



Penerapan *Open Face Jacking* Pemasangan RCP Diameter 600 mm pada Trase Lapisan Tanah Keras-Batuan

Nabil Izza Abdullah^{1,2,*}, Syafrudin¹, Sulardjaka¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia

²Balai Prasarana Permukiman Wilayah Sumatera Selatan
Jl. Rambutan Dalam No.1, 30 Ilir, Kec. Ilir Barat II, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*)Corresponding author: nabilbilbod@gmail.com

(Received: March 15, 2024; Accepted: April 12, 2024)

Abstract

Application of Open Face Jacking Installation of 600 mm Diameter RCP on Hard Soil-Rock Layer Traces. “Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang paket B2 B” is part of the Palembang City Sewerage Project, which focuses on several installation works for wastewater piping towards the wastewater pump station. One of the scope of work includes the installation of gravity pipes using trenchless methods with an auger slurry jacking mechanism for primary channels using concrete pipes with diameters of 450, 600, and 1000 mm. During the implementation of the RCP jacking for B2 B package, the issue only arises on the 600 mm RCP pipe in an area where there is hard soil and rocks, precisely in the middle span of the MH 3001-MH 3002 section. The installation of RCP 600 mm using ISEKI machine series TCL600 from the Japanese manufacturer couldn't be completed to the arriving pit MH 3002. This can be proven by the jacking data records, which include several machine performance indicators that have been operating close to the safe limit, and additional soil investigations were conducted, including soil penetration tests and geoelectric surveys to validate the presence of hard soil and rocks. After conducting value engineering, evaluating machine data records, and most importantly considering the overall completion time limit of Package B2 B. So for completion of the MH 3001-MH 3002 section is using open-face jacking method, which resulted from mutual agreement among several stakeholders (owner, consultant, service provider, and vendor) to ensure the wastewater network system can operate well and the Package B2 B is completed before the contract expires.

Keywords: trenchless, auger slurry jacking, RCP jacking 600 mm, open face jacking

Abstrak

Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2 B adalah bagian dari *Palembang City Sewerage Project* yang mana berfokus pada beberapa pekerjaan pemasangan instalasi perpipaan air limbah menuju pada *wastewater pump station*. Salah satu lingkup pekerjaan yaitu pemasangan pipa gravitasi dengan metode *trenchless* menggunakan mekanisme *auger slurry jacking* untuk saluran primer menggunakan pipa beton diameter 450, 600, dan 1000 mm. Dalam pelaksanaan RCP *jacking* paket B2 B, permasalahan hanya timbul pada pipa RCP 600 mm yaitu terdapat trase yang berada pada lapisan tanah keras-batuan tepatnya pada tengah bentang trase MH 3001-MH 3002. Pekerjaan RCP *jacking* 600 mm menggunakan mesin ISEKI seri TCL600 dari pabrikan Jepang tidak dapat menyelesaikan hingga *arriving pit* MH 3002. Hal tersebut dapat dibuktikan pada *record data jacking* yang meliputi beberapa indikator performa mesin yang sudah bekerja mendekati batas aman. Selain itu dilakukan *soil investigation* tambahan berupa *soil penetration test*, dan geolistrik yang memvalidasi bahwa benar terdapat lapisan tanah keras-batuan. Setelah dilakukan *value*

engineering, evaluasi *record data* mesin, dan yang terpenting melihat batas waktu penyelesaian kontrak paket B2 B secara keseluruhan, dipilih metode penyelesaian trase MH 3001-MH 3002 dengan *open face jacking* yang merupakan hasil kesepakatan bersama di antara beberapa *stakeholders* (*owner*, konsultan, penyedia jasa, dan juga vendor) agar sistem jaringan air limbah dapat berjalan, dan pekerjaan paket B2 B selesai sebelum kontrak berakhir.

Kata kunci: *trenchless, auger slurry jacking, RCP jacking 600 mm, open face jacking*

How to Cite This Article: Abdullah, N. I., Syafrudin, S., Sulardjaka, S. (2024). Penerapan Open Face Jacking Pemasangan RCP Diameter 600 mm pada Trase Lapisan Tanah Keras-Batuan. *JPII*, 2(2), 127-135. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.23913>

PENDAHULUAN

Palembang City Sewerage Project (PCSP) merupakan program kerja sama antara Pemerintah Indonesia dengan Pemerintah Australia yang bertujuan untuk membantu meningkatkan kesehatan, produktivitas, serta menurunkan angka stunting penerima manfaat bagi warga Kota Palembang dengan membangun Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) skala kota dengan kapasitas 22.000 m³/hari yang dapat berfungsi secara berkelanjutan, serta direncanakan akan melayani 11.000 sambungan rumah. PCSP dilaksanakan menggunakan multisumber pendanaan yang terdiri atas Dana Hibah dari Pemerintah Australia (DFAT), APBN melalui Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR, dan APBD Pemerintah Kota Palembang dan APBD Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan. Proyek ini dilatar belakangi oleh beberapa kasus meliputi; penanganan air limbah yang kurang memadai di Kota Palembang, kualitas air Sungai Musi yang buruk, pengolahan air limbah yang kurang memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke Sungai Musi.

“Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2 B” ialah bagian dari PCSP secara keseluruhan. Salah satu lingkup pekerjaan dari paket B2 B yaitu pemasangan pipa gravitasi (saluran primer) secara *trenchless* menuju stasun pompa dengan menggunakan material RCP (*Reinforced Concrete Pipe*) diameter 450, 600, dan 1000. Adapun lokasi pekerjaan saluran primer berada pada jalanan utama atau protokol Kota Palembang yang berpotensi menyebabkan kemacetan dan masalah sosial lainnya jika tidak dapat diselesaikan tepat waktu. Selain itu, pekerjaan pemasangan saluran primer harus diselesaikan sebelum kontrak berakhir dikarenakan jika tidak terlaksana, sistem jaringan tidak dapat beroperasi, dan paket-paket pekerjaan lanjutan tidak bisa dilakukan.

Dalam pekerjaan pemasangan pipa secara *trenchless*, hal pertama yang dilakukan ialah melakukan *soil investigation* berupa *soil penetration test* di setiap *pit* atau *manhole* yang sudah tercantum dalam kontrak, selanjutnya ditetapkan alat *jacking* yang tepat untuk melakukan pekerjaan *RCP jacking* dengan memperhatikan ketersediaan vendor maupun alat yang tersedia di Indonesia. Dengan dilakukan *soil investigation* hanya di tiap *pit* berpotensi menimbulkan beberapa

masalah jika pada tengah bentang saluran primer ditemukan lapisan tanah keras-batuan yang dapat menghambat produktivitas pelaksanaan *jacking*. Menurut dokumen perencanaan PCSP yang diterbitkan oleh konsultan internasional, desain saluran primer yang dilalui cenderung pada karakteristik tanah *clay-silt* dari *normal to medium*.

Dalam pelaksanaan *jacking* pada saluran primer RCP diameter 450 dan 1000 tidak ditemukan permasalahan dan dapat diselesaikan sesuai dengan rencana pekerjaan, serta sesuai dengan iterasi pendekatan *soil penetration test* di setiap *pit*, dan dokumen perencanaan. Namun permasalahan timbul pada saluran primer RCP 600 dimana pada saat pelaksanaan *jacking* ditemukan lapisan keras-batuan di tengah bentang MH 3001-MH3002. Hal tersebut tidak dapat diteruskan pemasangannya dengan mesin ISEKI TCL 600 konfigurasi *normal cuuter head*, serta menghilangkan produktivitas pemasangan dari delapan RCP per hari menjadi nol. Mengingat masa kontrak proyek paket B2 B yang hanya tersisa beberapa bulan, serta terdapat beberapa saluran primer RCP 600 yang harus diselesaikan lainnya dengan mesin ISEKI TCL 600, diperlukan perubahan metode untuk penyelesaian trase MH 3001-MH 3002 dengan kasus khusus. Setelah dilakukan *value engineering*, evaluasi *record data* mesin, dan melihat batas waktu penyelesaian kontrak paket B2 B secara keseluruhan, dipilih metode penyelesaian dengan *open face jacking* yang merupakan hasil kesepakatan bersama di antara beberapa *stakeholders* terkait (*owner*, konsultan, penyedia jasa, dan juga vendor).

Pemilihan judul studi kasus “Penerapan *Open Face Jacking* Pemasangan RCP 600 pada Trase Lapisan Tanah Keras-batuan” diangkat oleh penulis dengan tujuan agar penyelesaian proyek B2 B tidak melebihi waktu kontrak yang telah disepakati.

METODE PENELITIAN

Jenis atau metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode studi kasus bersifat deskriptif. Semua data-data dan informasi merupakan data yang komprehensif dan menjadi poin utama dalam penelitian ini.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dimulai pada pembahasan materi yang meliputi metode-metode pekerjaan *trenchless* pemasangan pipa gravitasi air limbah dan jenis mesin yang digunakan. Selanjutnya pembahasan terkait lokasi pengambilan data untuk penelitian studi kasus dan pembahasan terhadap permasalahan serta solusi atau penyelesaian masalah tersebut. Penelitian ini diformulasikan dengan menggunakan pendekatan studi kasus, dengan membuat perencanaan penyelesaian permasalahan pemasangan pipa secara *trenchless* menggunakan metode *auger slurry jacking* pada karakteristik tanah keras-bebatuan hingga penerapan metode untuk mengatasi permasalahan tersebut pada Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2 B dari beberapa aspek

Pengumpulan Data

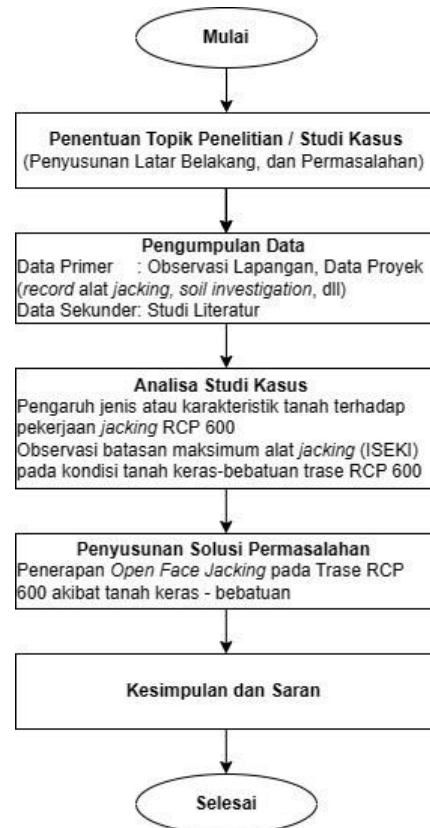
Metode pengumpulan data adalah cara dan bagaimana data yang diperlukan dapat dikumpulkan sehingga hasil akhir penelitian mampu menyajikan informasi yang valid dan reliable. Pada studi ini, penulis menggunakan metode pengumpulan data dengan cara observasi langsung di proyek, wawancara dokumentasi, dan studi literatur.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2 B, pada trase pipa primer gravitasi/*trenchless* RCP 600 mm di Jalan Kolonel Atmo, Kelurahan 17 Ilir, Kecamatan Ilir Timur 1 Kota Palembang, pada trase MH 3001-MH 3002, tepatnya pada MH 3001A dengan koordinat (-2.98205574, 104.75888217) s.d. MH 3002 dengan koordinat (-2.98184698, 104.75863940).

Bagan Alir Penelitian

Tahapan penulisan studi kasus secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan RCP Jacking 600 mm dengan Metode Auger Slurry Jacking

Pekerjaan pemasangan jaringan primer pipa RCP diameter 600 mm pada Paket B2 B dilakukan secara *trenchless* dengan metode *auger slurry jacking*. Pada saat pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan dua alat dan dua vendor untuk mempercepat proses di lapangan. Vendor pertama (Nittoc) menggunakan mesin ISEKI seri TCL 600 dari pabrikan Jepang, dan vendor kedua (AGI) menggunakan mesin XCMG seri XDN600 dari pabrikan China, yang mana secara sistem alat *jacking* ISEKI membutuhkan dimensi *pit* yang lebih luas akibat sistem hidrolis mesinnya berada di belakang atau lebih panjang dibandingkan dengan mesin XCMG. Perbedaan kedua mesin tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin *jacking* XCMG (kiri), Mesin *jacking* ISEKI (kanan)

Pekerjaan pemasangan RCP 600 mm pada paket B2 B membutuhkan enam *starting pit*, dan tujuh *arriving pit* dengan total 12 *span* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemasangan pipa RCP 600 mm

No. MH	Jenis Pit	Metode Pit	Ukuran Ring Manhole (ID)	Panjang Trase	Scope Vendor
MH3000	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	31,61	Nittoc
MH3001	Starting	Open Pit (Temporary SSP)	2000	99,48	Nittoc
MH3002	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	64,13	AGI
MH3003	Starting	Caisson Shaft Sinking	3000	57,49	AGI
MH3004	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	46,18	AGI
MH3005	Starting	Caisson Shaft Sinking	3000	60,45	AGI
MH3006	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	35,25	AGI
MH3007	Starting	Caisson Shaft Sinking	3000	38,8	AGI
MH3008	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	88,81	Nittoc
MH3010	Starting	Open Pit (Temporary SSP)	2000	113,68	Nittoc
MH3012	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500	114,13	Nittoc
MH3015	Starting	Open Pit (Temporary SSP)	2000	46,22	Nittoc
MH3016	Arriving	Caisson Shaft Sinking	2500		

Starting pit merupakan tempat alat *jacking* bekerja untuk memasang pipa. Pada proyek ini, *starting pit* untuk penggunaan mesin ISEKI TCL 600 menggunakan *open pit* atau *temporary steel sheet pile* dengan dimensi 6,5 m x 4,45 m, dan untuk penggunaan mesin XCMG XDN600 menggunakan material *ring concrete manhole* dengan dimensi diameter dalam adalah 3,0 meter dengan metode *caisson shaft sinking*.



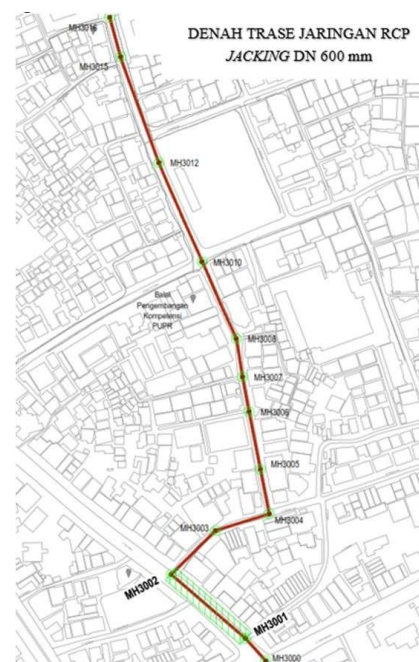
Gambar 3. *Starting pit* mesin XCMG (kiri), *Starting pit* mesin ISEKI (kanan)

Arriving pit merupakan lubang atau *pit* yang berfungsi sebagai lokasi keluarnya mata bor (*cutter head*). Pada proyek ini, *arriving pit* menggunakan material *ring concrete manhole* dengan dimensi diameter dalam adalah 2,5 meter. Metode yang digunakan untuk pembuatan *arriving pit* adalah metode *caisson shaft sinking*.



Gambar 4. *Arriving pit*

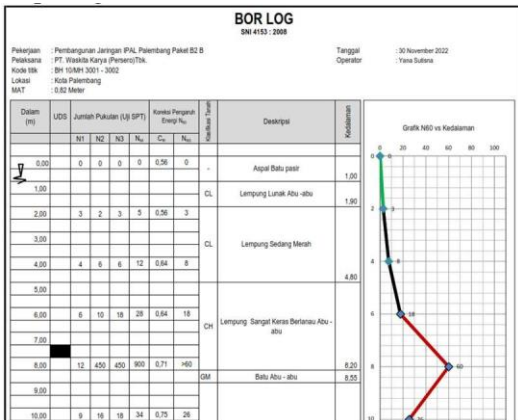
Denah trase primer RCP 600 pada paket B2 B dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



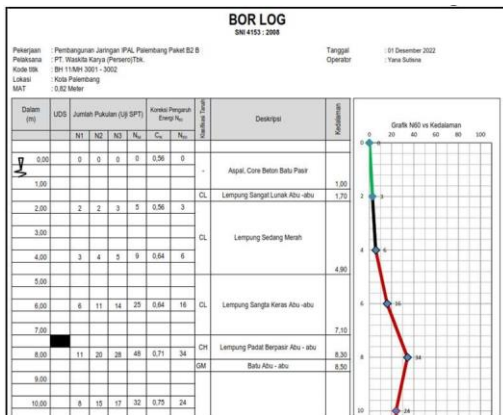
Gambar 5. *Arriving pit*

Korelasi Jenis Tanah pada Pekerjaan RCP Jacking

Sebelum dilakukan pemasangan pipa RCP diameter 600 mm, terlebih dahulu dilakukan *soil investigation* berupa *soil penetration test* pada setiap *pit* atau *manholes* baik di *starting*, dan *arriving pit* s.d. kedalaman ±15 m atau sampai menemui lapisan tanah keras atau bebatuan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah pada kedalaman tertentu sesuai dengan desain *invert level* pipa terpasang. Hasil *soil penetration* pada MH 3001, dan MH 3002 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

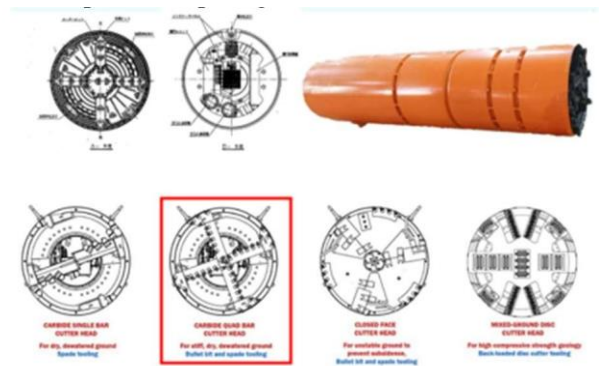


Gambar 6. Hasil SPT MH 3002 (*arriving pit*)



Gambar 7. Hasil SPT MH 3001 (*starting pit*)

Dari Gambar 6 dan 7 dengan kedalaman di antara 7-8 m yang merupakan *invert level* desain RCP 600 menunjukkan bahwa jenis tanah sedang atau *medium soil*. Dari hasil tersebut maka sesuai dengan pembahasan antara *owner*, CMC (*Construction Management Consultant*), Penyedia Jasa, dan Vendor *Jacking* ditentukan pemilihan konfigurasi *cutter head* yang cocok yaitu tipe *sand-clay soil cutter head*, dengan spesifikasi mesin dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



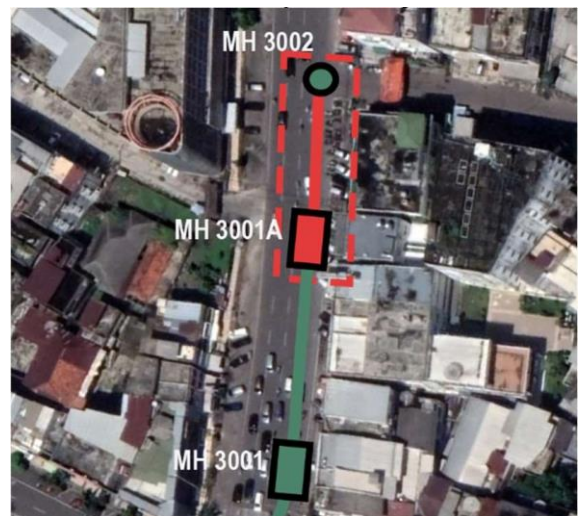
Gambar 8. Konfigurasi *cutter head* mesin ISEKI

SPESIFIKASI MESIN		NITTOC
SPESIFIKASI	UNIT	KETERANGAN
Merk Mesin		ISEKI
Tipe Mesin		TCL600
Diameter pipa ID	(mm)	600
OD Mesin	(mm)	800
Panjang Mesin	(mm)	3020
Berat Mesin	(t)	3,7
Elektrik Motor	(kW)	11
Torque Putaran (50 Hz/60 Hz)	(kN.m)	41/35
Kecepatan Putaran (50 Hz/60 Hz)	(r.p.m)	2,2/2,6
Metode Crushing		Cone Crushing metode
Maksimum Material Diameter	(mm)	250
Material Diameter Setelah Crushing	(mm)	30 or less
Maksimum Kekuatan Tanah (q _p)	(MN/m ²)	200
Toleransi Tekanan tanah	(kN/m ²)	500
Tekanan Masing-Masing Jacking	(TON)	310
Sludge Pipe Diameter	(mm)	
Elektrik		400/440V x 50/60Hz

Gambar 9. Spesifikasi mesin *jacking* ISEKI TCL600

Permasalahan *Auger Slurry Jacking* Trase MH 3001 ke MH 3002

Permasalahan timbul saat pelaksanaan *jacking* trase ketiga (MH 3001-MH 3002), di mana di tengah bentang mesin ISEKI TCL 600 tidak dapat lagi melanjutkan dibuktikan dengan indikator yang sudah mendekati batas aman kinerja mesin (Gambar 10).



Gambar 10. Titik permasalahan *jacking* RCP 600 trase MH 3001-MH 3002

Adapun *record* data maksimum pada mesin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Record* data maksimum mesin ISEKI TCL 600 tiap trase

Trase	Indikator Maksimum Mesin				
	Jacking Power (ton)	Speed (cm/min)	Slurry Pressure (kg/cm ²)	Earth Pressure (Mpa)	Cutter Torque (kN.m)
3010-3012	119	4	0,3	0,25	20,5
3001-3000	45	8	0,8	0,9	20,5
3001-3002	175	8	0,27	35	26,65

Dari tabel di atas bahwa *maximum jacking force actual* saat pemasangan pada trase MH 3001-3002 yang terjadi pada pipa ke-66 dari 99 senilai 175 ton mendekati aman mesin senilai 80% dari *max jacking force* mesin senilai 32.8 kN.m. Jika dibandingkan dengan *pipe jacking report* dua trase sebelumnya, pada trase MH 3001-MH 3002 nilai *cutter torque* dan *jacking force* pada mesin saat *pipe progressing* atau pelaksanaan berbeda jauh, dan dapat diindikasikan bahwa pada trase tersebut mengenai lapisan tanah keras-batuan, dan material *disruptor* pada trase seperti kayu atau sejenisnya yang membuat mesin ISEKI TCL600 tidak bekerja normal. Pada saat itu juga pekerjaan tidak bisa dilanjutkan lagi, jika tetap dilanjutkan maka akan berisiko pada kerusakan mesin *jacking*, dan juga keretakan pada RCP yang sudah terpasang di belakang *trailer cutter head*.

Pelaksanaan dan Evaluasi Metode *Open Face Jacking*

Sebelum dilaksanakan *open face jacking*, terlebih dahulu dilakukan beberapa *soil investigation* tambahan seperti geolistrik dan SPT tambahan mulai dari MH 3001A s.d. MH 3002. Pelaksanaan *open face jacking* memiliki beberapa keuntungan dan beberapa kerugian seperti pada analisa S.W.O.T dibawah ini:

a. *Strength/Kekuatan*

Waktu penyelesaian lebih singkat, jika dibandingkan dengan memperbaiki, dan harus mengganti *part* alat mesin yang *spare part*-nya tidak tersedia di pasaran Indonesia. Sehingga *project* paket B2 B berjalan *on schedule*, dan tidak melampaui kontrak *project*.

b. *Weaknesses/Kelemahan*

Membutuhkan *overbudget* bagi penyedia jasa sebagai biaya pembuatan *rescue pit* MH 3001A (ukuran 8,7 x 4,35 m dengan kedalaman ±7,7 m) s.d rekondisi badan jalan akibat bukaan *rescue pit*. Hal tersebut dilakukan untuk mengevakuasi *cutter head*, *trailer* mesin ISEKI TCL 600.

c. *Opportunities/Keuntungan*

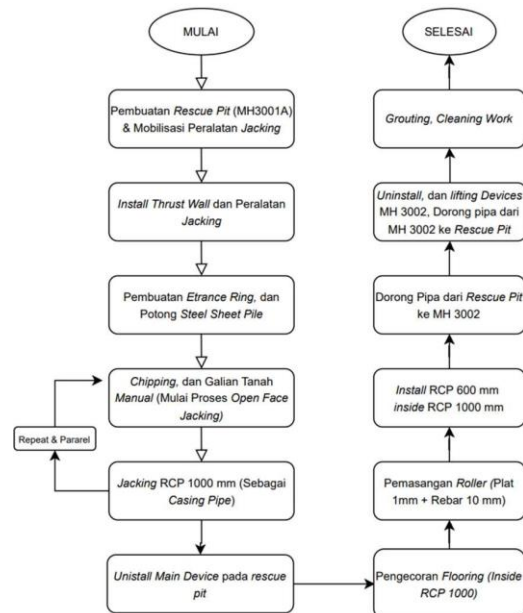
Mesin ISEKI dapat dimobiliasi ke trase lain untuk mengejar *progress* pekerjaan pemasangan RCP 600 setelah perbaikan, waktu penyelesaian lebih efektif ±45

hari jika dilakukan penggantian konfigurasi *cutter head* tipe *rock* dengan impor dari Jepang terlebih dahulu

d. *Threats/Tantangan* atau Ancaman

Dapat menimbulkan ancaman sosial, di antaranya akan terjadi penyempitan badan jalan tambahan akibat dibukanya *rescue pit* dengan lebar 4,35 pada ruas jalan provinsi, penerapan SMK3 pada *open face jacking* lebih diperhatikan dikarenakan sepanjang 30 m di kedalaman ±7,5 m dilakukan dengan tenaga manusia (pekerjaan *confied space*).

Tahapan pelaksanaan *open face jacking* pada (310 ton) senilai 248 ton, begitu juga dengan *maximum cutter torque actual* saat pemasangan senilai 26.65 kN.m mendekati 80% dari *max cutter torque* mesin (41 kN.m) trase MH 3001A-MH 3002 dapat dilihat pada bagan lair dibawah ini.



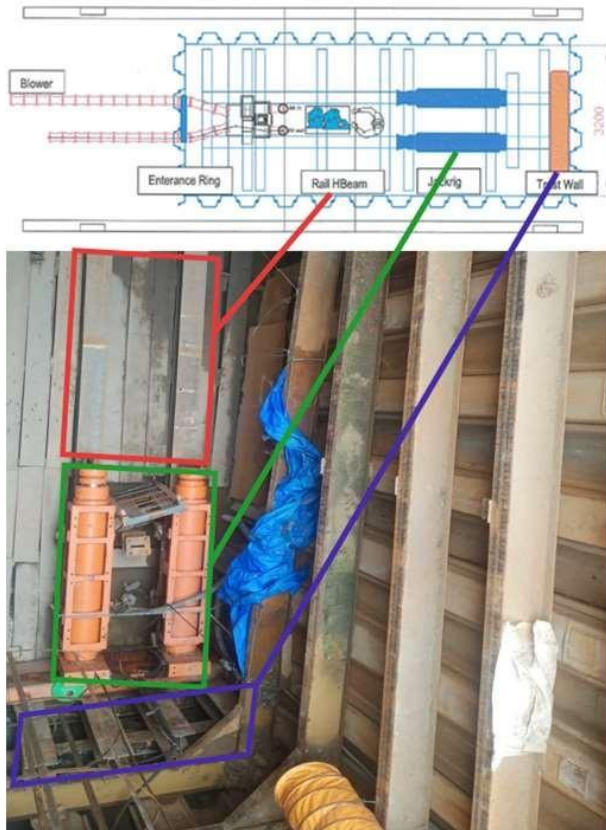
Gambar 11. Diagram alir pelaksanaan *open face jacking* pada trase MH 3001A-MH 3002

1. Pembuatan *rescue pit* (MH 3001A) & mobilisasi peralatan *jacking*



Gambar 12. *Rescue pit* MH 3001A

2. *Install thrust wall dan main devices*



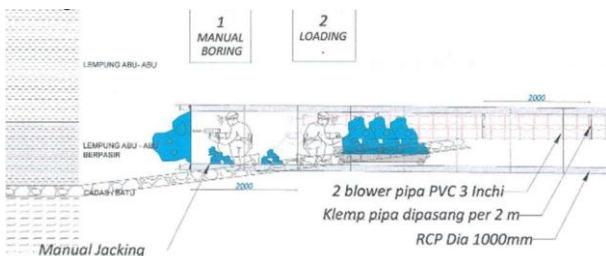
Gambar 13. Setting guide rail, dan hydraulic jack

3. *Pembuatan entrance ring, dan potong SSP*



Gambar 14. Pemotongan SSP untuk entrance ring

4. *Chipping, dan galian tanah manual, serta jacking RCP 1000 mm ke arah MH 3002 (sebagai casing pipe)*



Gambar 15. Ilustrasi chipping batuan dengan jack drill, dan panduan dengan theodolite



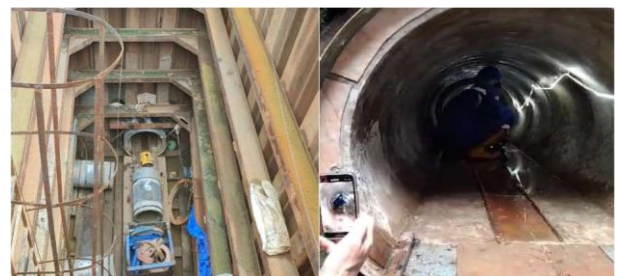
Gambar 16. Jacking casing pipe dn1000 mm paralel dengan chipping batuan

5. *Pengecoran flooring + install roller (plat 1mm + rebar Ø10 mm)*



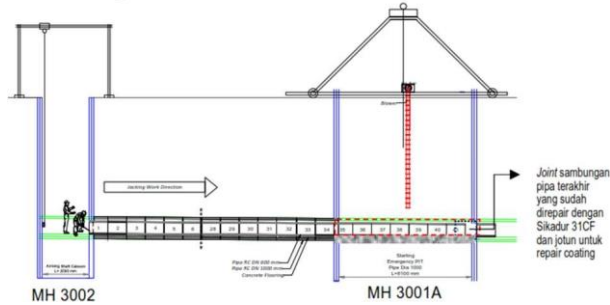
Gambar 17. Pelaksanaan pengecoran flooring dan pemasangan guide roller

6. *Install RCP 600 mm inside RCP 1000 mm*



Gambar 18. Pelaksanaan pemasangan RCP 600 mm dengan bantuan trolley

7. *Jacking* RCP 600 dari MH 3002



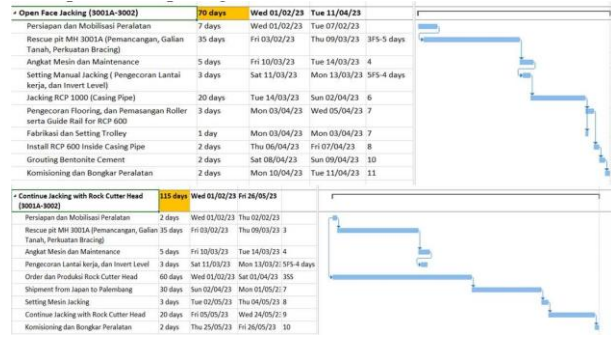
Gambar 19. Pelaksanaan pemasangan RCP 600 mm dari MH 3002 untuk merapatkan *gap* antar sambungan

8. *Grouting* dan *cleaning works*



Gambar 20. Hasil pekerjaan *open face jacking* RCP 600 mm

Evaluasi pelaksanaan *open face jacking* RCP 600 mm di lapangan tepatnya di MH 3001A-MH 3002 telah terlaksana dengan baik dan sesuai dengan *invert level* trase desain dengan mengikuti metode-metode yang dijelaskan di atas. Penerapan *open face jacking* menghemat waktu penyelesaian trase MH 3001-MH 3002 sebanyak 45 hari. Untuk perbandingan *schedule* antara penyelesaian trase dengan pergantian *rock cutter head* dan penyelesaian trase dengan *open face jacking* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 21. Perbandingan *schedule* penyelesaian trase MH 3001-MH 3002, atas (*open face jacking*), bawah (*continue with rock cutter head*)

Penerapan *open face jacking* di atas ialah metode pemasangan RCP 600 mm untuk penyelesaian trase primer MH 3001-MH 3002, dan merupakan kasus khusus yang harus diselesaikan sebelum kontrak berakhir. Penulis merekomendasikan agar pelaksanaan pemasangan RCP 600 dengan kedalaman lebih dari 7 m tetap menggunakan alat *jacking* yang mumpuni, dan memperhatikan beberapa faktor di antaranya pemilihan tipe *cutter head* yang cocok atau tepat sesuai dengan kondisi lapisan tanah, pemilihan vendor, mesin yang baik. Disisi lain pelaksanaan *soil investigation* lainnya juga harus dilakukan di antara *pit/manholes* jika hasil SPT di *pit (starting & arriving)* menunjukkan lebih dari 40 yang mana termasuk dalam karakteristik tanah *medium to hard*, dan jika jarak antar *pit (starting & arriving)* lebih dari 75 m. Adapun pelaksanaan *soil investigation* dapat berupa SPT tambahan di antara *pit* dengan jumlah minimal 2 titik, atau dilakukannya geolistrik pada bentang tersebut.

KESIMPULAN

Mesin ISEKI TCL 600 dengan konfigurasi *normal cutter head* tidak mampu untuk menyelesaikan pemasangan RCP 600 mm pada trase MH 3001-MH 3002, dibuktikan dengan *record data indicator* mesin yang sudah mendekati batas aman, dan SPT, serta Geolistrik yang memvalidasi lapisan tanah keras-batuan pada sisa trase tersebut. Hasil *Soil Penetration Test* sangat berpengaruh terhadap pemilihan konfigurasi *cutter head* mesin *jacking*. Nilai NSPT ≥ 50 atau termasuk karakteristik tanah keras-batuan dapat dilakukan menggunakan mesin *jacking* dengan konfigurasi *rock cutter*. Penerapan *open face jacking* menghemat waktu penyelesaian pemasangan RCP 600 pada trase MH 3001A-MH 3002 sebanyak 45 hari jika dibandingkan dengan pergantian *rock cutter head* mesin. Serta keuntungan lainnya mesin ISEKI TCL 600 dapat digunakan untuk menyelesaikan trase lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- CMC. 2023. "Technical Justification Approval on *Open Face Jacking* DN600, PCSP Package B2 B", Palembang.
- Iseki Poly-Tech Corp. 2023. "*Slurry Type Pipe Jacking : Where it All Starts for Us*". Online at Slurry Type Pipe Jacking Method | ISEKI POLYTECH INC. (iseki-polytech-unclemole.com). 12 April 2023
- Iskandar S, dkk. 2016. Buku 3 : Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Skala Permukiman. Jakarta, Kementerian PUPR.
- Joy Irman,. 2015. "Tahap Konstruksi SPAL Pembangunan Unit Pengumpulan – Pipa Servis dan Pipa Induk", Online at <https://www.slideshare.net/metrosanita/tahap-konstruksi-spal-pembangunan-unit-unit-pengumpulan-pipa-servis-dan-induk>. 12 April 2023
- Kassem, A. F. 2017. "Engineering characteristics of rocks in qatar; applications on excavation and tunneling".
- Kemayan Estu, Larap. 2023. "*Passing Shaft* pada Pekerjaan *Pipe Jacking* Dia. 1000 mm Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2A". Universitas Diponegoro
- M. Bradshaw. Lester. 2020. "Microtunneling in Rock : Fact or Fiction?". Onlite at bradshawcc.com/docs/MT_ROCK_WHITE_PAPER.pdf 15 April 2023
- Najafi, M, and Ashoori T. 2017. "Comparison of Carbon Footprint of Trenchless and Open-Cut Methods for Underground Freight Transportation", Online at https://www.researchgate.net/publication/318891114_Comparison_of_Carbon_Footprint_of_Trenchless_and_Open-Cut_Methods_for_Underground_Freight_Transportation/. 12 April 2023
- Najafi, M., and Gokhale, S. 2005. "Trenchless Technology, Pipeline and Utility Design, Construction, and Renewal," McGraw-Hill, New York, NY
- Osfaldo, 2023. "Perbandingan Metode Pembuatan *Shaft* untuk Pekerjaan *Jacking Pipe* dengan Metode *Caisson Shaft Sinking* dan *Sheet Pile Shaft* Studi Kasus Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Kota Palembang Paket B2A". Universitas Diponegoro
- Pipe Jacking Association. 2022. "An Introduction to Pipe Jacking Prepared by the Pipe Jacking Association". Online at <http://www.pipejacking.org/>. 12 April 2023
- PT. Waskita Karya Tbk. 2020-2023. "Laporan Bulanan Pekerjaan Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Palembang Paket B2 B", Palembang.
- PT. Waskita Karya Tbk. 2020-2023. "Metode Pemasangan RCP 600 mm pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Palembang Paket B2 B", Palembang.
- PUPR. 2017. "Project Administration Manual of Palembang City Sewerage Project", Jakarta.
- PUPR. 2020. "Kontrak Pekerjaan Proyek Pembangunan Jaringan IPAL Palembang Paket B2 B", Palembang.