

METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN *DIAPHRAGM WALL* PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT JAKARTA FASE 2 PAKET CP 203

Rafi Ahmad Naufal^{1*}, Hidayati²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, naufalrafihammad@gmail.com

ABSTRAK

Pekerjaan konstruksi bawah tanah pada Proyek MRT Jakarta Fase 2 CP-203, khususnya di Stasiun Glodok–Kota, menuntut penerapan metode pelaksanaan yang efektif dan aman mengingat kondisi tanah lunak, muka air tanah yang tinggi, serta lingkungan perkotaan yang padat. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi metode pelaksanaan *diaphragm wall* sebagai struktur penahan tanah sekaligus elemen permanen stasiun bawah tanah. Penelitian dilakukan melalui studi kasus lapangan, peninjauan metode konstruksi *top-down*, analisis tahapan pelaksanaan, identifikasi kendala teknis, serta evaluasi pengendalian mutu dan keselamatan kerja pada pekerjaan *D-Wall*. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode *top-down* dengan *diaphragm wall* memberikan kinerja yang optimal dalam menjaga stabilitas galian, meminimalkan deformasi tanah, serta mendukung kelancaran pekerjaan struktur bawah tanah di area perkotaan padat. Temuan ini menegaskan bahwa metode tersebut sangat sesuai diterapkan pada proyek-proyek infrastruktur bawah tanah dengan karakteristik geoteknik yang serupa.

Kata kunci : *diaphragm wall*, *mrt jakarta*, *metode pelaksanaan*, *konstruksi bawah tanah*.

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

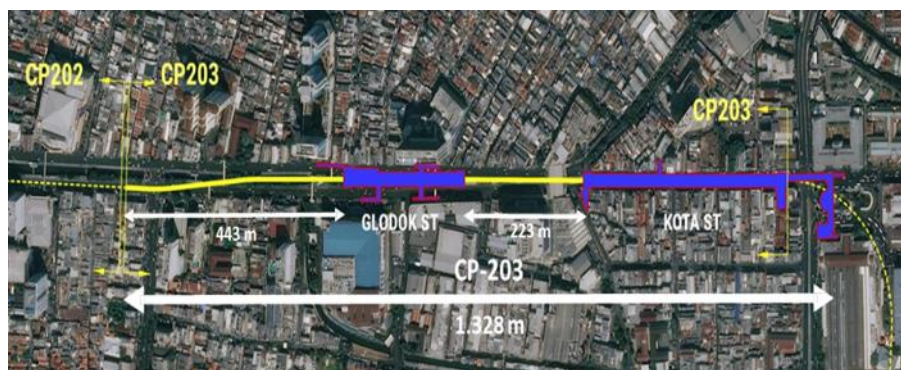
Pekerjaan struktural dalam proyek konstruksi bersifat kompleks sehingga memerlukan metode pelaksanaan yang tepat sebagai pedoman teknis dan manajerial. Metode ini mengatur tahapan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian pekerjaan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hasil proyek [1]. Sebelum proyek konstruksi dimulai, penentuan metode pelaksanaan sangat penting karena memengaruhi efisiensi waktu, biaya, dan kualitas, sehingga metode yang dipilih harus sesuai kondisi lapangan dan sumber daya agar pekerjaan lebih efektif, minim pemborosan, dan tetap bermutu [2].

Penerapan metode konstruksi pada proyek besar seperti MRT Jakarta Fase 2 CP-203 sangat menentukan efisiensi, produktivitas, kualitas, dan manajemen proyek. Salah satu metode utamanya adalah *diaphragm wall* yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah sekaligus struktur permanen stasiun bawah tanah. Metode ini dipilih karena mampu menahan tekanan tanah dan air tanah secara efektif serta memberikan kestabilan tinggi selama penggalian [3]. Pelaksanaan *diaphragm wall* pada Proyek MRT Jakarta Fase 2 CP-203 mengikuti metode kerja yang mengatur langkah teknis dan prosedur untuk memastikan mutu dan keselamatan. Panel-panel

beton bertulang dibangun secara berurutan untuk membentuk dinding kedap air yang mampu menahan tekanan tanah dan air tanah. Setiap tahap, mulai dari penggalian hingga pengecoran, dikendalikan ketat agar struktur tetap stabil selama konstruksi [4].

Meskipun metode *diaphragm wall* telah banyak diterapkan pada proyek besar, penerapannya pada kondisi spesifik Proyek MRT Jakarta Fase 2 CP-203 tetap memerlukan kajian mendalam. Tahapan pelaksanaan, teknik konstruksi, strategi pengendalian risiko, dan faktor-faktor keberhasilan perlu dianalisis secara detail. *Diaphragm wall* efektif menjaga kestabilan tanah dan efisiensi biaya pada pekerjaan bawah tanah bertekanan air tinggi, namun keberhasilannya sangat bergantung pada ketelitian pelaksanaan dan kondisi geoteknik di lapangan [5].

Berdasarkan latar belakang dan kondisi lapangan, permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* pada proyek pembangunan MRT Jakarta Fase 2 CP 203? Berdasarkan permasalahan yang ada, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis metode pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* pada proyek MRT Jakarta Fase 2 CP 203. Penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran praktis mengenai penerapan metode pelaksanaan dan pemahaman komprehensif terhadap penerapannya di kawasan perkotaan padat sekaligus menjadi referensi bagi proyek serupa di masa depan.



Gambar 1. Layout Proyek MRT Jakarta Fase 2

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Diafragma (*Diaphragm wall*)

Diaphragm wall (D-Wall) merupakan elemen struktur bawah tanah berupa dinding beton bertulang yang dibangun melalui proses penggalian vertikal menggunakan *slurry bentonite* atau *polymer* untuk menjaga stabilitas dinding galian, kemudian diisi *rebar cage* dan pengecoran beton dengan metode tremie [6]. Struktur ini berfungsi sebagai dinding penahan tanah sekaligus penghalang rembesan air tanah untuk menjaga kestabilan galian pada proyek besar seperti stasiun MRT bawah tanah. Dibandingkan dinding penahan konvensional, *diaphragm wall* unggul karena mampu menahan tekanan lateral dan hidrostatik tinggi, menghasilkan deformasi tanah minimal, serta dapat dibangun pada kedalaman besar dengan getaran rendah sehingga aman untuk area padat bangunan [7].

Diaphragm wall umumnya dibangun dalam panel-panel berurutan *primary*, *secondary*, dan *closing panel* yang berfungsi sebagai struktur permanen. Konstruksi panel-panel ini juga banyak dibahas dalam studi mengenai stabilitas dan deformasi dinding pada galian dalam [8]. Efektivitas dan kualitas *diaphragm wall* ditentukan oleh pengendalian mutu penggalian, pengujian slurry, pemasangan tulangan, serta pengecoran beton secara kontinu agar menghasilkan dinding yang kedap air dan stabil sesuai standar geoteknik.

2.2 Mass Rapid Transit (MRT)

Mass Rapid Transit (MRT) adalah sistem transportasi massal berbasis kereta rel listrik yang beroperasi pada jalur khusus, baik di atas tanah, layang, maupun bawah tanah. MRT dirancang untuk mengangkut penumpang dalam jumlah besar secara cepat, aman, terjadwal, dan efisien, sehingga menjadi solusi mobilitas di kawasan perkotaan padat penduduk [9]. Infrastruktur MRT mencakup stasiun, jalur rel, persinyalan, gardu listrik traksi, serta fasilitas operasi dan pemeliharaan. Pada jalur bawah tanah, konstruksi umumnya dilakukan dengan metode seperti *diaphragm wall*, tunnel boring machine (TBM), dan penggalian dengan sistem strutting untuk menjaga kestabilan struktur di area urban padat bangunan [10]. Proyek MRT Jakarta Fase 2 paket CP 203 membangun Stasiun Glodok dan Stasiun Kota menggunakan teknologi bawah tanah seperti *diaphragm wall* dan TBM. Teknologi ini memungkinkan konstruksi di area strategis dan historis yang sempit dan sensitif. Pembangunan MRT meningkatkan kapasitas, efisiensi, dan ketahanan transportasi perkotaan jangka panjang [11].

2.3 Underground Section

Underground section merupakan infrastruktur bawah tanah yang dibangun untuk kebutuhan ruang, transportasi, utilitas, dan perlindungan area permukaan. Dalam rekayasa sipil, bagian ini mencakup terowongan, stasiun bawah tanah, ruang utilitas, shaft, dan lorong servis yang dirancang agar stabil terhadap tekanan tanah, air tanah, dan kondisi geologi bawah permukaan. [12]. Pembangunan *underground section* umumnya mempertimbangkan tiga aspek utama: kondisi geoteknik, metode konstruksi, dan kontrol deformasi. Kondisi geoteknik mencakup stratigrafi tanah, muka air tanah, permeabilitas, kohesi, sudut geser, dan konsolidasi. Studi awal menunjukkan bahwa survei geolistrik tahanan jenis efektif untuk mengidentifikasi lapisan bawah tanah sebagai dasar perancangan pondasi dan struktur penahan tanah pada proyek infrastruktur [13].

Pemahaman karakteristik tanah sangat penting karena memengaruhi desain penahan tanah dan metode penggalian. Di kawasan perkotaan padat, metode *cut and cover* yang dipadukan dengan *diaphragm wall* dan sistem strutting umum digunakan untuk menjaga kestabilan galian. Pada proyek MRT, metode *top-down* terbukti efektif mengurangi gangguan permukaan dan meningkatkan kestabilan selama konstruksi [14]. Pemilihan metode konstruksi dipengaruhi oleh kondisi tanah, ruang kerja, kedalaman galian, serta potensi dampak terhadap lingkungan sekitar.

Untuk menjamin keamanan struktur jangka panjang, pengukuran tekanan pori air tanah dan analisa hasil monitoring menjadi krusial, metode instrumentasi geoteknik yang baik telah ditunjukkan dalam penelitian pada bendungan, meskipun bukan proyek terowongan, sebagai praktik penting dalam mitigasi kerusakan [15].

Dengan demikian, kontrol deformasi yang cermat melalui instrumentasi geoteknik sangat penting untuk menjaga integritas struktural dan mencegah dampak negatif pada bangunan dan struktur sekitarnya.

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan desain studi kasus pada pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* Proyek MRT Jakarta Fase 2 Paket CP 203. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran faktual dan mendalam terkait tahapan pelaksanaan konstruksi, serta tingkat kesesuaian dengan spesifikasi teknis yang berlaku.

3.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- 1) Data primer, diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dan wawancara terstruktur dengan pihak pelaksana proyek seperti *site engineer*, *quality control*, dan mandor lapangan. Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data primer untuk mendapatkan informasi teknis, identifikasi kendala, serta penerapan sistem pengendalian mutu di lapangan. Observasi dilakukan untuk mendokumentasikan proses pelaksanaan secara aktual.
- 2) Data sekunder, didapat dari studi dokumen teknis proyek, termasuk gambar kerja (*shop drawing*), spesifikasi teknis, *method statement*, dan dokumen *quality control* harian. Data sekunder ini digunakan sebagai pembandingan pelaksanaan di lapangan dengan standar serta acuan prosedur yang berlaku.

3.2 Prosedur Penelitian

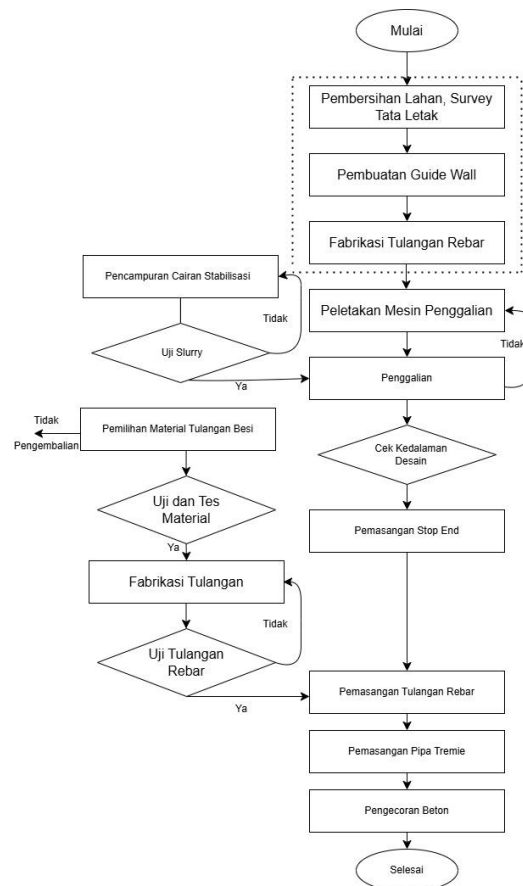
Prosedur penelitian diawali dengan penentuan lokasi studi kasus, penyusunan format observasi serta instrumen wawancara, dilanjutkan dengan pengumpulan data di lapangan, kemudian membandingkan hasil observasi dengan dokumen teknis melalui triangulasi. Seluruh data tersebut dianalisis secara deskriptif-kualitatif untuk mengidentifikasi tahapan pelaksanaan yang digunakan dan menilai kesesuaiannya dengan acuan teknis.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi panduan observasi dan daftar pertanyaan wawancara terstruktur, yang disusun berdasarkan standar pelaksanaan konstruksi dan aspek teknis pekerjaan *diaphragm wall*.

4 PEMBAHASAN

4.1 Metode Pelaksanaan



Gambar 2. Diagram Alir Pekerjaan *Diaphragm wall*

Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pembersihan lahan, perataan tanah, pengukuran titik, dan pembangunan *guide wall*. *Guide wall* berfungsi sebagai batas galian panel *diaphragm wall* dan panduan agar *excavator* bekerja presisi. Pada tahap ini juga disiapkan area untuk peralatan berat dan *rebar cage yard* sebagai lokasi fabrikasi tulangan.

A. Peralatan dan Material antara lain:

Tabel 1. Peralatan Konstruksi D-Wall

No.	Jenis Peralatan	Jumlah	Kapasitas	Model	Deskripsi
1	Excavation Grab Based Machine	1 unit	110 T	Bauer MC 86	
2	Diaphragm Wall Grab	1 set	Lebar 1200 dan 1400 mm	STEIN-K 1210 HD	
3	Excavation Grab	1 unit	60 T	Bauer GB 50	
4	Bauer Drilling Rig	1 unit	Maks D 2500 mm	BG 28	Antisipasi lap. keras
5	Crawler Crane	2 unit	85 T dan 60 T	KOBELCO CKS 800	Untuk instalasi CWS
6	Excavator	2 unit	0,8 m ³	Kobelco SK-200	

7	Wheel Loader	1 unit	15.480-15.870 kg	Komatsu WA-320	
8	Dump Truck	2 unit	7 m ³	Toyota Dyna	
9	Pipa Tremie	2 set			Metode pipa tremie
10	Stop-End	6 unit	Panjang minimal 28m		
11	Slurry Polymer Mixing Plant	1 unit		Bauer Mixing Plant	
12	Mesin Desander	2 unit	250 m ³ /jam	BE-250/BE-150	
13	Water Container	2 unit		Bauer water container 20'	
14	Slurry Polymer Pump	20 unit		Diaphragm pump	Untuk recycling
15	Line piping	1250 m		HDPE pipa 4" & 6"	
16	Air Compressor	12 unit		Airman	Minimal 7 bar
17	Total Station	2 unit		Sokkia IM52	

Sebelum pembangunan dinding diafragma, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu, yaitu:

1. Survei dan Pemetaan

Dari survei pra-kondisi dan kadastral, titik kontrol dipasang pada objek permanen sebagai acuan posisi *diaphragm wall*. Koordinat sudut dinding dari berkas CAD diukur dengan Electronic Total Station dan diberi tanda paku baja atau tiang. Offset dipasang pada dua arah tegak lurus, dengan hubungan antar titik dicatat untuk memudahkan pelacakan bila titik kontrol hilang.

2. Pembuatan Lubang Tanah (Soil Pits)

Lubang tanah yang dipasang berfungsi sebagai struktur bawah tanah beton bertulang (RC) untuk menampung material galian dan nantinya akan ditutup oleh dek metro sebagai bagian dari struktur atas. Di lokasi proyek direncanakan tiga lubang tanah, masing-masing berkapasitas 180 m³.

Pembuatan Dinding Panduan (*Guide Wall*)

Dinding panduan dibangun di permukaan tanah sebelum penggalian untuk memastikan posisi, keselarasan, dan vertikalitas *diaphragm wall* serta mengarahkan alat saat penggalian awal. Struktur ini berupa beton bertulang yang dituang hingga level platform kerja, dengan penyesuaian jika diperlukan. Dinding panduan juga memberi dukungan saat pemasangan kerangka baja. Pekerjaan dilakukan berurutan sesuai segmen *diaphragm wall* di lokasi proyek.



Gambar 3. Konstruksi Dinding Panduan

Pembuatan Kerangka Baja

a) Prosedur Pembuatan Kerangka Baja

Pembuatan kerangka baja dilakukan dengan memastikan seluruh tulangan memenuhi spesifikasi teknis dan memiliki sertifikat mutu. Setiap elemen tulangan dirakit sesuai detail pada gambar konstruksi yang telah disetujui, sehingga bentuk dan dimensinya sesuai dengan desain struktur. Kerangka baja kemudian dirakit di platform sesuai gambar berikut, dengan prosedur fabrikasi sebagai berikut:

1. Pengelasan batang sementara
2. Penataan besi tulangan distribusi luar
3. Perakitan besi tulangan utama luar
4. Perakitan dan pengelasan rangka penguat & kait gantung
5. Perakitan besi tulangan utama bagian dalam dan besi tulangan utama pelat (penghubung)
6. Pemasangan besi tulangan di dalam struktur dan rangka besi tulangan secara keseluruhan
7. Pemasangan besi tulangan geser



Prosedur 1, 2, 3



Prosedur 5, 6, 7



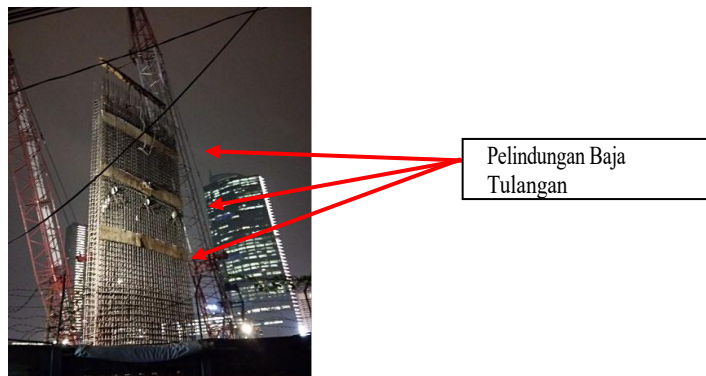
Gambar 4. Pembuatan Tulangan Baja

b) Spacer Jarak

Spacer beton akan digunakan sebagai spacer jarak untuk D-Wall, yang akan sesuai dengan OCS S.CI. Spacer ini akan diproduksi di lokasi. Beton yang digunakan sama dengan D-Wall dan kekuatannya. Spacer ini akan dipasang dengan dua besi tulangan horizontal menggunakan kawat pengikat.

c) Metode Pengeringan untuk Baja Tulangan Lantai

Karena sambungan mekanis untuk besi tulangan pelat dipasang pada kerangka besi tulangan sebelumnya, pekerjaan pengikisan di titik sambungan diperlukan saat membangun pelat. Oleh karena itu, papan kayu lapis dengan ketebalan 9 mm akan digunakan untuk mencegah kerusakan sambungan mekanis dan mengurangi



tenaga kerja pengangkatan beton.

Gambar 5. Pelindung tulangan plat

d) Pemasangan peralatan pemantauan

1. Selubung inclinometer

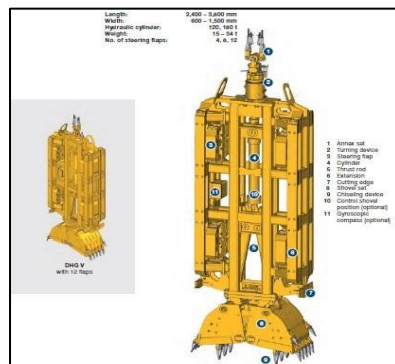
Selubung inclinometer yang dilengkapi tutup di kedua ujungnya untuk mencegah masuknya beton akan dipasang pada kerangka besi tulangan dinding diafragma. Inclinometer dipasang dalam selubung tersebut untuk memantau kemiringan selama pekerjaan penggalian stasiun. Inclinometer yang digunakan adalah pipa baja berdiameter 135 mm dan pipa ABS.



Gambar 6. Pemasangan casing inclinometer pada kerangka baja tulangan

Pemasangan Hydraulic Grab

Genggaman hidraulik tipe DHG V dari Bauer digunakan untuk pekerjaan D-Wall dan dipasang pada crane beroda rantai, dengan bak digerakkan oleh tali baja. Alat ini memiliki daya silinder 1.200–1.800 kN dan sistem pemasangan sederhana yang memungkinkan pergantian silinder serta penambahan beban dengan cepat. Vertikalitas parit dipantau menggunakan sistem B-Tronic yang memeriksa posisi grab secara real time melalui inklinometer pada sumbu x dan y, dengan data ditampilkan di monitor kabin dan dapat disimpan untuk evaluasi. Setelah penggalian, deviasi parit dicek kembali melalui survei terpisah. Ukuran grab disesuaikan dengan lebar parit, dan pada proyek ini digunakan rahang selebar 1200–1400 mm..



Gambar 7. Hydraulic Grab

Pencampuran Larutan Polimer

Polimer anionik berbentuk granular kering digunakan sebagai cairan stabilisasi yang, setelah dicampur air, menghasilkan larutan jernih dan kental untuk menjaga kestabilan galian tanpa tanah liat. Sifat alir rendah dan kekuatan gelnya membantu mengumpulkan endapan tanah serta memberi kohesi tinggi pada pasir dan kerikil, sehingga parit tetap stabil selama penggalian. Dosis polimer ditentukan melalui uji coba awal dan disesuaikan selama pekerjaan untuk memastikan stabilitas lubang bor yang optimal.

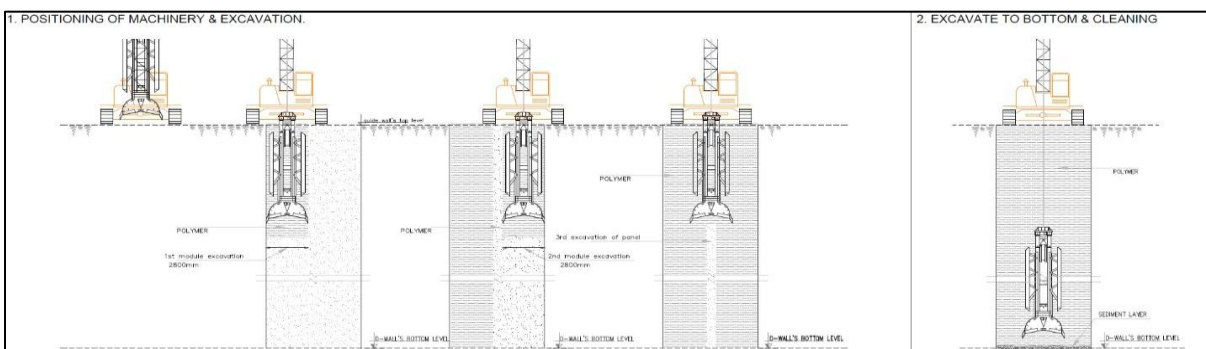
Penggalian Panel

Penggalian panel dilakukan dengan grab hidraulik berbentuk persegi panjang yang dipasang pada crane crawler. Selama penggalian, level lumpur polimer dijaga dekat bagian atas guide wall dan dipantau untuk mendeteksi kehilangan polimer. Jika level turun tiba-tiba, pekerjaan harus dihentikan karena menandakan adanya anomali, dan tindakan lanjut ditentukan oleh Manajer Konstruksi dan Manajer Proyek. Kondisi tanah dicatat secara berkala, dengan sampel tanah terganggu sebagai satu-satunya sampel yang dapat diambil. Crane harus dijaga pada jarak aman dari tepi parit, dan pergerakannya diawasi ketat. Panel yang digunakan terdiri dari panel utama, sekunder, dan penutup, yang penataannya harus direncanakan dan disetujui sesuai batasan teknis dan kondisi proyek.



Gambar 8. Penggalian D-Wall

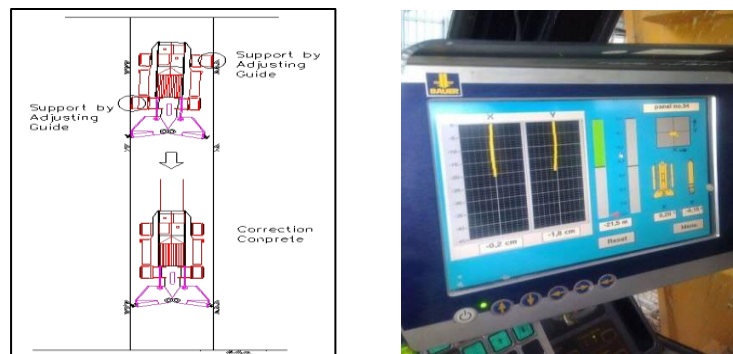
a) Urutan Penggalian



Gambar 9. Urutan Penggalian

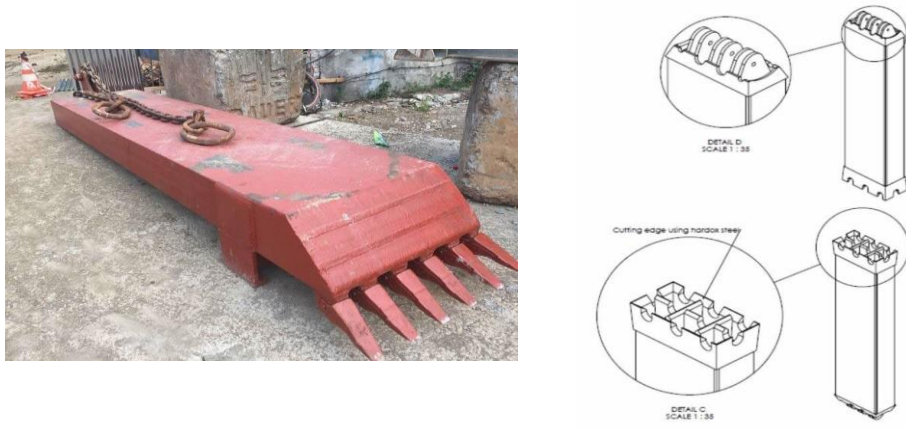
b) Vertikalitas Panel

Grab dilengkapi sistem pemantauan vertikalitas dengan inklinometer presisi tinggi yang mengirim data ke CPU. CPU menghitung kemiringan sepanjang kedalaman dan menampilkan penyimpangan real-time pada kedua sumbu. Dengan sistem ini, operator dapat segera mengoreksi deviasi sehingga penggalian diaphragm wall dapat dilakukan dengan akurasi tinggi.



Gambar 10. Panel Pemantauan Vertikalitas

Setelah penyelesaian penggalian, salah satu alat penggalian diturunkan dari permukaan hingga kedalaman akhir secara beroperasi terus-menerus, yang memungkinkan survei tambahan yang independen dan sangat akurat dari parit yang digali. Karena semua pergerakan alat penggalian yang disebabkan oleh proses penggalian telah dihilangkan. Jika penyimpangan melebihi batas toleransi yang ditentukan (1:100), parit diperbaiki menggunakan pahat pemotong



Gambar 11. Pahat Pemotong

Selain itu, uji koden dapat dilakukan untuk memeriksa vertikalitas panel. Jumlah dan lokasi uji koden harus dibahas dan disepakati oleh kedua belah pihak sebelum dimulainya pekerjaan.

c) Pengecekan Vertikalitas dan Kedalaman

Pengecekan vertikalitas dan kedalaman harus dilakukan selama dan setelah penggalian dengan pendekatan sebagai berikut.

1. Pengecekan Kedalaman Selama Penggalian

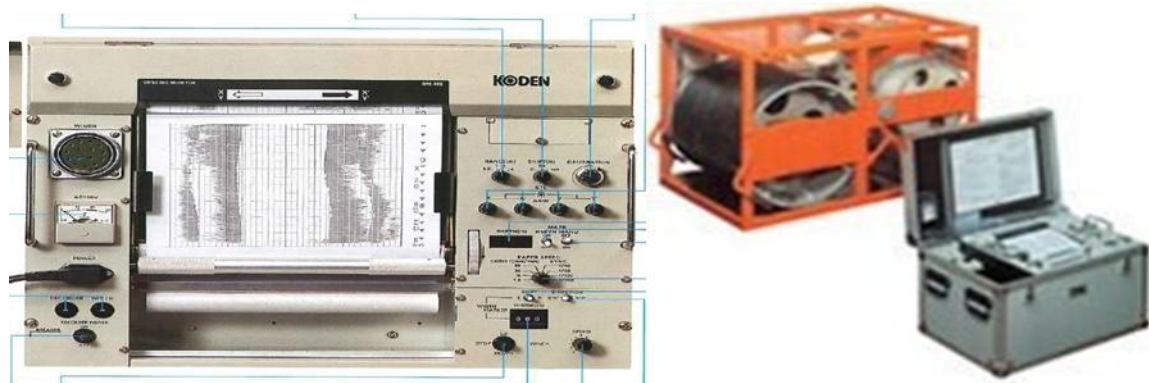
Sebelum memulai penggalian, tanda pita akan dipasang pada selang hidrolis yang terpasang pada ember penggalian hidrolis untuk memverifikasi kedalaman secara visual. Operator mesin harus selalu memverifikasi ketinggian penggalian dengan tanda ini dan indikator lain.

2. Pengecekan Kedalaman Setelah Penggalian

Setelah hampir menyelesaikan penggalian, konfirmasi sederhana kedalaman penggalian akan dilakukan dengan plumb bob. Setelah itu, penggalian akan dilanjutkan hingga kedalaman yang diperlukan. Setelah selesai penggalian, kedalaman dan vertikalitas akan dikonfirmasi menggunakan perangkat gelombang ultrasonik (Uji Koden). Titik pengukuran ada tiga, yaitu di kedua sisi dan tengah lubang penggalian.

Perangkat uji Koden beroperasi berdasarkan prinsip gelombang ultrasonik yang dipantulkan. Perangkat uji Koden terdiri dari probe sensor (untuk menerima dan mengirimkan gelombang ultrasonik) yang terhubung ke kabel dan komputer yang digunakan untuk mengumpulkan dan mencetak data. Probe ditempatkan tepat di tengah lubang galian. Pada awal uji, probe diturunkan ke dalam lubang galian, yang memancarkan gelombang

ultrasonik yang memantul dari dinding lubang galian dan mengumpulkannya. Berdasarkan waktu dan kecepatan gelombang ultrasonik, jarak gelombang ultrasonik akan dihitung, sehingga menghasilkan bentuk lubang galian.



Gambar 12. Uji Kodan

3. Pengecekan Kedalaman sebelum Pemasangan Beton

Pengecekan kedalaman akan dilakukan kembali setelah pemasangan kerangka besi dan pipa tremie. Jika lumpur mengendap akibat waktu, lumpur tersebut harus dihilangkan dengan pompa udara menggunakan pipa tremie.

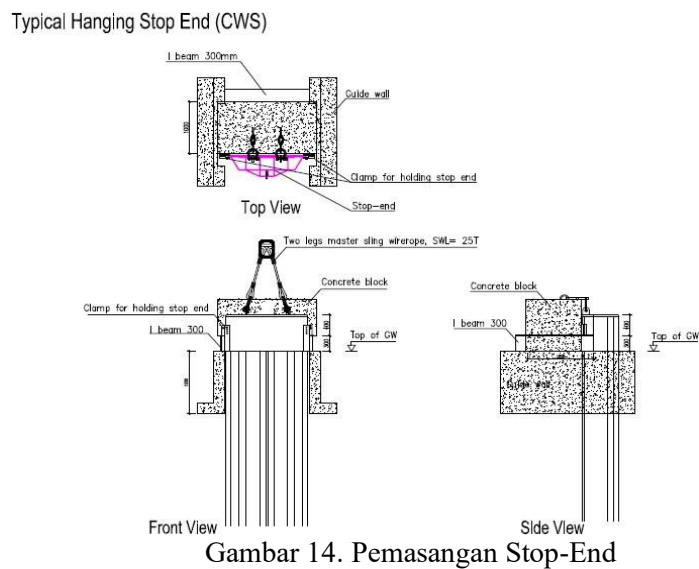


Gambar 13. Uji Kodan

Pemasangan Ujung Penutup

Stop-end terbuat dari baja dan berfungsi sebagai bentuk ujung vertikal pada panel, yang ketika dilepas akan membentuk "keyway" pada ujung panel. Penghalang air dimasukkan ke dalam slot kontinu di ujung penghenti sebelum pemasangan ujung penghenti ke dalam galian panel. Ujung penghenti dan penghalang air hanya boleh menjulur hingga kedalaman yang cukup untuk mencegah aliran air masuk ke dalam galian. Secara umum, penghalang air tidak menjulur lebih dari 1 atau 2 meter di bawah kedalaman maksimum galian

Setelah penggalian panel utama, stop-end diturunkan ke setiap ujung panel; stop-end tersebut dilengkapi dengan penahan air. Beton kemudian dituang melawan stop-end. Stop-end akan ditempatkan di dinding panduan dengan beban penyeimbang untuk posisi tetap stop-end.

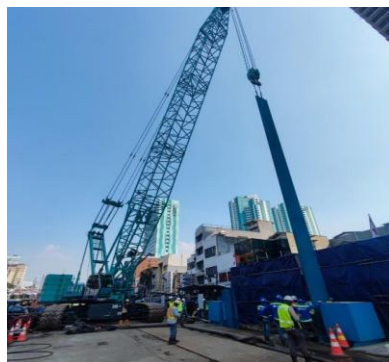


Gambar 14. Pemasangan Stop-End

Selama penggalian panel sekunder, stop-end dilepas menggunakan kombinasi pemotongan dan pengelupasan dari panel sebelumnya. Setelah dilepas, stop-end dibersihkan, agen pelepas diaplikasikan, penghalang air dimasukkan, dan kemudian diposisikan kembali di ujung panel.



Gambar 15. Sambungan D-Wall



Gambar 16. Pemasangan CWS

Pemasangan Kerangka Baja

Setelah penyelesaian penggalian parit dan daur ulang, kerangka penguat prefabrikasi diturunkan ke dalam parit hingga kedalaman yang ditentukan oleh spesifikasi dan gambar konstruksi. Bagian-bagian individu dari kerangka penguat akan diangkat ke posisi dan disambung di atas parit. Jika memungkinkan dan jika batasan waktu tidak menghalanginya, kerangka dapat dipasang dalam satu bagian prefabrikasi. Untuk kerangka yang perlu dipasang dalam beberapa bagian, bagian-bagian tersebut harus disambung saat diturunkan ke dalam parit, dengan cara tumpang tindih batang longitudinal menggunakan U-bolt atau teknik lain yang disetujui untuk penyambungan kerangka penguat, seperti pengelasan. Dalam proyek ini, penyambungan akan dilakukan menggunakan U-bolt dan coupler.



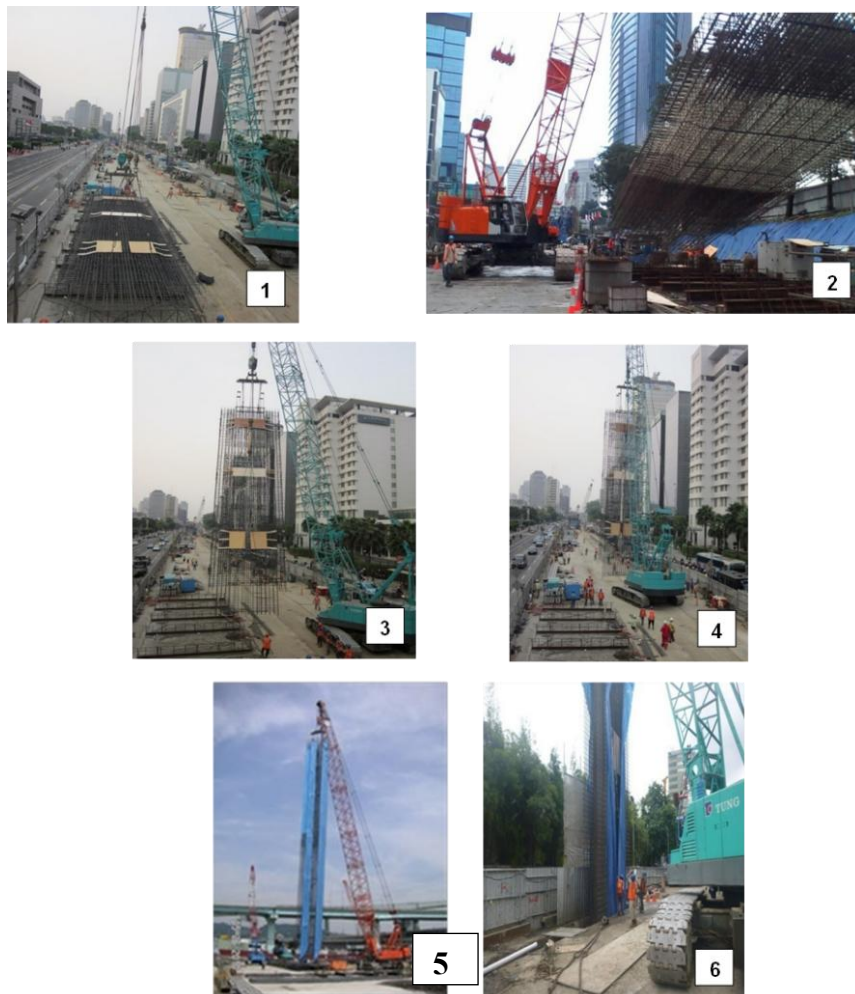
Gambar 17. Pemasangan Kerangka Baja

Prosedur penempatan dan pengangkutan kerangka baja tulangan sebagai berikut:

- a) Setelah penggalian selesai, kerangka baja akan diturunkan ke dalam parit penggalian menggunakan crane dengan bantuan balok angkat, kait angkat, dan sistem katrol.
- b) Gantungan angkat dan batang penguat tambahan harus dipasang sebagai bagian dari kerangka penguat untuk memudahkan dan memastikan pengangkatan yang aman.
- c) Letakkan crane di samping arah longitudinal kerangka penguat dan tunjukkan petugas sinyal
- d) Untuk pengangkatan kerangka baja dengan panjang tipikal (17-18 m), penguatan pengangkatan akan dipasang pada batang utama di lokasi pengangkatan. Setelah itu, sistem katrol dengan tali baja dan pengait akan dihubungkan ke penguat pengangkatan, dan beberapa kait pengangkatan akan dipasang di bagian atas kerangka penguat. Kemudian, crane akan mengangkat kerangka secara mandiri dengan bantuan tambahan dari balok pengangkat, kait pengangkatan, dan kombinasi katrol dan tali baja.
- e) Pengecekan keselarasan kerangka baja tulangan dan posisi bahan tertanam harus dilakukan pada awal proses pengangkatan kerangka baja tulangan secara horizontal. Pekerjaan pengangkatan harus dihentikan jika terdapat deformasi pada baja tulangan atau bahan tertanam lainnya. Pekerjaan pengangkatan dapat dilanjutkan setelah tindakan yang sesuai telah diambil.
- f) Saat kerangka baja individu diturunkan ke dalam parit galian, mereka digantung di bagian atas dinding panduan menggunakan batang gantung dan balok H (H-100x100). Ketika kerangka baja yang telah disambung dengan kerangka atas, batang gantungan akan dilepaskan dan kerangka akan ditempatkan sesuai

dengan elevasi gambar. Selanjutnya, kerangka akan berada di atas dinding panduan dengan balok H (H-100x100) dan pelat gantungan.

- g) Tingkat yang benar dari kerangka penguat harus dicapai dengan menggantungnya dari bagian atas dinding panduan menggunakan batang gantung yang diukur dan balok penyangga
- h) Jika diperlukan, penghubung atau batang awal juga harus dipasang di lokasi yang sesuai dalam kerangka untuk memungkinkan sambungan pelat. Di lokasi sambungan pelat, blok-blok papan tipis yang dipasang dengan bingkai dan penutup yang sesuai harus dipasang pada kerangka di zona yang akan terekspos setelah penggalian untuk memudahkan akses ke penghubung atau batang awal dan konstruksi sambungan pelat.
- i) Spacer berbentuk sled beton dengan luas permukaan yang cukup, biasanya berukuran 290mm tinggi x 85mm lebar dengan jarak vertikal 3,0m (penataan tipikal; untuk detail merujuk pada gambar konstruksi yang disetujui) dan 2 buah di setiap sisi kandang tunggal, akan dipasang di luar kandang penguat untuk memastikan penutup beton yang benar sesuai dengan Spesifikasi. Spacer akan diproduksi di lokasi dari beton dengan kualitas yang sama dengan beton dinding diafragma



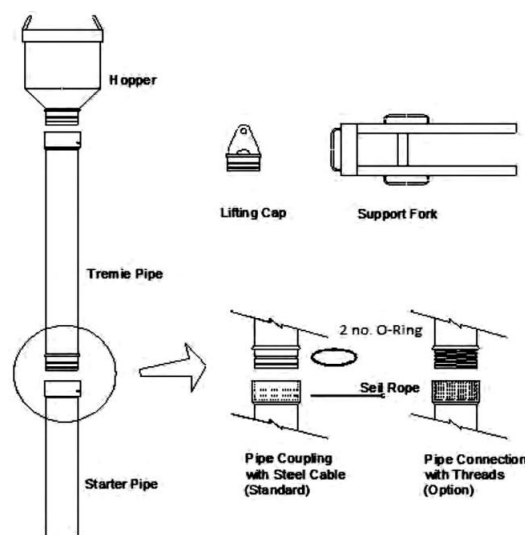
Gambar 18. Pemasangan Kerangka Baja

Pemasangan Pipa Tremie

Jumlah pipa tremie akan ditentukan terutama berdasarkan panjang panel individu yang akan dicor. Biasanya, untuk panel dengan panjang hingga 4,5 meter, digunakan satu pipa tremie, sedangkan untuk panel yang lebih panjang dari 4,5 meter, digunakan dua pipa tremie.

Satu sistem pipa tremie terdiri dari:

- 1 hopper dengan tali angkat
- Pipa tremie berdiameter 250 mm dengan panjang 0,5 – 4 m
- 1 tutup pengangkat
- 1 garpu penyangga tremie untuk menggantung rangkaian tremie dinding panduan
- O-ring Bersama dengan pelumasan berat akan memastikan kedap air pada sambungan bagian pipa tremie.



Gambar 19. Sistem Pipa Tremie

Sambungan pipa tremie dilengkapi dengan O-ring untuk memastikan kedap air yang tepat, sehingga mencegah masuknya campuran polimer selama operasi pengecoran beton. Sistem yang diusulkan telah terbukti keandalannya selama bertahun-tahun dan hingga kedalaman 120 meter.

Pengecoran Beton

Beton harus disuplai sesuai spesifikasi dan memiliki slump sesuai yang diperlukan pada saat penempatan. Beton harus ditunda sedemikian rupa sehingga kelayakan kerja dan slump dapat dipertahankan minimal 10 jam setelah tiba di lokasi. Kelas beton yang direncanakan untuk D-Wall adalah $f_c' 40$ Slump 20 ± 2 cm.

- Beton disuplai menggunakan truk dengan laju yang menjaga aliran konstan melalui pipa tremie.
- Sebelum pengecoran, pemisah styrofoam ditempatkan di dalam tremie untuk mencegah pencampuran polimer dan beton awal.
- Rangkaian pipa tremie diposisikan oleh crane dan panjangnya harus mencapai 300 mm di atas dasar galian.
- Beton dituangkan langsung dari truk mixer ke hopper tremie.

5. Ujung tremie harus selalu terendam minimal 3 m dalam beton segar; pipa dilepas bertahap mengikuti kenaikan beton.
6. Pada panel besar dengan dua tremie, masing-masing tremie diisi secara independen namun bersamaan, sambil memastikan permukaan beton naik merata.
7. Beton yang masuk menggantikan slurry polimer yang dipompa kembali ke tangki/silo.
8. Pengecoran dilakukan hingga mencapai dinding panduan atau minimal 1,0 m di atas elevasi desain.
9. Level beton dan panjang tertanam tremie diukur terus-menerus pada 2–3 titik setiap selesai penuangan truk.
 - a) Kecepatan pengecoran sekitar 40–50 m³/jam.
 - b) Seluruh data kedalaman tremie, level beton, volume, dan kecepatan pengecoran dicatat secara berkelanjutan.



Gambar 20. Proses Pengecoran

Pembuangan Tanah

Tanah atau lumpur hasil galian dari kegiatan galian akan ditempatkan di kolam tanah untuk kemudian dibuang ke area pembuangan tanah yang telah disetujui di luar lokasi proyek. Truk pengangkut tanah yang dibuang harus ditutupi dengan terpal biru untuk mencegah tanah tersebar, terutama saat membuang ke area yang telah ditentukan di luar lokasi proyek pada malam hari.

5 KESIMPULAN

Studi ini mengungkapkan pentingnya pemahaman mendalam tentang metode pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* dalam proyek konstruksi MRT Jakarta. Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan menjadi panduan utama bagi tim pelaksana proyek untuk menjalankan setiap tahap pekerjaan sesuai standar yang telah ditetapkan. Langkah-langkah implementasi yang terperinci, evaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kesuksesan, serta penerapan teknik khusus menjadi fokus utama penelitian ini. Dengan demikian, pemahaman yang lebih mendalam tentang metode ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi para profesional konstruksi dalam melaksanakan proyek-proyek serupa di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kurniawan, “Analisis Kinerja Pekerjaan Pembesian dan Bekisting Pada Proyek Pembangunan Hotel,” *Andalan J. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–14, Oct. 2025, Accessed: Dec. 03, 2025. [Online]. Available: <https://journal.andalanpublisher.id/index.php/AJET/article/view/8>

- [2] F. N. RAKHIMA, “RE-ENGINEERING PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Klinik Prodia Palembang),” 2024.
- [3] M. Alfaridzi and D. Yatmadi, “PELAKSANAAN PEKERJAAAN PENGGALIAN TANAH *DIAPHRAGM WALL* STASIUN KOTA PADA PROYEK MRT FASE 2A CP 203 DENGAN METODE SLURRY WALL,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 158–166, 2023, Accessed: Nov. 15, 2025. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/2148>
- [4] F. R. 2201321068, “PELAKSANAAN PEKERJAAN *DIAPHRAGM WALL* DENGAN METODE SLURRY WALL PADA ENTRANCE 3 STASIUN KOTA PROYEK MRT FASE 2A CP 203 (GLODOK – KOTA),” Jul. 2025.
- [5] S. Silvianengsih, M. Misriani, M. Natalia, G. Ihdini, and J. Fadila, “ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH SECANT PILE DENGAN *DIAPHRAGM WALL* PADA PROYEK REVITALISASI TAMAN ISMAIL MARZUKI,” *FROPIL (Forum Prof. Tek. Sipil)*, vol. 11, no. 2, pp. 102–111, Dec. 2023, doi: 10.33019/fropil.v11i2.5021.
- [6] M. Alfaridzi, “PELAKSANAAN PEKERJAAAN PENGGALIAN TANAH *DIAPHRAGM WALL* STASIUN KOTA PADA PROYEK MRT FASE 2A CP 203 DENGAN METODE SLURRY WALL,” Aug. 2023.
- [7] R. D. Baskara, M. Solikin, S. Sunarjono, and S. R. Harnaeni, “KAJIAN KINERJA DINDING PENGARAH REMBESAN DAN TES PERMEABILITAS DIAFRAGMA WALL PADA HILIR BENDUNGAN TUGU,” *Wahana Tek. Sipil J. Pengemb. Tek. Sipil*, vol. 28, no. 1, pp. 35–50, Jun. 2023, doi: 10.32497/WAHANATS.V28I1.4560.
- [8] V. Rizki, E. Putri, R. Roesyanto, G. Cynthia, R. Hasibuan, and R. Surbakti, “The Analysis of Lateral Deformation of *Diaphragm wall* by Using 2-Dimensional Finite Element Method in Basement Construction of the BRI Tower Medan,” *ASTONJADRO*, vol. 13, no. 3, pp. 916–921, Sep. 2024, doi: 10.32832/ASTONJADRO.V13I3.16027.
- [9] N. P. Irwan, “PENENTUAN POTENSI PENGEMBANGAN KAWASAN BERORIENTASI TRANSIT DI SEKITAR TITIK TRANSIT MRT JAKARTA,” *J. Transp.*, vol. 23, no. 1, pp. 53–70, Apr. 2023, doi: 10.26593/JTRANS.V23I1.6689.53-70.
- [10] H. S. Hasibuan, A. Sodri, and R. Harmain, “The Carrying Capacity Assessment of Two MRT Stations Transit-Oriented Development Areas in Jakarta,” *Indones. J. Geogr.*, vol. 53, no. 1, pp. 78–86, Apr. 2021, doi: 10.22146/IJG.51968.
- [11] K. A. RIZQULLAH and H. Fitriani, “ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PEMBANGUNAN *DIAPHRAGM WALL* (STUDI KASUS PROYEK MASS RAPID TRANSIT JAKARTA),” Jul. 2025.
- [12] Y. Yessy and L. S. Tediato, “ANALISIS TEGANGAN PADA TEROWONGAN BAWAH TANAH DENGAN METODE ELEMEN HINGGA,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 3, no. 4, pp. 1223–1232, Nov. 2020, doi: 10.24912/JMTS.V3I4.8286.
- [13] O. E. Kanyawan and Z. Zulfian, “Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis sebagai Informasi Awal Rancang Bangun Pondasi Bangunan,” *Prism. Fis.*, vol. 8, no. 3, pp. 196–202, Dec. 2020, doi: 10.26418/PF.V8I3.43675.
- [14] S. M. Riyanto and M. M. Ahmad, “PELAKSANAAN PEKERJAAN EXCAVATION DENGAN METODE TOP DOWN PADA PROYEK MRT,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 98–106, 2023, Accessed: Nov. 15, 2025. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/2141>
- [15] A. Frinandy and V. D. Y. B. Ismadi, “Analisa Hasil Monitoring Instrumentasi Geoteknik Sebagai Keamanan Tubuh Bendungan Sadawarna,” *J. Profesi Ins. Indones.*, vol. 1, no. 8, pp. 333–338, Jan. 2025, doi: 10.14710/JPII.2023.23911.