi yang kurang ideal untuk mendukung struktur atau bangunan di atasnya. Perbaikan tanah dapat di kategorikan menjadi tiga, antara lain:

1. Perbaikan tanah tanpa pencampuran
2. Perbaikan tanah dengan pencampuran
3. Perbaikan tanah dengan bahan aditif (Gaafer, 2015).

2.2 Inklusi Kaku (*Rigid Inclusion*)

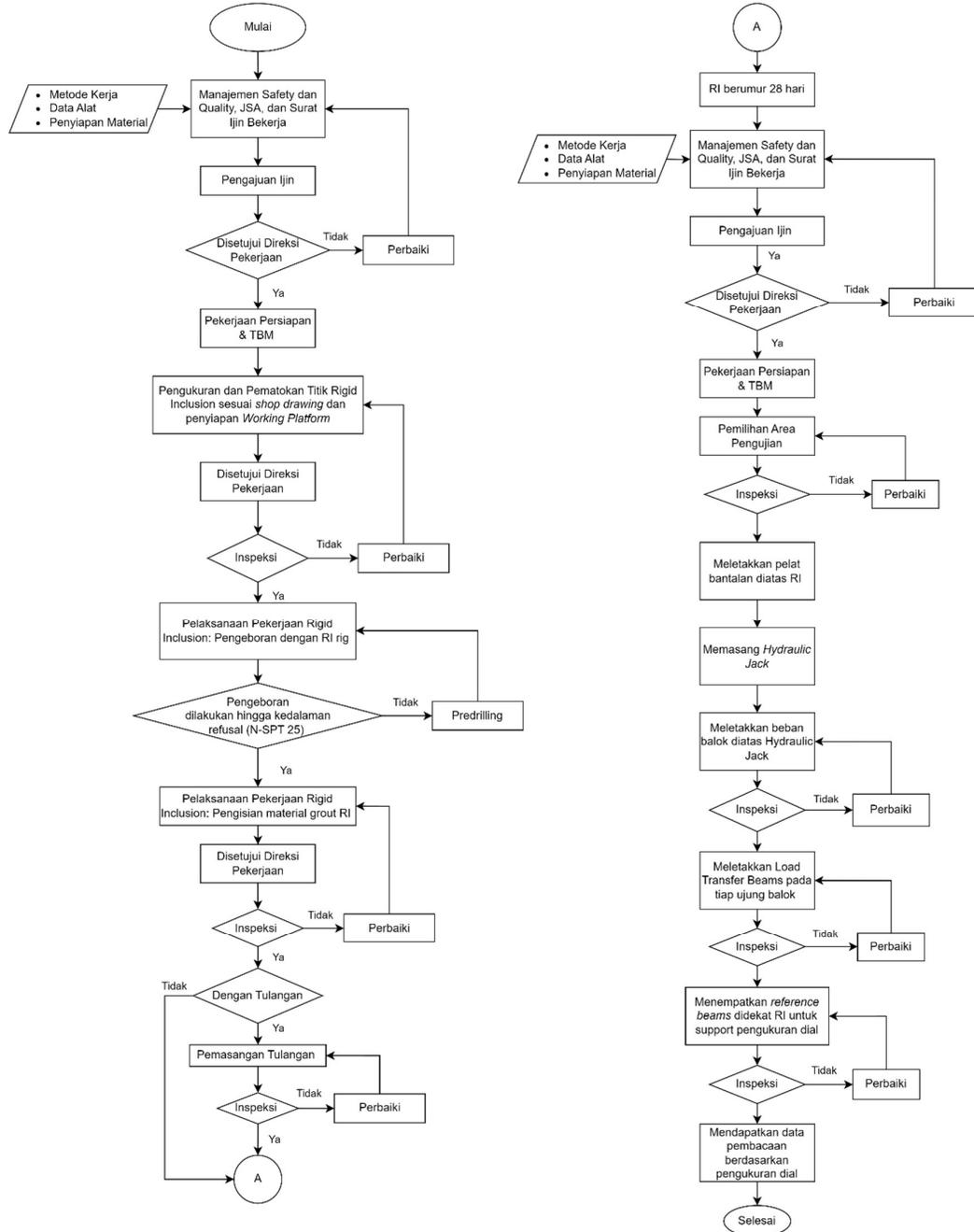
Perbaikan tanah dengan sistem rigid inclusion dapat mengatasi kasus tanah dengan kemampuan bearing capacity yang rendah seperti tanah lempung, tanah lumpur dan tanah gambut (Javianto et al, 2022). Kolom pada sistem rigid inclusion bukan merupakan elemen structural sehingga tidak dapat disamakan dengan pondasi borepile dan sebagainya.

2.3 *Deep Soil Mixing*

Deep Soil Mixing merupakan metode yang dilakukan pada tanah lempung, tanah organik dan tanah berpasir longgar. Metode *Deep Soil Mixing* digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah dan mengurangi penurunan tanah (Kitazume dan Terashi, 2013). Metode deep mixing soil menggunakan bahan-bahan seperti campuran air dan semen atau bahan lainnya yang berfungsi sebagai pengikat partikel tanah. Metode tersebut dilakukan dengan membentuk pola – pola kolom sesuai dengan perencanaan.

3. Metode Pelaksanaan

3.1 Rigid Inclusion



Bagan alur pelaksanaan *Rigid Inclusion* adalah sebagai berikut

Gambar 1. Alur Kerja Rigid Inclusion

3.2.1 Alat Berat, Material dan Bahan

Pekerjaan Rigid Inclusion membutuhkan alat *Rigid Inclusion Rig, truck mixer, excavator, dan concrete pump*. Untuk semen yang digunakan adalah jenis *Portland Cement normal type 1* atau fc' 20. Pada pelaksanaan Rigid Inclusion dengan tulangan dibutuhkan baja tulangan dengan diameter 11 mm.

3.2.2 Pengeboran Inklusi Kaku (*Rigid Inclusion*)

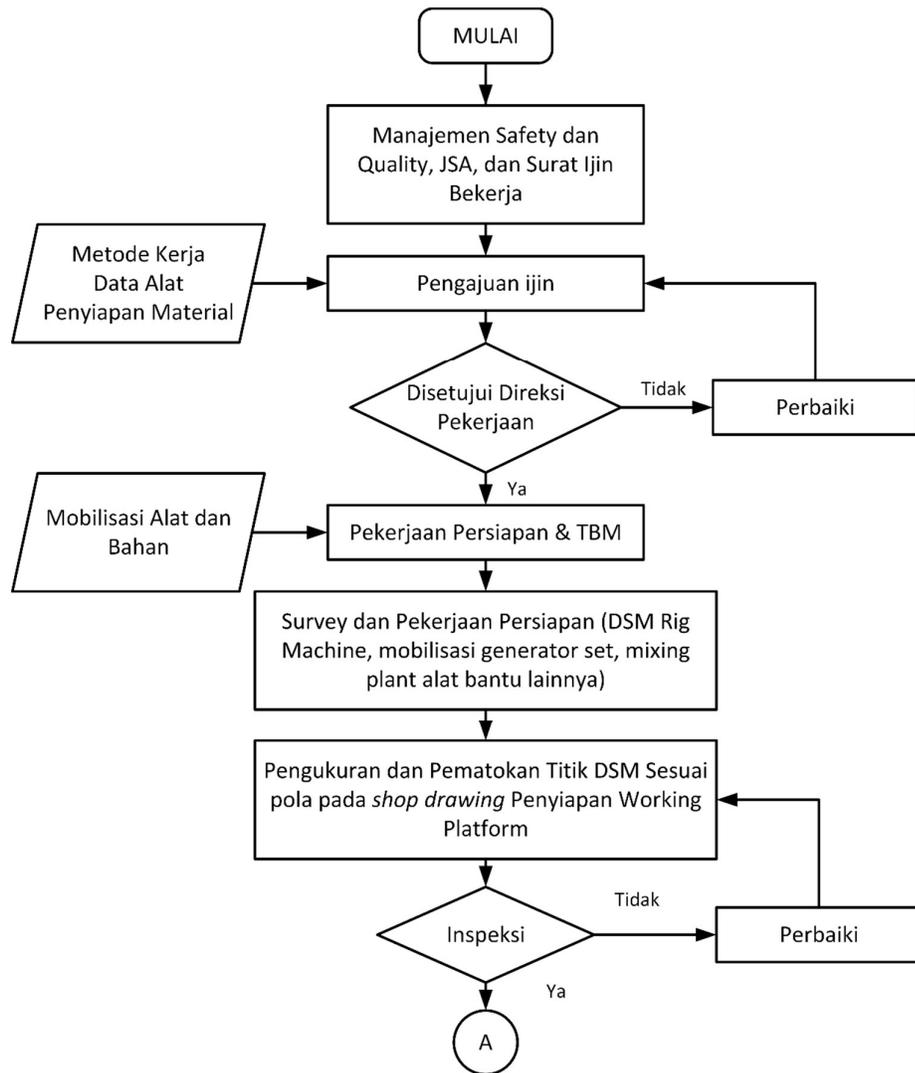
Pelaksanaan RI dilakukan dengan teknik in-situ. Auger dari RI Rig akan bergerak memutar dan memadatkan tanah pada sisi-sisi lubang galian (full/ semi augering displacement) hingga kedalaman refusal. Pelaksanaan pengeboran dan pengecoran harus dilakukan dalam 1 (satu) tahap yang bersamaan. Pengisian material grout harus dilaksanakan pada saat yang bersamaan dengan pencabutan auger.

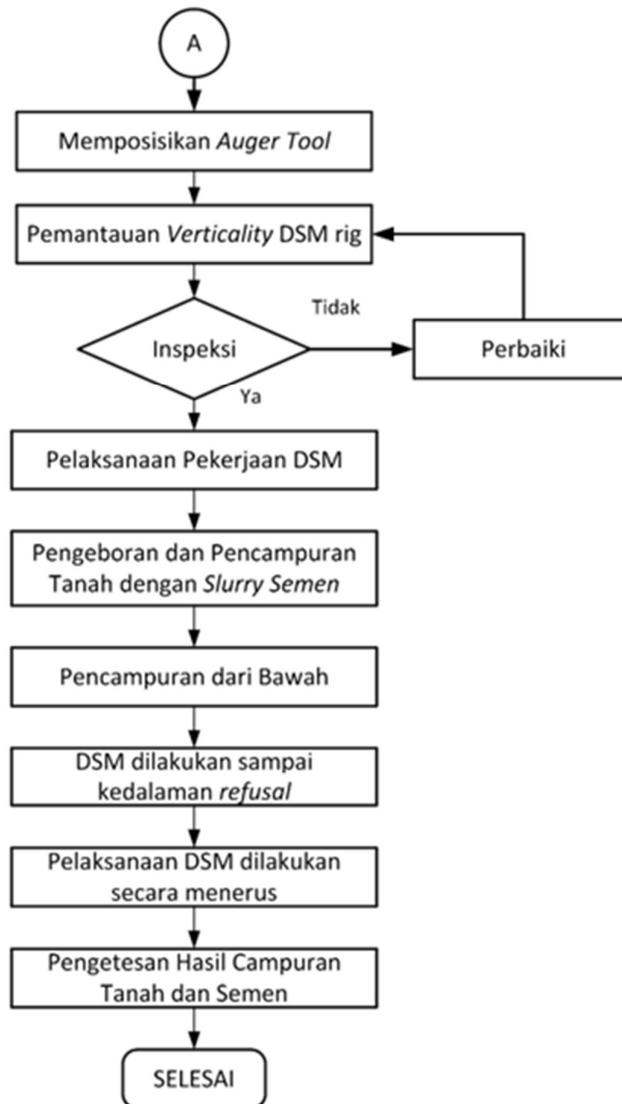
3.2.3 Pengecoran Inklusi Kaku (*Rigid Inclusion*)

Setelah mencapai kedalaman rencana atau telah terjadi refusal pada alat, pengeboran dapat dihentikan dan material (beton) akan dipompa ke alat RI Rig. Selama beton dipompa, auger akan berputar ke arah yang sama seperti selama pengeboran sambil bergerak ke atas. Hal tersebut untuk memastikan tanah yang berada di atas auger akan tetap padat. Auger akan bergerak menuju ke atas hingga material beton dipompa hingga elevasi rencana.

3.2 Deep Soil Mixing

Proses pengerjaan Deep Soil Mixing prinsipnya hampir mirip dengan pelaksanaan inklusi kaku, namun perbedaannya pada saat pengeboran juga dilakukan injeksi slurry (campuran air dan semen) sehingga dapat tercampur secara merata pada tanah. Bagan alur pelaksanaan *Deep Soil Mixing* adalah sebagai berikut





Gambar 2 Alur Kerja Deep Soil Mixing

3.2.1 Alat Berat, Material dan Bahan

Pekerjaan Deep Soil Mixing membutuhkan pengadaan alat DSM Rig, mixing plant, dan excavator. Bahan dan material yang perlu dipersiapkan adalah cement slurry yang dibuat berdasarkan rasio air/semen yang disetujui.

3.2.2 Pelaksanaan DSM

Saat dilakukannya penetrasi, setiap kolom DSM harus dilakukan penetrasi secara menerus bersamaan dengan pencampuran air slurry. Pada proses tersebut rig

terus berputar agar campuran tanah dan slurry merata. Pencampuran ulang ini dilakukan saat material pencampur diinjeksikan hingga keseluruhan kedalaman kolom DSM. Untuk pelaksanaan DSM harus dilakukan sampai kedalaman refusal yang dibuktikan dengan amperage pada digital instalation log.

4. PEMBAHASAN

4.1 Kelebihan dan Kekurangan Rigid Inclusion

Dalam pelaksanaan pekerjaan, Rigid Inclusion mempunyai beberapa kelebihan antara lain:

1. Dapat mengurangi settlement
2. Dapat meningkatkan daya dukung tanah
3. Dapat mendukung slab di atas permukaan yaitu mengurangi ketebalan plat sehingga dapat mengurangi kebutuhan besi.
4. Produktivitas pekerjaan tinggi dikarenakan mudah pengaplikasiannya
5. Ketersediaan Subkontraktor pelaksana sudah mulai banyak, sehingga didapatkan referensi yang lebih luas.

Selain beberapa kelebihan tersebut, Rigid Inclusion mempunyai resiko terjadi punching efek apabila perencanaan *Load Transfer Platform* (LTP) tidak sesuai.

4.2 Kelebihan dan Kekurangan Deep Soil Mixing

Deep Soil Mixing (DSM) pada dasarnya memiliki prinsip yang sama dengan *Rigid Inclusion* yaitu sama sama berfungsi meningkatkan daya dukung tanah namun. Selain itu terdapat beberapa kelebihan antara lain:

1. Dapat mengurangi settlement
2. Dapat meningkatkan daya dukung tanah
3. Dapat di terapkan beberapa pola yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Sedangkan kekurangan penggunaan metode Deep Soil Mixing adalah sebagai berikut :

1. Waktu produksi yang relatif lebih lama dari Rigid Inclusion

2. Diperlukan SILO untuk campuran semen, sehingga diperlukan waktu tambah untuk setting alat apabila berpindah lokasi.
3. Ketersediaan Subkontraktor terbatas.

4.3 Perbandingan harga

Perencanaan dan evaluasi metode pelaksanaan berhubungan langsung dengan biaya, sehingga diperlukan perencanaan guna meningkatkan efisiensi.

Table 1 . Kontrak Subkontraktor Pek. Rigid Inclusion

No	Deskripsi	Sat	Harga Satuan
1	Mobilisasi & Demobilisasi	Unit	950,000,000.00
2	Instalasi Rigid Inclusion D420mm (Include rebar fabrication & rebar Installation)	M'	153,000.00
3	Plate Loading Test	Titik	15,000,000.00

Table 2. Kontrak Subkontraktor Pek. Deep Soil Mixing

No	Deskripsi	Sat	Harga Satuan
1	Mobilisasi dan Demobilisasi alat DSM	Ls	7,000,000,000.00
2	Deep Soil Mixing (DSM)	M'	310,000.00

Berdasarkan tabel di atas secara harga pekerjaan *Deep Soil Mixing* lebih tinggi dari pada harga pekerjaan *Rigid Inclusion*. Faktor alat pendukung yang lebih banyak juga mempengaruhi terhadap harga satuan.

5. Kesimpulan

1. Metode perbaikan tanah baik dengan *Rigid Inclusion* maupun *Deep Soil Mixing* sama sama berfungsi menambah daya dukung tanah dan mengurangi settlement tanah.
2. Secara Pelaksanaan *Rigid Inclusion* lebih efektif dan efisien secara harga dan ketersediaan Subkontraktor lebih banyak dibandingkan dengan *Deep Soil Mixing*. Namun *Deep Soil Mixing* dapat direncanakan dengan pola berbeda sesuai dengan fungsinya seperti DSM Wall, DSM Slope dan sebagainya.

REFERENSI

1. Efendi, Aco Wahyudi. 2022. Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa Juni 2023, Volume 12: Nomor 1, DOI 10.22225/pd.12.1.5643.21-29.
2. Javianto, dkk. 2022. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 5, No. 1, Februari 2022: hlm 233-246
3. Gaafer, Manar, dkk. 2015. *Soil Improvement Techniques*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.6, Issue 12.
4. Kitazume dan Terashi. 2013. *The Deep Mixing Method*. London.