

14.565/H/02



TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES (SSP) DENGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES (CCSP) DI LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT



RSS
338.476 24
Miw
P-1
2000

Disusun Oleh :

M. IWAN IMANTO N.

NIP. 3198. 109. 514

**PROGRAM S-1 EKSTENSI JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**

Rp 30.000,-

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	30/10/2000
Terima oleh	H
No. Agenda Prp.	21.2212

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES (SSP) DENGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES (CCSP) DI LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT

Mengetahui / Menyetujui

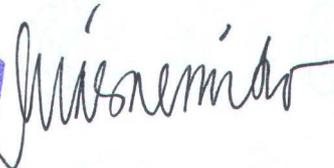
Pembimbing I



Ir. RETNO INDRYANI, MS.
NIP. 131. 558. 635



Pembimbing II



Dr. Ir. RIA ASIH S, M.Eng
NIP. 131. 557. 264

**PROGRAM S-1 EKSTENSI JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Aku haturkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepadaku sehingga aku dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Kedua orang tuaku (Bp. M. Soedarsono & Ibu. Th. Arbiwati) atas segala doa dan restunya.

Kakak - kakakku (Arsoni & Pinta , Peter & Dewi , Anita , Rendradi , Vivi)

yang telah memberikan bantuan dana , spirit serta doa

Mbah putri , Ardita Pratama , Kevin Bagaskara atas segala cintanya.

Terima kasih kepada sahabatku :

Surya Utama & Diana Retnowati atas segala perhatian dan bantuan selama kuliah

Ain'nuris Farida , Dita , Widtyani atas segala bantuannya

Titin & Aci atas pinjaman odner untuk ujian lisan

Fuad Hasan atas bantuan brosur dari PT. Wijaya Karya Beton

Rm. B. Hudyono , Panji , Joko , Nuke , Retno , dkk atas doanya

Kepada Staf keputakaan :

Heni Indah W (MK I , II) , Erita (Bowles I , II) , Ade (Mukomoko , Iktisar perhitungan) ,

Yani (Mukomoko , Daftar Harga) , Tri Asmoyo (Buku Alat Berat) , Eris (crawler crain)

Nurya , Pepeng , Iwan , Edo , Farhan , Widtyanto , dan semua temanku yang telah banyak

membantu terselesainya kuliah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Tugas akhir dengan judul “ Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Steel Sheet Piles (SSP) Dengan Corrugated Concrete Sheet Piles (CCSP) Pada Lower Solo River Improvement Project (LSRIP) “ ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum pendidikan tingkat sarjana (Strata 1) pada Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas terselesainya penulisan tugas akhir ini kepada :

1. Ir. Retno Indryani, MS. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. Ria Asih S, M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan saran dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ir. Solaichah selaku manajer teknik PT. Teguh Raksa Jaya pada Lower Solo River Improvement Project.
4. Kedua orang tua dan seluruh kakak yang banyak memberikan dukungan baik berupa dana dan dorongan semangat serta doa selama penulis menyusun tugas akhir ini.

5. Seluruh jajaran staff karyawan Jurusan Teknik Sipil – FTSP – ITS yang telah banyak membantu memperlancar penulisan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah berusaha sebaik – baiknya, namun penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik, saran dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini sangat penulis harapkan.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya rekan – rekan Teknik Sipil – FTSP – ITS.

Surabaya, Juni 2000

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I - 1
1.2. Permasalahan	I - 2
1.3. Maksud dan Tujuan	I - 4
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan	I - 3
1.5. Metodologi Pembahasan	I - 4
1.6. Prosedur Pengumpulan dan Pengolahan Data	I - 6
BAB II. DASAR TEORI	
2.1. Tiang Turap	II - 1
2.2. Corrugated Concrete Sheet Piles	II - 5
2.3. Metode Pemancangan Sheet Piles	II - 7
2.4. Jenis – Jenis Perbaikan Tanah	II - 12

BAB III. PERHITUNGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

3.1. Pendahuluan	III - 1
3.2. Asumsi dan Batasan	III - 1
3.3. Analisa Perhitungan	III - 2
3.3.1. Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Cincin Lama	III - 2
3.3.2. Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Cincin Baru	III - 8
3.3.1. Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Banaran	III - 14
3.3.1. Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Gardu	III - 20
3.3.1. Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Banaran - Gardu	III - 26
3.4. Alternatif Penggunaan Corrugated Concrete Sheet Piles	III - 33
3.5. Aletnratif Penggunaan Concrete Sheet Piles bukan Corrugated	III - 34

BAB IV. PEKERJAAN PERSIAPAN

4.1. Analisa Perhitungan Quantity Pekerjaan Sheet Piles	IV - 1
4.2. Analisa Pekerjaan Persiapan	IV - 2
4.2.1. Pengangkutan Alat – alat Berat Untuk Pekerjaan Persiapan	IV - 3
4.2.2. Pekerjaan Gabion Mattress	IV - 6
4.2.3. Pekerjaan Penggalian dan Levelling	IV - 8

BAB V. ANALISA PEMANCANGAN

5.1. Analisa Pengangkutan	V - 1
5.1.1. Pengangkutan Steel Sheet Piles	V - 1
5.1.2. Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles	V - 6
5.1.3. Pengangkutan Alat – alat Berat Untuk Pekerjaan Pemancangan	V - 11
5.2. Analisa Pekerjaan Pemancangan	V - 14
5.2.1. Pekerjaan Pemancangan Steel Sheet Piles	V - 14
5.2.2. Pekerjaan Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles	V - 18

BAB VI. EVALUASI PERBANDINGAN BIA YA DAN WAKTU

PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES DAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

6.1. Analisa Waktu Pelaksanaan	VI - 1
6.1.1. Analisa Waktu Pelaksanaan Steel Sheet Piles	VI - 2
6.1.2. Analisa Waktu Pelaksanaan Corrugated Concrete Sheet Piles	VI - 5
6.2. Analisa Harga Satuan	VI - 10
6.2.1. Analisa Harga Satuan Steel Sheet Piles	VI - 10
6.2.2. Analisa Harga Satuan Corrugated Concrete Sheet Piles	VI - 11

ABSTRAK

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES (SSP) DENGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES (CCSP) DI LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT

Disusun oleh :

M. IWAN IMANTO N.

Dosen Pembimbing :

Ir. RETNO INDRYANI, MS.

Dr. Ir. RIA ASIH S, M.Eng

Penggunaan material steel sheet piles pada Lower Solo River Improvement Project memerlukan biaya yang besar karena merupakan produk import dari negara Jepang. Kondisi krisis perekonomian yang melanda Indonesia menyebabkan perlunya antisipasi penggunaan material corrugated concrete sheet piles yang merupakan produk dalam negeri sebagai alternatif pengganti steel sheet piles.

Perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan steel sheet piles dengan corrugated concrete sheet piles yang dibahas dalam Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan penghematan biaya dan waktu pelaksanaan di Lower Solo River Improvement Project yang disain awalnya menggunakan steel sheet piles.

Sistematika pembahasan Tugas Akhir ini meliputi perhitungan teknis, pekerjaan persiapan, dan pekerjaan pemancangan. Analisa teknis tentang pemilihan tipe CCSP sebagai pengganti SSP. Analisa pekerjaan persiapan meliputi pekerjaan penggalian dan levelling, pekerjaan gabion mattress. Analisa pekerjaan pemancangan meliputi pemancangan steel sheet piles maupun corrugated concrete sheet piles.

Dari analisa pekerjaan persiapan sampai dengan pekerjaan pemancangan dapat disimpulkan bahwa material corrugated concrete sheet piles memiliki keuntungan biaya dan waktu pelaksanaan. Dari segi waktu pelaksanaan diperoleh penghematan **219 hari kerja**. Penghematan biaya untuk penggantian steel sheet pile dengan corrugated concrete sheet piles sebesar **Rp. 4.924.550.600,00**.

6.3. Rekapitulasi Perbandingan Biaya dan Waktu Pelasanaan	
Steel Sheet Piles dan Corrugated Concrete Sheet Piles.....	VI - 13
6.3.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan	VI - 13
6.3.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan	VI - 13
6.4. Aletnratif Penggunaan Material Steel Sheet Piles	
Produksi Lokal	VI - 15

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan	VII - 1
7.2. Saran	VII - 2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran Corrugated Concrete Sheet Piles	II - 5
Tabel 2.2	Momen Kapasitas Corrugated Concrete Sheet Piles	II - 7
Tabel 4.1	Pengaruh Dari Faktor Swing Dan Kedalaman Galian	IV - 11
Tabel 4.2	Kedalaman Galian Optimum	IV - 11
Tabel 4.3	Faktor Kondisi Kerja Dan Tata Laksana	IV - 12
Tabel 4.4	Faktor Pengisian Buket	IV - 12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	CCSP Daerah Cincin Lama	III - 3
Gambar 3.2	Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Cincin Lama	III - 4
Gambar 3.3	Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Cincin Lama	III - 7
Gambar 3.4	CCSP Daerah Cincin Baru	III - 9
Gambar 3.5	Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Cincin Baru	III - 10
Gambar 3.6	Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Cincin Baru	III - 13
Gambar 3.7	CCSP Daerah Banaran	III - 15
Gambar 3.8	Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Banaran	III - 16
Gambar 3.9	Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Banaran	III - 19
Gambar 3.10	CCSP Daerah Gardu	III - 21
Gambar 3.11	Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Gardu	III - 22
Gambar 3.12	Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Gardu	III - 25
Gambar 3.13	CCSP Daerah Banaran - Gardu.....	III - 27
Gambar 3.14	Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Banaran - Gardu.....	III - 28
Gambar 3.15	Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Banaran - Gardu.....	III - 31
Gambar 6.1	Analisa Waktu Pelaksanaan Steel Sheet Piles	VI - 9
Gambar 6.2	Analisa Waktu Pelaksanaan Corrugated Concrete Sheet Piles	VI - 9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Output program bantu SAP	ix – 1
Lampiran 2. Data – data tanah	ix – 7
Lampiran 3. Denah lokasi Lower Solo River Improvement Project.....	ix – 12
Lampiran 4. Gambar – gambar Lower Solo River Improvement Project...	ix - 13
Lampiran 5. Brosur PT. Wijaya Karya	ix - 21

1.2. PERMASALAHAN

Penggunaan Sheet Piles sebagai turap dan merubah arah aliran air pada pencegahan terhadap banjir sangat diperlukan karena menyangkut keselamatan hidup manusia, dan penjegahan banjir untuk Sungai Bengawan Solo yang dikerjakan dalam Lower Solo River Improvement Project ini harus secepatnya direalisasikan karena penangkal banjir yang sudah ada telah mengalami kerusakan. Karena itu meskipun negara kita sedang mengalami krisis ekonomi yang berkepanjangan tetapi Lower Solo River Improvement Project (LSRIP) tetap dilaksanakan saat ini.

Dengan adanya krisis ekonomi di negara Indonesia menyebabkan meningkatnya harga-harga material terutama yang merupakan produk import dari luar negeri. Ssteel sheet piles yang digunakan adalah produk negara Jepang, sehingga perlu diadakan alternatif pemakaian material produksi dalam negeri untuk penghematan biaya biaya proyek.



1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan penulisan tugas akhir dengan mengangkat topik mengenai perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan Steel Sheet Piles dengan Corrugated Concrete Sheet Piles ini adalah untuk mencoba membandingkan penggunaan Steel Sheet Piles dengan Corrugated Concrete Sheet Piles dari segi biaya dan waktu pelaksanaannya.

Kedua material Steel Sheet Piles dan Corrugated Concrete Sheet Piles tersebut akan dibandingkan oleh penulis pada kondisi sekarang, dimana LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT (LSRIP) ini sedang berjalan dan sedang dikerjakan

sehingga akan didapatkan hasil yang efisien bagi LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT (LSRIP) tersebut.

1.4. RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

Perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan yang dilaksanakan adalah untuk LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT (LSRIP) paket I-1 sampai dengan paket I-3.

Perhitungan dari segi teknis akan didasarkan sejauh mana Corrugated Concrete Sheet Piles (CCSP) dapat digunakan sebagai pengganti dari Steel Sheet Piles (SSP) pada LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT (LSRIP).

Perhitungan biaya didasarkan pada perbedaan jenis material termasuk biaya pengangkutan, penyimpanan, dan pemancangannya. Penulis akan menganalisa kedua material tersebut untuk mendapatkan biaya Sheet Piles yang ekonomis.

Dari segi waktu pelaksanaan akan dianalisa mengenai metode pelaksanaan, sistem pengangkutan dari kedatangan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya untuk material Steel Sheet Piles dan untuk material Corrugated Concrete Sheet Piles dari daerah Jepang-Pasuruan sebagai pabrik produksinya, sistem penyimpana dan efektifitas waktu pelaksanaannya pada saat dilaksanakan di lapangan.

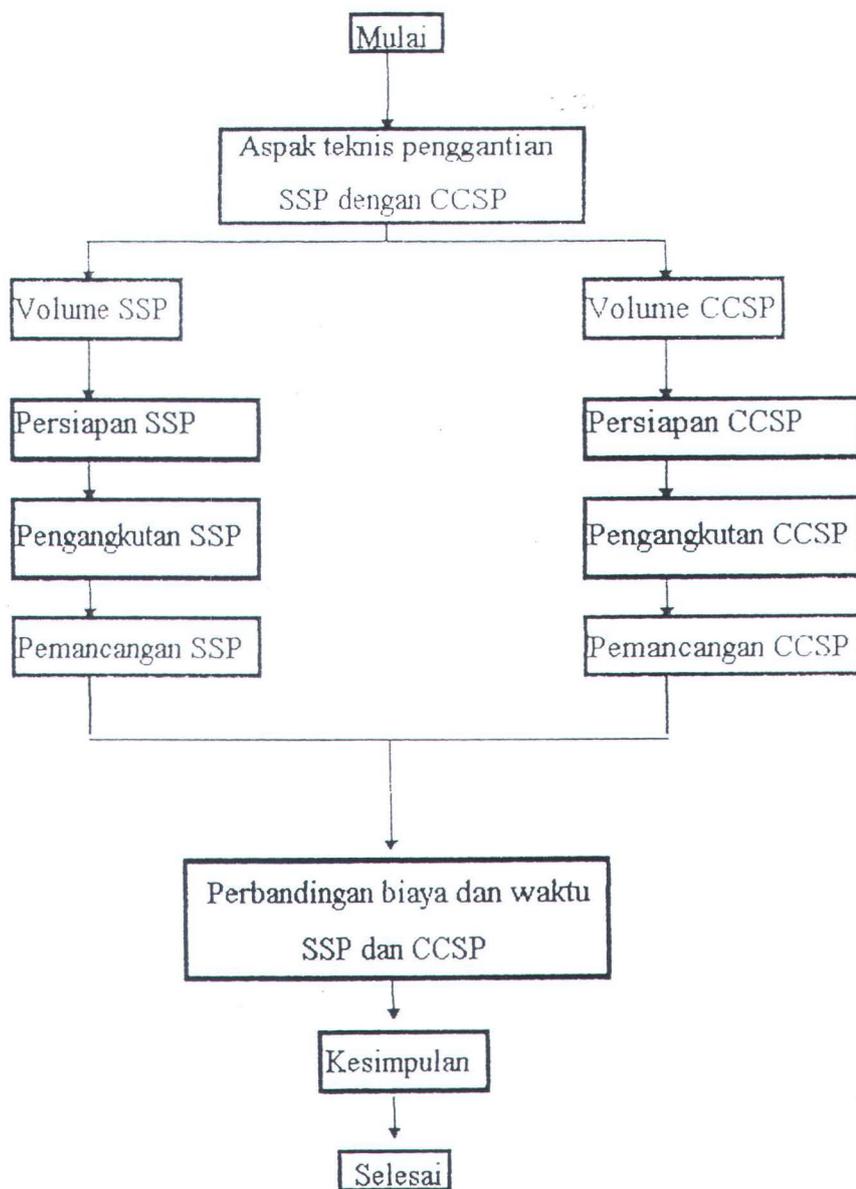
1.5. METODOLOGI PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan tugas akhir ini secara runtun seperti yang tersebut dibawah ini :

1. Analisa teknis perhitungan penggantian Steel Sheet Piles oleh Corrugated Concrete Sheet Piles.
2. Analisa penentuan volume baik Steel Sheet Piles maupun Corrugated Concrete Sheet Piles.
3. Pekerjaan persiapan :
 - Pengangkutan alat - alat berat untuk pekerjaan persiapan.
 - Penggalian dan levelling.
 - Pemasangan gabion mattress untuk pemancangan.
4. Analisa pengangkutan :
 - Pengangkutan Steel Sheet Piles.
 - Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles.
 - Pengangkutan alat berat untuk pemancangan.
5. Analisa pekerjaan pemancangan.
 - Pemancangan Steel Sheet Piles.
 - Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles.
6. Evaluasi pekerjaan gabion mattress, timber piles dan evaluasi pekerjaan tanah.
7. Perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan Steel Sheet Piles dengan Corrugated Concrete Sheet Piles.

FLOW CHART

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN SSP DENGAN CCSP



1.6. PROSEDUR PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam usaha memperoleh data yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir ini, pengumpulan data dilakukan sebagai berikut :

1. Telaah perpustakaan dan brosur - brosur sebagai penunjang.
2. Mengumpulkan data lapangan.
3. Mengumpulkan data - data nilai tukar dolar terhadap rupiah.
4. Wawancara dengan narasumber yang berkompeten.
5. Data - data yang telah diperoleh, diolah dan dianalisis serta membandingkannya dengan teori dan akhirnya ditarik suatu kesimpulan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. TIANG TURAP

Turap menurut Kazuto Nakazawa (1980) adalah suatu struktur dimana tiang turap baja atau turap dari beton dengan flens lebar digabungkan merapat satu sama lain, ditempatkan pada posisi yang tepat dan kemudian setiap kepala turap itu dihubungkan satu sama lain secara kaku. Setelah penyambungan ini sesuai dengan rencana, maka akan diperoleh daya dukung vertikal dan tahanan mendatar yang cukup.

Konstruksi Turap dapat digolongkan menjadi 3 golongan yaitu :

1. Turap dengan tiang tegak dan papan turap.
2. Turap yang terbuat dari deretan tiang - tiang.
3. Turap yang dibuat dari beton yang dicor ditempat, sehingga merupakan tembok dibawah tanah.

Sheet Piles yang dikerjakan pada Lower Solo River Improvement Project ini termasuk salah satu jenis dari turap golongan kedua yaitu konstruksi yang terbuat dari tiang- tiang. Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, dan dapat mencegah terjadinya kelongsoran. Pada pekerjaan pemasangan turap yang cukup besar, kesalahan dalam pekerjaan akan langsung menimbulkan kecelakaan besar yang memerlukan waktu dan biaya yang sangat besar untuk memperbaikinya.

Untuk menghitung stabilitas turap maka dapat digunakan beberapa rumusan menurut Súnggono (1984) adalah sebagai berikut :

Permukaan tanah diatas turap mendatar dan horisontal

1. Rumus Rankine :

- Tekanan tanah aktif berkohesi:

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

- Tekanan tanah pasif berkohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

- Tekanan tanah aktif tanpa kohesi :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a$$

- Tekanan tanah pasif tanpa kohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p$$

2. Rumus Coulomb :

- Tekanan tanah aktif berkohesi:

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi}{\cos \delta}} \right]^2}$$

- Tekanan tanah pasif berkohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi}{\cos \delta}} \right]^2}$$

- Tekanan tanah aktif tanpa kohesi :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a$$

- Tekanan tanah pasif tanpa kohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p$$

Permukaan tanah diatas turap miring keatas dengan sudut β

1. Rumus Rankine :

- Tekanan tanah aktif berkohesi:

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

- Tekanan tanah pasif berkohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

- Tekanan tanah aktif tanpa kohesi :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a$$

- Tekanan tanah pasif tanpa kohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p$$

2. Rumus Coulomb :

- Tekanan tanah aktif berkohesi:

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos \delta \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

- Tekanan tanah pasif berkohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos \delta \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

- Tekanan tanah aktif tanpa kohesi :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a$$

- Tekanan tanah pasif tanpa kohesi :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p$$

dimana : P_a = Tekanan tanah aktif (t/m²)

P_p = Tekanan tanah pasif (t/m²)

γ = Berat volume tanah (t/m³)

h = jarak dari permukaan tanah (m)

ϕ = Sudut geser dalam untuk tanah (°)

c = Kohesi tanah (t/m²)

Perhitungan penampang turap direncanakan sedemikian rupa sehingga aman terhadap lenturan akibat tekanan tanah.

2.2. CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

Steel Sheet Piles yang digunakan pada Lower Solo River Improvement Project ini merupakan sheet piles baja yang diimport dari negara Jepang. Sedangkan Corrugated Concrete Sheet Piles yang akan direncanakan sebagai pengganti Steel Sheet Piles merupakan produk dari negara Indonesia sendiri yaitu produksi dari PT. Wijaya Karya. Ukuran Corrugated Concrete Sheet Piles yang diproduksi oleh PT. Wijaya Karya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1.

Ukuran Corrugated Concrete Sheet Piles

Type	Panjang (m)	Berat (ton)
W-325 A 1000	8	2,63
DAN	9	2,96
W-325 B 1000	10	3,29
	11	3,62
	12	3,94
	13	4,28
	14	4,60
W-350 A 1000	9	3,31
DAN	10	3,67
W-350 B 1000	11	4,04
	12	4,41
	13	4,77
	14	5,14
	15	5,51
W-400 A 1000	10	4,00
DAN	11	4,40
W-400 B 1000	12	4,80
	13	5,20
	14	5,60
	15	6,00
	15	6,40

W-450 A 1000	11	5,05
DAN	12	5,51
W-450 B 1000	13	5,97
	14	6,42
	15	6,88
	16	7,34
	16	7,80
W-500 A 1000	12	5,46
DAN	13	5,91
W-500 B 1000	14	6,36
	15	6,82
	16	7,27
	17	7,73
	18	8,18
W-600 A 1000	14	7,35
DAN	15	7,87
W-600 B 1000	16	8,39
	17	8,91
	18	9,44
	19	9,97
	20	10,02
	21	10,42

Sumber : brosur PT. Wijaya Karya

Khusus untuk panjang dari tiang pancang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan panjang minimal yang pernah diproduksi oleh PT. Wijaya Karya adalah 5 m.

Momen kapasitas yang mampu ditahan oleh corrugated concrete sheet piles produksi PT. Wijaya Karya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2.

Momen Kapasitas Corrugated Concrete Sheet Piles

Typ	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Mcr (t-m)
W-325 A 1000	325	110	996	11.4
W-325 B 1000				13.3
W-350 A 1000	350	120	996	15.6
W-350 B 1000				17
W-400 A 1000	400	120	996	20.1
W-400 B 1000				23.4
W-450 A 1000	450	120	996	26.9
W-450 B 1000				30.7
W-500 A 1000	500	120	996	35.2
W-500 B 1000				40.4
W-600 A 1000	600	120	996	50.6
W-600 B 1000				59.6

Sumber : Brosur PT. Wijaya Karya

2.3. PEMANCANGAN SHEET PILES

Pemancangan Tiang pancang menurut Bowles (1988) adalah tiang pancang disisipkan ke tanah dengan menggunakan sebuah palu tiang pancang yang terletak diam atau diapitkan ke puncak sungkup tiang pancang, yang selanjutnya dihubungkan ke tiang pancang. Sungkup tersebut biasanya tinggal diam diatas tiang pancang dan mempunyai

ukuran yang sesuai untuk mendapatkan sebuah sesuaian yang rapat. Bantalan tiang pancang kadang-kadang digunakan diantara sungkup dan tiang pancang untuk meratakan impuls palu. Tiang pancang dan palu diluruskan kearah vertikal dengan menggunakan pengarah. Tiang pancang dapat juga disisipkan dengan pemancaran air (jetting) dan pengeboran sebagian (partial angoring).

Palu tiang pancang adalah alat yang digunakan untuk memberi energi yang cukup kepada tiang pancang untuk menembus tanah. Beberapa jenis alat pemancang seperti dibawah ini :

1. *Blok Pancang (Drop Hammer)*

Blok pancang masih digunakan sekali - kali untuk pekerjaan kecil yang relatif tidak dapat dimasuki. Blok pancang terdiri dari pemberat logam yang dimasukkan pada sebuah kait pengangkat dan panduan untuk melintas kebawah pengarah dengan bebas dan letak yang tepat. Kait tersebut dihubungkan dengan sebuah kabel yang terletak diatas sebuah blok roda katrol alur dan dihubungkan dengan sebuah tromol pengerek (hoisting drum). Pemberat tersebut diangkat dan disandungkan hingga dapat jatuh dengan bebas dan dapat menumbuk tiang pancang. Tumbukan tersebut mendorong tiang pancang masuk kedalam tanah. Kerugian utama adalah kecepatan yang lambat dari pukulan dan panjang pengarah yang diperlukan selama pemancangan awal untuk mendapatkan ketinggian jatuh yang secukupnya guna mendorong tiang pancang tersebut.

2. *Palu Kerja Tunggal (Single Acting Hammer)*

Uap atau tekanan udara digunakan untuk mengangkat balok besi panjang sampai ketinggian yang diperlukan. Balok besi panjang tersebut kemudian jatuh karena

gravitasi, yang mentransmisikan energi tumbukan ke blok sungkup, dan kemudian ke tiang pancang. Palu dikarakterisasi oleh banyaknya pukulan yang relatif lambat. Panjang palu harusnya sesuai dengan kecepatan tumbukan, yang tidak sesuai akan memberikan energi pendorong yang kecil. Banyaknya pukulan per satuan waktu agak jauh lebih tinggi dibanding banyaknya pukulan per satuan waktu dari blok pancang.

3. *Palu Kerja Rangkap (Double Acting Hammer)*

Palu ini menggunakan uap untuk mengangkat balok besi panjang dan untuk mempercepatnya ke bawah. Palu kerja diferensial agak serupa kecuali digunakannya lebih banyak kontrol terhadap uap (udara) untuk mempertahankan tekanan konstan pada sisi pemercepat dari penghisap (piston) balok besi panjang. Penambahan tekanan ini menghasilkan keluaran energi yang lebih besar per pukulan jika dibandingkan dengan palu kerja tunggal. Banyaknya pukulan persatuan waktu dan keluaran energi biasanya lebih tinggi untuk palu kerja rangkap atau diferensial (setidaknya untuk balok besi panjang yang sama), pemakaian uap juga lebih tinggi dibandingkan untuk palu kerja tunggal. Panjang palu boleh beberapa kali lebih pendek untuk palu kerja rangkap dibandingkan dengan palu kerja tunggal

4. *Palu Diesel (Diesel Hammer)*

Palu diesel terdiri dari sebuah silinder atau lengkungan, balok besi panjang, balok landasan, dan sebuah sistem injeksi bahan bakar sederhana. Balok besi panjang dinaikkan di lapangan pada permulaan operasi, bahan bakar diinjeksikan dekat blok landasan, dan balok besi panjang dilepaskan. Sewaktu balok besi panjang jatuh, maka udara dan bahan bakar menjadi mampat dan menjadi panas karena

pemampatan tersebut . Bila balok besi panjang berada didekat landasan, maka panas sudah cukup untuk menyalakan campuran udara - bahan bakar. Ledakan yang dihasilkan akan memajukan tiang pancang dan mengangkat balok besi panjang. Jika majunya tiang pancang sangat besar seperti dalam tanah lembek, maka balok besi panjang tidak diangkat oleh ledakan yang cukup untuk menyalakan campuran udara-bahan bakar, siklus selanjutnya yang mengharuskan balok besi panjang tersebut diangkat lagi secara biasa. Jadi palu bekerja paling efisien dalam tanah keras atau pada penembusan yang agak rendah (tiang pancang menemukan batuan atau lapisan keras) ketika pengangkatan balok besi panjang yang maksimum akan dihasilkan.

Palu - palu diesel sangat mudah bergerak, mempunyai pemakaian bahan bakar yang rendah, lebih ringan jika dibandingkan dengan palu uap, serta beroperasi secara efisien dalam temperatur serendah 0°C . Tak ada unit penghasil uap atau bekalan udara dan slangnya.

5. *Pemancangan Pancar Air (Prapemboran)*

Pancarkan air kadang - kadang digunakan untuk membantu menyisipkan tiang pancang ke dalam tanah, yang terdiri dari pemakaian arus air bertekanan tinggi pada titik tiang pancang untuk memindahkan tanah. Metode ini dapat digunakan untuk melonggarkan pasir atau batu kerikil kecil dimana karena suatu sebab tiang pancang harus menembus kedalaman yang lebih besar. Kita harus berhati - hati supaya pemancangan pancar air tidak mengurangi nilai dukung titik. Jika sejumlah pemancangan tambahan sesudah pancaran dihentikan harus dipastikan penempatan titik pada tanah keras.

Prapemboran biasanya digunakan saat lapisan sebelah atas melapisi bagian termampatkan yang seharusnya melapisi bagian atas bahan yang lebih keras diatas penempatan titik tiang pancang yang diinginkan untuk mereduksi penurunan dalam lapisan termampatkan.

6. *Penarikan Tiang Pancang (Pile Extraction)*

Tiang pancang dapat ditarik keluar untuk memeriksa kerusakan akibat pemancangan. Penambahan kecepatan penetrasi yang tiba - tiba dapat merupakan petunjuk adanya tiang pancang yang putus atau tiang pancang yang bengkok. Penarik tiang pancang adalah alat yang dibuat khusus untuk menarik tiang pancang keluar. Palu uap kerja rangkap dapat dibalikkan dan diikatkan dengan baik pada tiang pancang untuk impuls pendorong, serta pada sebuah alat pengerek untuk suatu tarikan keluar yang setidaknya sama dengan berat palu dan tiang pancang. Tumbukan palu melonggarkan dan mengangkat tiang pancang, sedangkan pengerek menyediakan tarikan keluar yang konstan untuk menariknya dari lobang. Bagian tiang pancang yang patah biasanya ditinggalkan didalam lobang, tetapi hal ini dapat menyebabkan masalah - masalah pemancangan yang lebih lanjut.

7. *Pemancangan Dengan Getaran (Vibratory Drivers)*

Sejak tahun 1949 pemancangan dengan getaran (vibratory drivers) telah digunakan untuk memasukkan tiang pancang. Prinsip pemancangan dengan getaran adalah dua pemberat eksentrik rotasi yang berlawanan. Pemasukan tiang pancang dikerjakan dengan :

1. Dorongan → tarikan keluar dari pemberat rotasi lawan.

2. Pengubahan tanah dalam pinggiran terdekat dengan tiang pancang ke sebuah cairan kental.

Tiga keuntungan utama pemancangan dengan penggetar :

1. Getaran - getaran pancang tereduksi → getaran - getaran tidak dilenyapkan tapi lebih kecil dari getaran - getaran yang menggunakan tumbukan.
2. Kurangnya kebisingan.
3. Kecepatan (laju) penembusan yang besar .

Pemilihan alat pemancang didasarkan pada jenis material yang akan dipancang serta karakteristik tanah yang ada.

2.4. JENIS - JENIS PERBAIKAN TANAH

Macam – macam jenis perbaikan tanah menurut Kazuto Nakazawa (1980) antara lain adalah :

1. *Metode perbaikan permukaan*

Metode ini dapat diterapkan bilamana lapisan permukaan tanah itu sangat lunak. Tujuan metode ini adalah untuk meningkatkan kekuatan tanah disekitar permukaan tanah dengan menggunakan drainasi, bahan lembaran tipis dan bahan - bahan tambahan. Permukaan tanah akan terhindar dari deformasi geser lokal, alat - alat berat dapat bekerja dengan lancar dan beban timbunan akan didistribusikan secara merata ke tanah dasar. Dalam kelompok metode perbaikan permukaan adalah :

- **Metode drainase permukaan**

Yang dimaksud dengan metode ini adalah penggalian saluran dipermukaan tanah sebelum pelaksanaan penimbunan untuk mengalirkan air permukaan dan mengurangi kadar air tanah sehingga memungkinkan alat - alat berat dapat

bergerak. Seringkali saluran itu diisi dengan kerikil yang mempunyai permeabilitas yang baik yang dapat berfungsi sebagai drainase parit sehingga pelaksanaan dapat berlangsung dengan lancar di atasnya.

Pelaksanaan saluran drainase harus mempertimbangkan perubahan gradien air tanah yang dapat terjadi oleh penurunan air tanah akibat penimbunan sehingga air tidak akan mengalir dari saluran ke lokasi pekerjaan.

- **Metode alas pasir.**

Diatas lapisan lunak itu dihamparkan pasir secara merata yang mempunyai fungsi sebagai drainase bagian atas pada proses konsolidasi lapisan lunak itu. Biasanya disamping lapisan pasir ini sering dibuatkan juga drainase vertikal. Tetapi jika lapisan lunak itu tidak tebal maka cukup hanya dengan hamparan lapisan pasir saja.

2. *Metode perpindahan.*

Metode ini ada dua jenis yang pertama adalah dengan mendesak tanah yang lunak dengan tanah yang baik. Dan jenis kedua mengganti tanah lunak tersebut dengan tanah yang baik.

3. *Metode timbunan imbalanced berat.*

Metode ini biasa digunakan untuk pengaman tanggul, untuk mengimbangkan berat tebing yang akan longsor.

4. *Pre loading (Prapembebanan)*

Sebelum konstruksi yang sebenarnya dibangun serta untuk menghindari settlement yang cukup besar maka terlebih dahulu dilakukan pembebanan (preloading) agar

terjadi deformasi konsolidasi yang tidak pulih kembali, jadi besarnya penurunan sisa menjadi kecil.

5. *Metode drainase vertikal*

Untuk bahan drainase vertikal ini biasanya digunakan pasir atau kertas karton yang berfungsi mempercepat keluarnya air sehingga waktu konsolidasi akan lebih cepat, dengan demikian proses penurunan bangunan akan lebih cepat selesai.

6. Banyak cara - cara lain untuk perbaikan tanah secara langsung yang bertujuan memperbaiki struktur tanahnya antara lain dengan cara :

- Perbaikan tiang pasir padat yang ditumbuk dan digetar masuk ke dalam tanah lunak.
- Untuk tanah kohesif digunakan tiang kapur atau dicampur dengan kapur.
- Mencampur tanah lunak dengan semen atau dengan digrouting.

7. *Perbaikan dengan cerucuk*

Perbaikan tanah dengan cerucuk juga diperuntukkan untuk memperbesar kestabilan tanah karena cerucuk merupakan satu kesatuan dengan tanah dan bersama - sama mendukung beban di atasnya. Hal ini mengingat bahwa antara cerucuk dan konstruksi dalam mendukung beban tidak dihubungkan oleh konstruksi yang kaku yang dapat meneruskan beban secara langsung ke cerucuk tersebut.

BAB III

PERHITUNGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

3.1. PENDAHULUAN

Pada analisa perhitungan corrugated concrete sheet piles ini akan dianalisa mengenai corrugated concrete sheet piles dapat menggantikan steel sheet piles dengan menggunakan rumusan menurut metode Rankine untuk perhitungan turap yang telah ada pada buku-buku literatur. Dengan kondisi tanah urugan yang memiliki kemiringan sebesar β , kondisi tanah yang sesuai dengan keadaan dilapangan dan data-data diperoleh dari lapangan. Dari hasil analisa tersebut akan didapatkan tipe corrugated concrete sheet piles yang akan menggantikan penggunaan steel sheet piles untuk tiap-tiap lokasi pekerjaan sheet piles agar didapatkan hasil optimasi biaya yang terbaik.

3.2. BATASAN PERHITUNGAN

Untuk analisa perhitungan corrugated concrete sheet piles pada Lower Solo River Improvement Project ini hanya menggunakan rumusan metode Rankine dikarenakan untuk penggunaan rumusan Coulomb maka diperlukan adanya perbaikan struktur tanah terlebih dahulu sebelum diadakan penggunaan rumusan

Coulomb tersebut sedangkan untuk kenyataannya dilapangan tidak perlu diadakan perbaikan struktur tanah, ataupun harus merubah desain awal yang mana perubahan desain awal ini sangatlah sulit untuk diterapkan di pelaksanaan, sehingga pada analisa perhitungan ini hanya akan menganalisa dengan menggunakan metode Rankine. Ketinggian mata air yang digunakan untuk daerah tekanan aktif berdasarkan ketinggian mata air sungai Bengawan Solo, sedangkan pada daerah tekanan pasif berdasarkan mata air pada saat mencapai titik terrendah.

3.3. ANALISA PERHITUNGAN

Analisa perhitungan corrugated concrete sheet piles sebagai pengganti steel sheet piles akan dilakukan untuk tiap-tiap daerah sheet piles agar didapatkan hasil analisa yang sesuai dengan yang ada di lapangan.

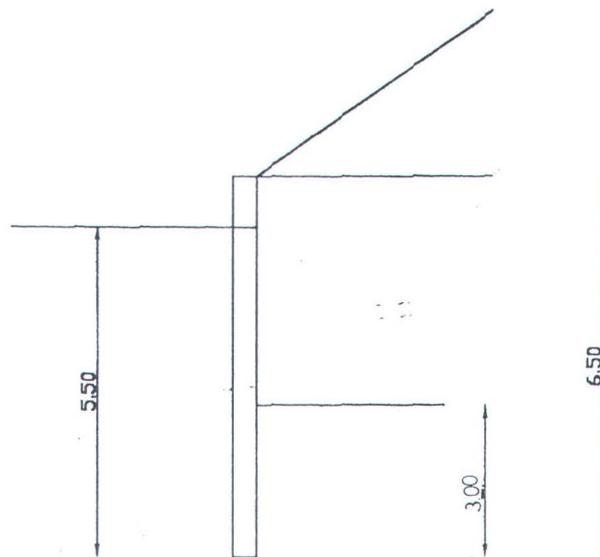
3.3.1. CCSP Untuk Daerah Cincin Lama

Corrugated concrete sheet piles yang akan dipasang pada daerah ini dengan panjang bentang 156 m dan kedalaman 6,5 m, memiliki data-data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_t = 1,68 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,25 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 29^0$$



Gambar 3.1

CCSP Daerah Cincin Lama

Analisa perhitungan gambar 3.1 dengan menggunakan metode Rankine dan Bell menurut Bowles (1988):

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\ &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 29^\circ}}{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 29^\circ}} \\ &= 0,62 \end{aligned}$$

$$P_{a1} = q \cdot K_a$$

$$= 4,093 \cdot 0,62 = 2,54 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a2} = (q + \gamma \cdot h_1) \cdot 0,62 - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= (4,093 + 1,68 \cdot 3,5) \cdot 0,62 - 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,62}$$

$$= 5,8 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a3} = P_{a2} + \gamma \cdot h_2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= 5,8 + 1,68 \cdot 3 \cdot 0,62 - 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,62}$$

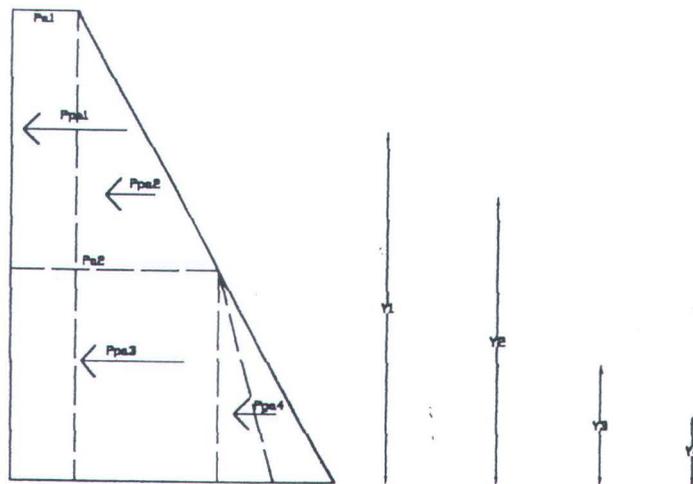
$$= 8,95 \text{ T/m}^2$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$P_{a4} = \gamma_w \cdot h_w$$

$$= 1 \cdot 3 = 3 \text{ T/m}^2$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2

Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Cincin Lama

Dengan gambar 3.2 tersebut maka beberapa daerah tekanan itu dapat dipadukan secara numerik untuk mendapatkan suatu gaya dinding aktif total. Dengan menggunakan segitiga-segitiga serta empat persegi panjang seperti yang diperlihatkan, maka gaya dinding aktif total itu adalah jumlah dari beberapa daerah dan gaya - gaya tersebut melalui jarak y dari daerah - daerah seperti yang diperlihatkan sehingga dengan mudah kita dapat menjumlahkan momen - momen disekitar alas guna mendapatkan gaya Resultante (R) beserta jaraknya (\bar{y}).

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$\begin{aligned} P_{pa1} &= P_{a1} \cdot h_1 \\ &= 2,54 \cdot 3,5 \\ &= 8,89 \text{T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_1 = 4,75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa2} &= (P_{a2} - P_{a1}) \cdot 1/2 \cdot h_1 \\ &= (5,8 - 2,54) \cdot 1/2 \cdot 3,5 \\ &= 5,7 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_2 = 4,17 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa3} &= P_{a2} \cdot h_2 \\ &= 5,8 \cdot 3 \\ &= 17,4 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_3 = 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa4} &= (P_{pa3} - P_{pa2} + P_{pa4}) \cdot 1/2 \cdot h_2 \\ &= (8,95 - 5,8 + 3) \cdot 1/2 \cdot 3 \\ &= 9,23 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_4 = 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \sum P_i \\
 &= 8,89 + 5,7 + 17,4 + 9,23 \\
 &= 41,22 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$R \cdot \bar{y} = (P_{pa1} \cdot y_1) + (P_{pa2} \cdot y_2) + (P_{pa3} \cdot y_3) + (P_{pa4} \cdot y_4)$$

$$41,22 \cdot \bar{y} = (8,89 \cdot 4,75) + (5,7 \cdot 4,17) + (17,4 \cdot 1,5) + (9,23 \cdot 1)$$

$$\bar{y} = \frac{(8,89 \cdot 4,75) + (5,7 \cdot 4,17) + (17,4 \cdot 1,5) + (9,23 \cdot 1)}{41,22}$$

$$= 2,46 \text{ m dari dasar sheet piles.}$$

Tekanan Tanah Pasip :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

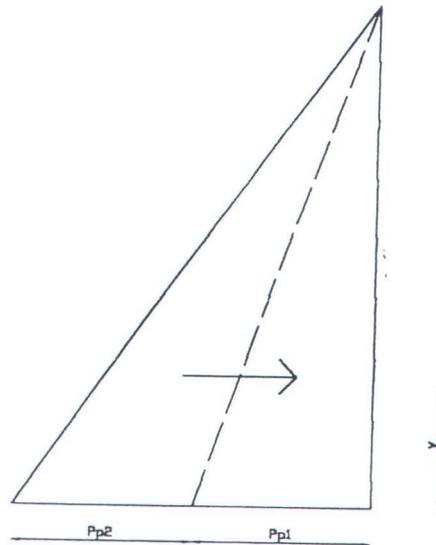
$$\begin{aligned}
 \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\
 &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 29^\circ}}{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 29^\circ}} \\
 &= 1,24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{p1} &= \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \\
 &= 1,68 \cdot 5,5 \cdot 1,24 + 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{1,24} \\
 &= 12,01 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned} P_{P2} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 1 \cdot 5,5 \\ &= 5,5 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 :



Gambar 3.3

Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Cincin Lama

Kedua tekanan pasif ini yaitu akibat tekanan tanah dan tekanan air ini mempunyai lengan momen yang sama yaitu $y = 1,5$ m dari dasar sheet piles karena merupakan bidang segitiga sehingga untuk perhitungan selanjutnya akan dijumlahkan secara langsung dan dianggap hanya sebagai sebuah segitiga.

$$\begin{aligned}
 P_{pt} &= (P_{P1} + P_{P2}) \cdot 1/2 \cdot h_3 \\
 &= (12,01 + 5,5) \cdot 1/2 \cdot 5,5 \\
 &= 48,15 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y = 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned}
 R_{aktif} &= 41,176 \cos 26^0 \\
 &= 37,009 \text{ T} \rightarrow y = 2,55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{pasip} &= 47,905 \cos 26^0 \\
 &= 43,05 \text{ T} \rightarrow y = 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

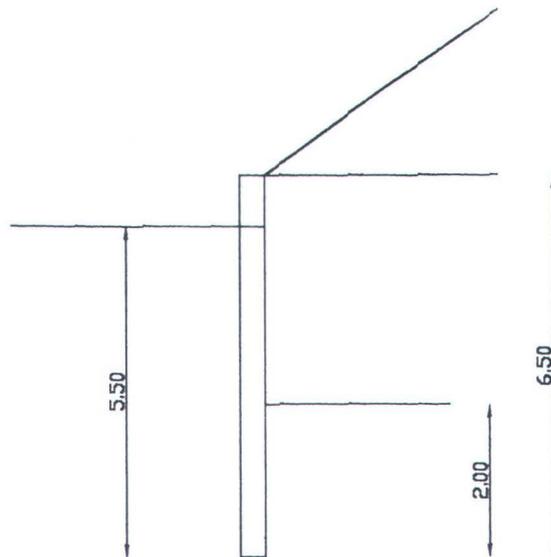
3.3.2. CCSP Untuk Daerah Cincin Baru

Corrugated concrete sheet piles yang akan dipasang pada daerah ini dengan panjang bentang 26 m dan kedalaman 6,5 m, memiliki data-data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_t = 1,693 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,3 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 28^0$$



Gambar 3.4

CCSP Daerah Cincin Baru

Analisa perhitungan dengan menggunakan metode Rankine dan Bell menurut Bowles (1988):

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\ &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}} \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a1} &= q \cdot K_a \\
 &= 4,093 \cdot 0,66 \\
 &= 2,7 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

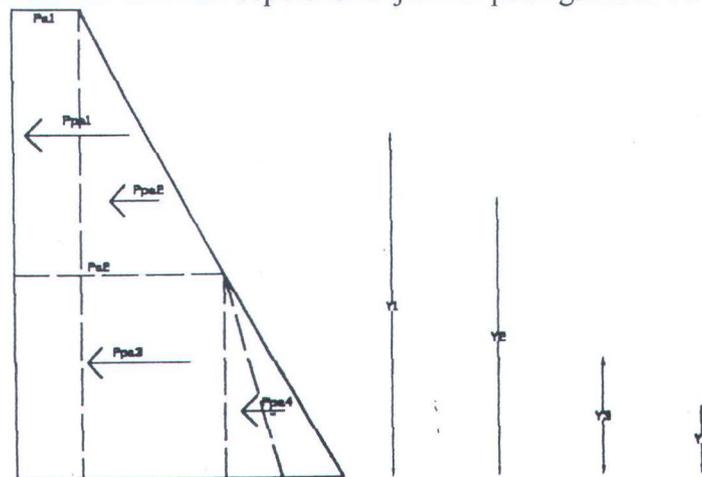
$$\begin{aligned}
 P_{a2} &= (q + \gamma \cdot h_1) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \\
 &= (4,093 + 1,693 \cdot 4,5) \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{0,66} \\
 &= 7,26 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a3} &= P_{a2} + \gamma \cdot h_2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \\
 &= 7,26 + 1,693 \cdot 2 \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{0,66} \\
 &= 9,1 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned}
 P_{a4} &= \gamma_w \cdot h_w \\
 &= 1 \cdot 2 = 2 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.5 :



Gambar 3.5

Tekanan Tanah Aktif Daerah Cincin Baru

Dengan gambar 3.5 tersebut maka beberapa daerah tekanan itu dapat dipadukan secara numerik untuk mendapatkan suatu gaya dinding aktif total. Dengan menggunakan segitiga-segitiga serta empat persegi panjang seperti yang diperlihatkan, maka gaya dinding aktif total itu adalah jumlah dari beberapa daerah dan gaya - gaya tersebut melalui jarak y dari daerah - daerah seperti yang diperlihatkan sehingga dengan mudah kita dapat menjumlahkan momen - momen disekitar alas guna mendapatkan gaya Resultante (R) beserta jaraknya (\bar{y}).

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$\begin{aligned} P_{pa1} &= P_{a1} \cdot h_1 \\ &= 2,7 \cdot 4,5 \\ &= 12,156 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_1 = 4,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa2} &= (P_{a2} - P_{a1}) \cdot 1/2 \cdot h_1 \\ &= (7,26 - 2,7) \cdot 1/2 \cdot 4,5 \\ &= 10,26 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_2 = 3,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa3} &= P_{a2} \cdot h_2 \\ &= 7,26 \cdot 2 \\ &= 14,52 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_3 = 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa4} &= (P_{pa3} - P_{pa2} + P_{pa4}) \cdot 1/2 \cdot h_2 \\ &= (9,1 - 7,26 + 2) \cdot 1/2 \cdot 2 \\ &= 3,84 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_4 = 0,67 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 R &= \sum P_i \\
 &= 12,156 + 10,26 + 14,52 + 3,84 \\
 &= 40,776 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$R \cdot \bar{y} = (P_{pa1} \cdot y_1) + (P_{pa2} \cdot y_2) + (P_{pa3} \cdot y_3) + (P_{pa4} \cdot y_4)$$

$$40,776 \cdot \bar{y} = (12,156 \cdot 4,25) + (10,26 \cdot 3,5) + (14,52 \cdot 1) + (3,84 \cdot 0,67)$$

$$\bar{y} = \frac{(12,156 \cdot 4,25) + (10,26 \cdot 3,5) + (14,52 \cdot 1) + (3,84 \cdot 0,67)}{40,776}$$

$$= 2,55 \text{ m dari dasar sheet piles.}$$

Tekanan Tanah Pasip :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

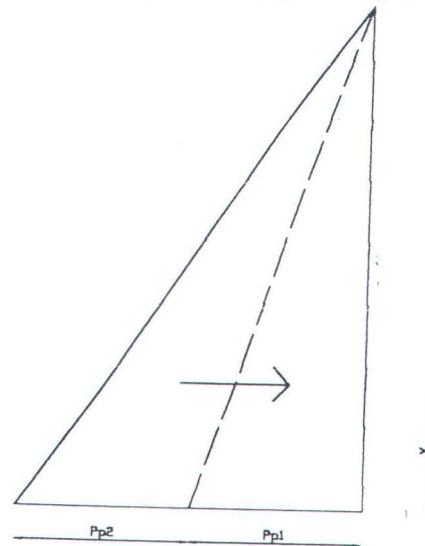
$$\begin{aligned}
 \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\
 &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}} \\
 &= 1,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{p1} &= \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \\
 &= 1,693 \cdot 5,5 \cdot 1,28 + 2 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{1,28} \\
 &= 11,92 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned} P_{P2} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 1 \cdot 5,5 \\ &= 5,5 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.6 :



Gambar 3.6

Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Cincin Baru

Kedua tekanan pasip ini yaitu akibat tekanan tanah dan tekanan air ini mempunyai lengan momen yang sama yaitu $y = 1,5$ m dari dasar sheet piles karena merupakan bidang segitiga sehingga untuk perhitungan selanjutnya akan dijumlahkan secara langsung dan dianggap hanya sebagai sebuah segitiga.

$$\begin{aligned} P_{pt} &= (P_{P1} + P_{P2}) \cdot 1/2 \cdot h_3 \\ &= (11,92 + 5,5) \cdot 1/2 \cdot 5,5 \\ &= 47,905 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y = 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned}R_{\text{aktif}} &= 41,22 \cos 26^0 \\ &= 37,05 \text{ T} \rightarrow y = 2,46 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{pasip}} &= 48,15 \cos 26^0 \\ &= 43,2 \text{ T} \rightarrow y = 1,5 \text{ m}\end{aligned}$$

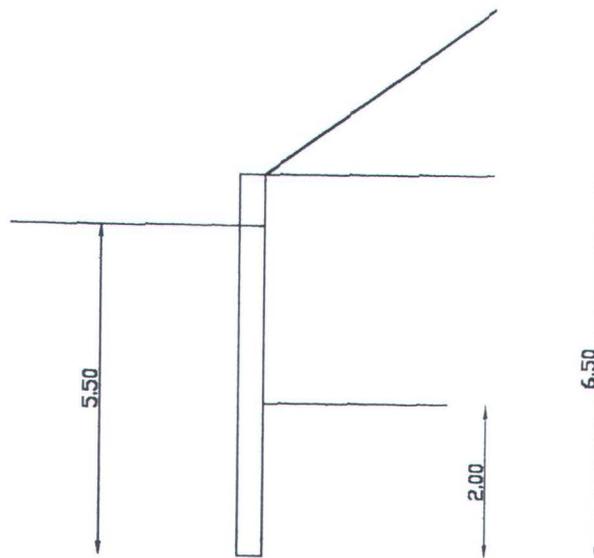
3.3.3. CCSP Untuk Daerah Banaran

Corrugated concrete sheet piles yang akan dipasang pada daerah ini dengan panjang bentang 154 m dan kedalaman 6,5 m, memiliki data-data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_t = 1,583 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,27 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 28^0$$



Gambar 3.7

CCSP Daerah Banaran

Analisa perhitungan dengan menggunakan metode Rankine dan Bell menurut Bowles (1988):

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\ &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}} \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

$$P_{a1} = q \cdot K_a$$

$$= 4,093 \cdot 0,66 = 2,7 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a2} = (q + \gamma \cdot h_1) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= (4,093 + 1,583 \cdot 4,5) \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{0,66}$$

$$= 6,96 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a3} = P_{a2} + \gamma \cdot h_2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= 6,96 + 1,583 \cdot 2 \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{0,66}$$

$$= 8,61 \text{ T/m}^2$$

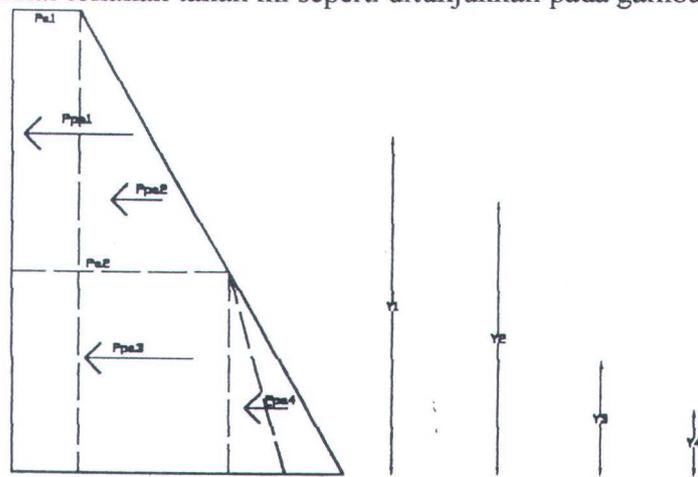
Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$P_{a4} = \gamma_w \cdot h_w$$

$$= 1 \cdot 2$$

$$= 2 \text{ T/m}^2$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.8 :



Gambar 3.8

Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Banaran

Dengan gambar 3.8 tersebut maka beberapa daerah tekanan itu dapat dipadukan secara numerik untuk mendapatkan suatu gaya dinding aktif total. Dengan menggunakan segitiga-segitiga serta empat persegi panjang seperti yang diperlihatkan, maka gaya dinding aktif total itu adalah jumlah dari beberapa daerah dan gaya - gaya tersebut melalui jarak y dari daerah - daerah seperti yang diperlihatkan sehingga dengan mudah kita dapat menjumlahkan momen - momen disekitar alas guna mendapatkan gaya Resultante (R) beserta jaraknya (\bar{y}).

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$\begin{aligned} P_{pa1} &= P_{a1} \cdot h_1 \\ &= 2,7 \cdot 4,5 \\ &= 12,15 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_1 = 4,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa2} &= (P_{a2} - P_{a1}) \cdot 1/2 \cdot h_1 \\ &= (6,96 - 2,7) \cdot 1/2 \cdot 4,5 \\ &= 9,6 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_2 = 3,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa3} &= P_{a2} \cdot h_2 \\ &= 6,96 \cdot 2 \\ &= 13,92 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_3 = 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa4} &= (P_{pa3} - P_{pa2} + P_{pa4}) \cdot 1/2 \cdot h_2 \\ &= (8,61 - 6,96 + 2) \cdot 1/2 \cdot 2 \\ &= 3,65 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y_4 = 0,67 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \sum P_i \\
 &= 12,15 + 9,6 + 13,92 + 3,65 \\
 &= 39,32 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$R \cdot \bar{y} = (P_{pa1} \cdot y_1) + (P_{pa2} \cdot y_2) + (P_{pa3} \cdot y_3) + (P_{pa4} \cdot y_4)$$

$$39,32 \cdot \bar{y} = (12,15 \cdot 4,25) + (9,6 \cdot 3,5) + (13,92 \cdot 1) + (3,65 \cdot 0,67)$$

$$\bar{y} = \frac{(12,15 \cdot 4,25) + (9,6 \cdot 3,5) + (13,92 \cdot 1) + (3,65 \cdot 0,67)}{39,32}$$

$$= 2,58 \text{ m dari dasar sheet piles.}$$

Tekanan Tanah Pasip :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$\text{dimana : } K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}$$

$$= 1,28$$

$$P_{p1} = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

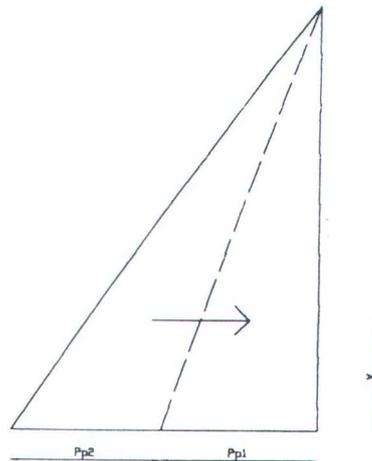
$$= 1,583 \cdot 5,5 \cdot 1,28 + 2 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{1,28}$$

$$= 11,2 \text{ T/m}^2$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned} P_{P2} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 1 \cdot 5,5 \\ &= 5,5 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.9 :



Gambar 3.9

Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Banaran

Kedua tekanan pasip ini yaitu akibat tekanan tanah dan tekanan air ini mempunyai lengan momen yang sama yaitu $y = 1,5$ m dari dasar sheet piles karena merupakan bidang segitiga sehingga untuk perhitungan selanjutnya akan dijumlahkan secara langsung dan dianggap hanya sebagai sebuah segitiga.

$$\begin{aligned} P_{pt} &= (P_{P1} + P_{P2}) \cdot 1/2 \cdot h_3 \\ &= (11,2 + 5,5) \cdot 1/2 \cdot 5,5 \\ &= 45,925 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y = 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned}R_{\text{aktif}} &= 39,32 \cos 26^0 \\ &= 35,45 \text{ T} \rightarrow y = 2,58 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{pasip}} &= 45,925 \cos 26^0 \\ &= 41,2 \text{ T} \rightarrow y = 1,5 \text{ m}\end{aligned}$$

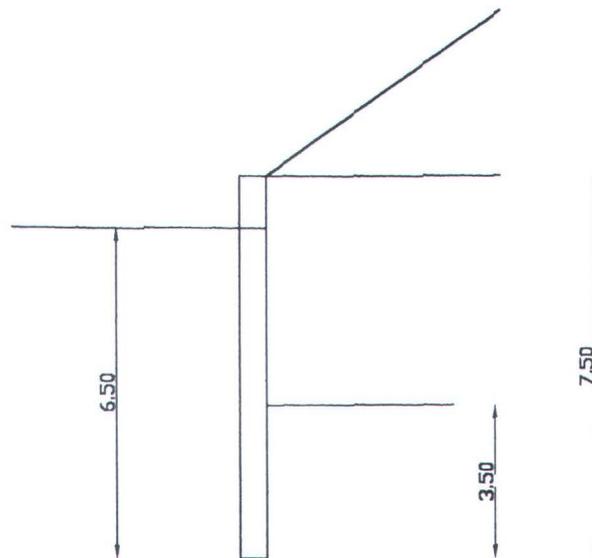
3.3.4. CCSP Untuk Daerah Gardu

Corrugated concrete sheet piles yang akan dipasang pada daerah ini dengan panjang bentang 592,8 m dan kedalaman 7,5 m, memiliki data-data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_t = 1,65 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,25 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 28^0$$



Gambar 3.10

CCSP Daerah Gardu

Analisa perhitungan dengan menggunakan metode Rankine dan Bell menurut Bowles (1988):

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\text{dimana : } K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}$$

$$= 0,66$$

$$\begin{aligned}
 P_{a1} &= q \cdot K_a \\
 &= 4,093 \cdot 0,66 \\
 &= 2,7 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

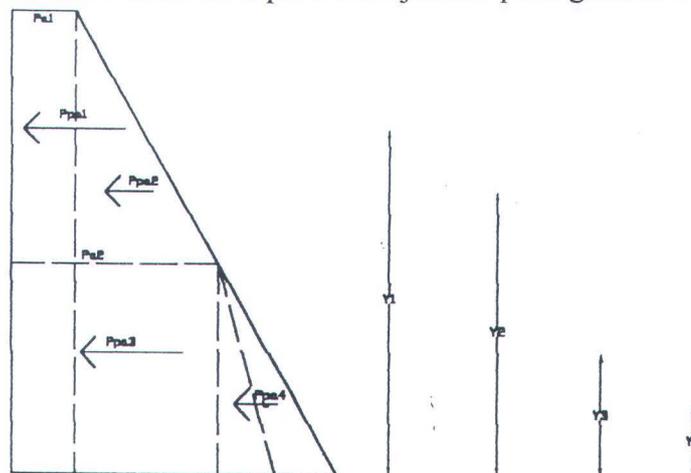
$$\begin{aligned}
 P_{a2} &= (q + \gamma \cdot h_1) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \\
 &= (4,093 + 1,65 \cdot 4) \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,66} \\
 &= 6,65 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a3} &= P_{a2} + \gamma \cdot h_2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \\
 &= 6,65 + 1,65 \cdot 3,5 \cdot 0,66 - 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,66} \\
 &= 10,05 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned}
 P_{a4} &= \gamma_w \cdot h_w \\
 &= 1 \cdot 3,5 = 3,5 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.11 :



Gambar 3.11

Tekanan Tanah Aktif CCSP Daerah Gardu

Dengan gambar 3.11 tersebut maka beberapa daerah tekanan itu dapat dipadukan secara numerik untuk mendapatkan suatu gaya dinding aktif total. Dengan menggunakan segitiga-segitiga serta empat persegi panjang seperti yang diperlihatkan, maka gaya dinding aktif total itu adalah jumlah dari beberapa daerah dan gaya - gaya tersebut melalui jarak y dari daerah - daerah seperti yang diperlihatkan sehingga dengan mudah kita dapat menjumlahkan momen - momen disekitar alas guna mendapatkan gaya Resultante (R) beserta jaraknya .

$$R = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$\begin{aligned} P_{pa1} &= P_{a1} \cdot h_1 \\ &= 2,7 \cdot 4 \\ &= 10,8 \text{ T/m} \quad \text{dengan } y_1 = 5,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa2} &= (P_{a2} - P_{a1}) \cdot 1/2 \cdot h_1 \\ &= (6,65 - 2,7) \cdot 1/2 \cdot 4 \\ &= 7,9 \text{ T/m} \quad \text{dengan } y_2 = 4,83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa3} &= P_{a2} \cdot h_2 \\ &= 6,65 \cdot 3,5 \\ &= 23,3 \text{ T/m} \quad \text{dengan } y_3 = 1,75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{pa4} &= (P_{pa3} - P_{pa2} + P_{pa4}) \cdot 1/2 \cdot h_2 \\ &= (10,05 - 6,65 + 3,5) \cdot 1/2 \cdot 3,5 \\ &= 12,1 \text{ T/m} \quad \text{dengan } y_4 = 1,16 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \sum P_i \\
 &= 10,8 + 7,9 + 23,3 + 12,1 \\
 &= 54,1 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$R \cdot \bar{y} = (P_{pa1} \cdot y_1) + (P_{pa2} \cdot y_2) + (P_{pa3} \cdot y_3) + (P_{pa4} \cdot y_4)$$

$$54,1 \cdot \bar{y} = (10,8 \cdot 5,5) + (7,9 \cdot 4,83) + (23,3 \cdot 1,75) + (12,1 \cdot 1,16)$$

$$\bar{y} = \frac{(10,8 \cdot 5,5) + (7,9 \cdot 4,83) + (23,3 \cdot 1,75) + (12,1 \cdot 1,16)}{54,1}$$

= 2,82 m dari dasar sheet piles.

Tekanan Tanah Pasip :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$\text{dimana : } K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 28^\circ}}$$

$$= 1,28$$

$$P_{p1} = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

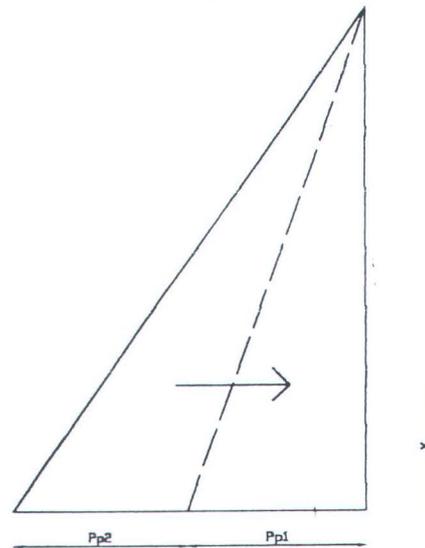
$$= 1,65 \cdot 6,5 \cdot 1,28 + 2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{1,28}$$

$$= 14,2 \text{ T/m}^2$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned} P_{P2} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 1 \cdot 6,5 \\ &= 6,5 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.12 :



Gambar 3.12

Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Gardu

Kedua tekanan pasip ini yaitu akibat tekanan tanah dan tekanan air ini mempunyai lengan momen yang sama yaitu $y = 2,16$ m dari dasar sheet piles karena merupakan bidang segitiga sehingga untuk perhitungan selanjutnya akan dijumlahkan secara langsung dan dianggap hanya sebagai sebuah segitiga.

$$\begin{aligned} P_{pt} &= (P_{P1} + P_{P2}) \cdot 1/2 \cdot h_3 \\ &= (14,2 + 6,5) \cdot 1/2 \cdot 6,5 \\ &= 67,2 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y = 2,16 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned}R_{\text{aktif}} &= 54,1 \cos 26^{\circ} \\ &= 48,6 \text{ T} \rightarrow y = 2,82 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{pasip}} &= 67,2 \cos 26^{\circ} \\ &= 60,3 \text{ T} \rightarrow y = 2,16 \text{ m}\end{aligned}$$

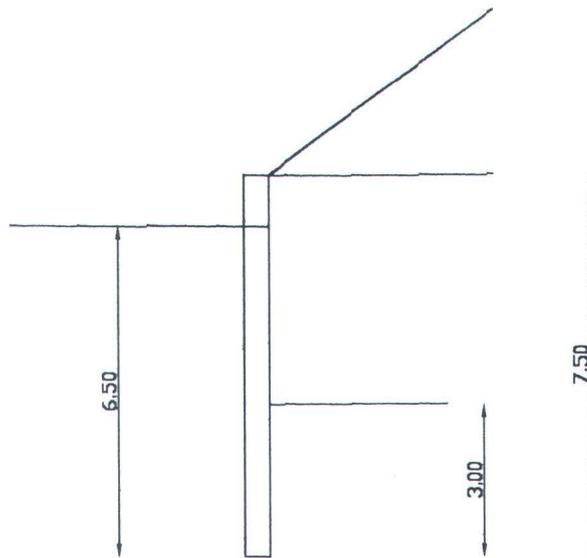
3.3.5. CCSP Untuk Daerah Banaran - Gardu

Corrugated concrete sheet piles yang akan dipasang pada daerah ini dengan panjang bentang 1185,6 m dan kedalaman 7,5 m, memiliki data-data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_t = 1,69 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,24 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 27^{\circ}$$



Gambar 3.13

CCSP Daerah Banaran - Gardu

Analisa perhitungan dengan menggunakan metode Rankine dan Bell menurut Bowles (1988):

Tekanan tanah aktif :

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana : } K_a &= \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \\ &= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 27^\circ}}{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 27^\circ}} \\ &= 0,87 \end{aligned}$$

$$P_{a1} = q \cdot K_a$$

$$= 4,093 \cdot 0,87 = 3,56 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a2} = (q + \gamma \cdot h_1) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= (4,093 + 1,69 \cdot 4) \cdot 0,87 - 2 \cdot 0,24 \cdot \sqrt{0,87}$$

$$= 8,99 \text{ T/m}^2$$

$$P_{a3} = P_{a2} + \gamma \cdot h_2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$= 8,99 + 1,69 \cdot 3,5 \cdot 0,87 - 2 \cdot 0,24 \cdot \sqrt{0,87}$$

$$= 13,68 \text{ T/m}^2$$

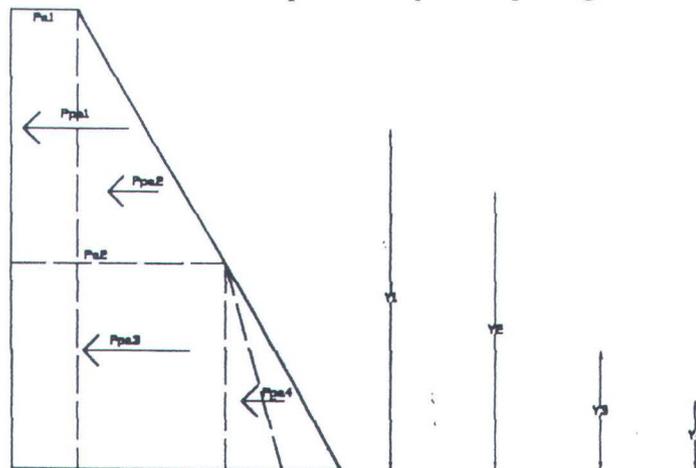
Akibat adanya air maka gaya air diphitungkan :

$$P_{a4} = \gamma_w \cdot h_w$$

$$= 1 \cdot 3,5$$

$$= 3,5 \text{ T/m}^2$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.14 :



Gambar 3.14

Tekanan Tanah Aktif Daerah Banaran - Gardu

Dengan gambar 3.14 tersebut maka beberapa daerah tekanan itu dapat dipadukan secara numerik untuk mendapatkan suatu gaya dinding aktif total. Dengan menggunakan segitiga-segitiga serta empat persegi panjang seperti yang diperlihatkan, maka gaya dinding aktif total itu adalah jumlah dari beberapa daerah dan gaya - gaya tersebut melalui jarak y dari daerah - daerah seperti yang diperlihatkan sehingga dengan mudah kita dapat menjumlahkan momen - momen disekitar alas guna mendapatkan gaya Resultante (R) beserta jaraknya (\bar{y}).

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$P_{pa1} = P_{a1} \cdot h_1$$

$$= 3,56 \cdot 4$$

$$= 14,24 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_1 = 5,5 \text{ m}$$

$$P_{pa2} = (P_{a2} - P_{a1}) \cdot 1/2 \cdot h_1$$

$$= (8,99 - 3,56) \cdot 1/2 \cdot 4$$

$$= 10,86 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_2 = 4,83 \text{ m}$$

$$P_{pa3} = P_{a2} \cdot h_2$$

$$= 8,99 \cdot 3,5$$

$$= 31,465 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_3 = 1,75 \text{ m}$$

$$P_{pa4} = (P_{pa3} - P_{pa2} + P_{pa4}) \cdot 1/2 \cdot h_2$$

$$= (13,68 - 8,99 + 3,5) \cdot 1/2 \cdot 3,5$$

$$= 14,33 \text{ T/m} \rightarrow \text{dengan } y_4 = 1,16 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \sum P_i \\
 &= 14,24 + 10,86 + 31,465 + 14,33 \\
 &= 70,565 \text{ T/m}
 \end{aligned}$$

$$R \cdot \bar{y} = \sum P_{ai} \cdot y_i$$

$$R \cdot \bar{y} = (P_{pa1} \cdot y_1) + (P_{pa2} \cdot y_2) + (P_{pa3} \cdot y_3) + (P_{pa4} \cdot y_4)$$

$$70,565 \cdot \bar{y} = (14,24 \cdot 5,5) + (10,86 \cdot 4,83) + (31,465 \cdot 1,75) + (14,33 \cdot 1,16)$$

$$\bar{y} = \frac{(14,24 \cdot 5,5) + (10,86 \cdot 4,83) + (31,465 \cdot 1,75) + (14,33 \cdot 1,16)}{70,565}$$

$$= 2,87 \text{ m dari dasar sheet piles.}$$

Tekanan Tanah Pasip :

$$P_p = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$\text{dimana : } K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$= \cos 26^\circ \cdot \frac{\cos 26^\circ + \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 27^\circ}}{\cos 26^\circ - \sqrt{\cos^2 26^\circ - \cos^2 27^\circ}}$$

$$= 0,927$$

$$P_{p1} = \gamma \cdot h \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

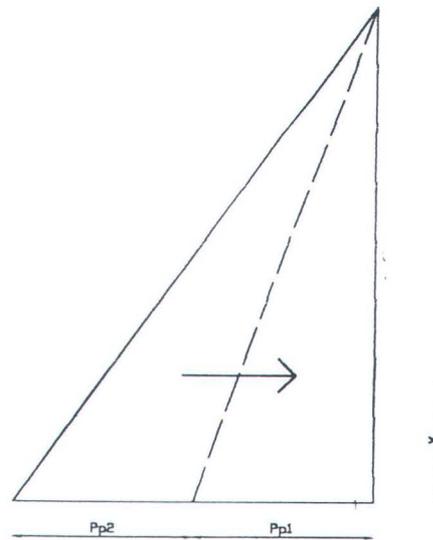
$$= 1,69 \cdot 6,5 \cdot 0,927 + 2 \cdot 0,24 \cdot \sqrt{0,927}$$

$$= 11,5 \text{ T/m}^2$$

Akibat adanya air maka gaya air dipehitungkan :

$$\begin{aligned} P_{p2} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 1 \cdot 6,5 \\ &= 6,5 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai - nilai tekanan tanah ini seperti ditunjukkan pada gambar 3.15 :



Gambar 3.15

Tekanan Tanah Pasif CCSP Daerah Banaran - Gardu

Kedua tekanan pasip ini yaitu akibat tekanan tanah dan tekanan air ini mempunyai lengan momen yang sama yaitu $y = 2,16$ m dari dasar sheet piles karena merupakan bidang segitiga sehingga untuk perhitungan selanjutnya akan dijumlahkan secara langsung dan dianggap hanya sebagai sebuah segitiga.

$$\begin{aligned} P_{pt} &= (P_{P1} + P_{P2}) \cdot 1/2 \cdot h_3 \\ &= (11,5 + 6,5) \cdot 1/2 \cdot 6,5 \\ &= 58,5 \text{ T/m} \quad \rightarrow \text{dengan } y = 2,16 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned} R_{\text{aktif}} &= 70,5 \cos 26^{\circ} \\ &= 63,2 \text{ T} \rightarrow y = 2,87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{pasip}} &= 58,5 \cos 26^{\circ} \\ &= 52,6 \text{ T} \rightarrow y = 2,16 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen selanjutnya akan digunakan program SAP:

$$\begin{aligned}R_{\text{aktif}} &= 70,5 \cos 26^{\circ} \\ &= 63,2 \text{ T} \rightarrow y = 2,87 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\text{pasip}} &= 58,5 \cos 26^{\circ} \\ &= 52,6 \text{ T} \rightarrow y = 2,16 \text{ m}\end{aligned}$$

Pada perhitungan program SAP diasumsikan kedua ujung sheet piles sebagai perletakan sendi dan free earth. Kenyataannya pada ujung sheet piles tidak akan pernah terjadi momen sama dengan nol. Menurut Bowles (1992) pada ujung – ujung sheet piles terdapat momen yang dapat direduksi sehingga pada program SAP ujung sheet piles diasumsikan sendi. Meskipun kepala sheet piles di Lower Solo River Improvement Project dihubungkan secara kaku tetapi tidak diasumsikan sebagai perletakan jepit yang bisa menahan momen.

3.4. ALTERNATIF PENGGUNAAN CORRUGATED CONCRETE SHEET

PILES

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan-tegangan tanah pada sheet piles dan momen yang terjadi dari metode SAP, maka dapat dipilih alternatif – alternatif untuk penggunaan corrugated concrete sheet piles sebagai pengganti steel sheet piles sebagai berikut :

1. Untuk Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Cincin Lama dengan panjang bentang 156 m, $M_{\max} = 9.4 \text{ Tm}$, dan panjang tiang pacang 6,5m maka dapat digunakan tipe W 325 A 1000.
2. Untuk Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Cincin Baru dengan panjang bentang 26 m, $M_{\max} = 7.43 \text{ Tm}$, dan panjang tiang pacang 6,5m maka dapat digunakan tipe W 325 A 1000.
3. Untuk Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Banaran dengan panjang bentang 154 m, $M_{\max} = 9.54 \text{ Tm}$, dan panjang tiang pacang 6,5m maka dapat digunakan tipe W 325 A 1000.
4. Untuk Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Gardu dengan panjang bentang 592,8 m, $M_{\max} = 16.23 \text{ Tm}$, dan panjang tiang pacang 7,5m maka dapat digunakan tipe W 350 B 1000.
5. Untuk Corrugated Concrete Sheet Piles daerah Banaran - Gardu dengan panjang bentang 1185,6 m, $M_{\max} = 16.23 \text{ Tm}$, dan panjang tiang pacang 7,5m maka dapat digunakan tipe W 350 B 1000.

3.5. ALTERNATIF PENGGUNAAN CONCRETE SHEET PILES BUKAN CORRUGATED

Alternatif yang digunakan adalah concrete sheet piles produksi PT. Wijaya Karya flat tipe. M_{cr} maksimum yang dapat dipikul oleh flat type yaitu 13,88 Tm untuk tipe FPC- 320 N-500 sedangkan pada Lower Solo River Improvement Project M_{cr} yang terjadi 16,23 Tm. Dimensi flat type (cross section = $0,16 \text{ m}^2$) lebih besar daripada dimensi corrugated type (cross section = $0,1468 \text{ m}^2$) sehingga harga penawaran dari PT. Wijaya Karya lebih mahal untuk flat type daripada harga penawaran corrugated type. Lebar yang dimiliki oleh flat type adalah setengah dari lebar corrugated type sehingga akan lebih banyak concrete sheet piles yang diperlukan. Perbedaan kedua tipe concrete sheet piles ini dapat dilihat pada lampiran 5.

Dari keadaan tersebut maka digunakan corrugated concrete sheet piles sebagai alternatif pengganti steel sheet piles di Lower Solo River Improvement Project. Concrete sheet piles flat type tidak ditinjau sebagai alternatif pengganti steel sheet piles di Lower Solo River Improvement Project.

BAB IV

PEKERJAAN PERSIAPAN

4.1. ANALISA PERHITUNGAN QUANTITY PEKERJAAN SHEET PILES

Didalam menganalisa perhitungan volume sheet piles ini baik steel sheet piles maupun corrugated concrete sheet piles didasarkan pada gambar rencana yang terdapat pada buku kontrak jilid IV untuk Lower Solo River Improvement Project. Pada analisa perhitungan volume ini akan menggunakan satuan m^2 yang disesuaikan dengan kontrak Lower Solo River Improvement Project. Steel sheet piles maupun corrugated concrete sheet piles memiliki kedalaman pemancangan yang sama, sehingga dalam analisa perhitungan volume pekerjaan sheet piles ini akan dihitung menjadi satu serta dihitung untuk tiap – tiap daerah pemancangan :

1. Sheet Piles Daerah Cincin Lama

Dengan kedalam pemancangan 6,5 m dan panjang bentang 156 m maka diperoleh:

$$Q = 6,5 \cdot 156 = 1014 \text{ m}^2$$

2. Sheet Piles Daerah Cincin Baru

Dengan kedalam pemancangan 6,5 m dan panjang bentang 26 m maka diperoleh:

$$Q = 6,5 \cdot 26 = 169 \text{ m}^2$$

3. Sheet Piles Daerah Banaran

Dengan kedalam pemancangan 6,5 m dan panjang bentang 154 m maka diperoleh:

$$Q = 6,5 \cdot 154 = 1001 \text{ m}^2$$

4. Sheet Piles Daerah Gardu

Dengan kedalam pemancangan 7,5 m dan panjang bentang 592,8 m maka diperoleh:

$$Q = 7,5 \cdot 592,8 = 4446 \text{ m}^2$$

5. Sheet Piles Daerah Banaran-Gardu

Dengan kedalam pemancangan 7,5 m dan panjang bentang 1185,6 m maka diperoleh:

$$Q = 7,5 \cdot 1185,6 = 8892 \text{ m}^2$$

Quantity total yang didapat untuk steel sheet piles dan corrugated concrete sheet piles adalah :

Untuk kedalaman 6,5 m, maka $Q = 1014 + 169 + 1001 = 2184 \text{ m}^2$

Untuk kedalaman 7,5 m, maka $Q = 4446 + 8892 = 13338 \text{ m}^2$

4.2. ANALISA PEKERJAAN PERSIAPAN

Didalam menganalisa pekerjaan persiapan ini akan dibahas mengenai item - item pekerjaan yang mutlak harus dikerjakan yaitu pengangkutan alat - alat berat untuk pekerjaan persiapan, pekerjaan penggalian dan levelling, dan pekerjaan gabion mattress. Item-item pekerjaan tersebut mendukung pekerjaan sheet piles, dan pekerjaan sheet piles tidak akan dapat dilaksanakan jika item - item pekerjaan ini tidak dikerjakan terlebih

dahulu. Karena ketergantungan pekerjaan sheet piles pada item – item pekerjaan tersebut maka dalam perhitungan analisa harga satuan pekerjaan sheet piles ini akan dimasukkan analisa harga satuan pekerjaan persiapan.

4.2.1. Pengangkutan alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan.

Pada proses pengangkutan alat – alat berat untuk pekerjaan di Lower Solo River Improvement Project ini alat – alat berat yang digunakan didatangkan dari gudang penyimpanan alat – alat berat di Kota Tegal Jawa Tengah, sedangkan demobilisasi juga diasumsikan akan dikembalikan ke Kota Tegal sebagai gudang penyimpan. Jumlah alat berat yang dikirim ke Lower Solo River Improvement Project adalah 6 buah Dump Truck dan 5 buah Backhoe.

Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan persiapan bagi pekerjaan sheet piles ini adalah satu buah backhoe dengan 4 buah dump truck sehingga biaya pengangkutan yang akan dibebankan pada pekerjaan sheet piles ini adalah biaya pengangkutan 1 backhoe dengan 4 dump truck dengan tetap memperhatikan prosentase biaya pekerjaan sheet piles terhadap biaya total proyek.

4.2.1.1. Pengangkutan Dump Truck (DT)

Pada pekerjaan persiapan ini diperlukan 4 buah Dump Truck, Dump Truck yang digunakan adalah milik PT. Teguh Raksa Jaya dan dapat dijalankan sendiri dari gudang PT. Teguh Raksa Jaya yang berlokasi di Kota Tegal dengan perkiraan jarak angkut dari Tegal menuju Lokasi proyek di Babat sejauh 375 km. Kecepatan mengemudi diasumsikan 50 km/jam. Waktu perjalanan diasumsikan selama 7,5 jam perjalanan dengan waktu istirahat dan makan bagi sopir dan kernet selama 1 jam sehingga total

waktu perjalanan diperkirakan 8,5 jam. Biaya sewa Dump Truck sebesar Rp. 10.000,00 setiap jam pemakaian Dump Truck tersebut. Biaya sebesar Rp. 10.000,00 ini didapat dari data Harian Material dan Alat yang dikeluarkan oleh perusahaan, yang dibebankan pada proyek. Perbandingan penggunaan bahan bakar solar dengan jarak angkut adalah 1 liter solar diasumsikan dapat digunakan untuk 10 km perjalanan. Analisa harga satuan perjalanan Dump Truck adalah sebagai berikut :

- Sewa	= 8,5 jam x Rp. 10.000,00	= Rp. 85.000,00
- Solar	= (375 km : 10 km) x Rp. 550,00	= Rp. 20.625,00
- Sopir	= 1 orang x Rp. 20.000,00	= Rp. 20.000,00
- Kernet	= 1 orang x Rp. 7.500,00	= Rp. 7.500,00
- Uang makan	= (1xRp.7.500,00)+(1xRp 5.000,00)	= Rp. 12.500,00
		= Rp. 145.625,00

Yang akan diperhitungkan untuk pekerjaan persiapan adalah Dump Truck yang akan dimanfaatkan untuk pekerjaan persiapan tersebut yaitu 4 buah Dump Truck sehingga biaya mobilisasi dan demobilisasi untuk pekerjaan persiapan ini sebesar :

$$\text{Biaya total} = \text{Rp. } 145.625,00 \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 1.165.000,00$$

Empat buah Dump Truck tersebut tidak hanya digunakan untuk pekerjaan persiapan sheet piles saja tetapi juga digunakan untuk pekerjaan Embankment, Excavation dan pekerjaan lainnya sehingga di dalam penentuan analisa harga satuan pengiriman ini akan didasarkan pada prosentase nilai biaya total sheet piles terhadap nilai total biaya kontrak tanpa PPN dan keuntungan 21,64 %. Sehingga biaya yang dibebankan pada pekerjaan persiapan sheet piles sebesar = Rp. 1.165.000,00 x 21,64 % = Rp. 252.106,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya pengangkutan Dump Truck untuk 1 m² sheet piles :

= Pembebanan biaya : luas sheet piles

= Rp. 252.106,00 : 15522

= Rp. 16,24

4.2.1.2. Pengangkutan Backhoe

Pada pekerjaan persiapan ini diperlukan 1 buah Backhoe, Backhoe yang digunakan adalah milik PT. Teguh Raksa Jaya bukan sewa. Backhoe tidak dapat dijalankan sendiri karena akan merusak jalan beraspal sehingga untuk pengangkutannya diperlukan sewa Trailer dengan pengangkutan dari gudang PT. Teguh Raksa Jaya yang berlokasi di Kota Tegal dengan perkiraan jarak angkut dari Tegal menuju Lokasi proyek di Babat sejauh 375 km dengan kecepatan mengemudi diasumsikan 50 km/jam, waktu perjalanan diasumsikan selama 7,5 jam perjalanan dengan waktu istirahat dan makan bagi sopir dan kernet selama 1 jam sehingga total waktu perjalanan diperkirakan 8,5 jam. Untuk biaya sewa Trailer dari perusahaan pengangkutan sebesar Rp. 2.000.000,00 per hari sudah termasuk biaya untuk sopir dan biaya bahan bakar solar yang diperlukan dalam perjalanan. Saat menaikkan dan menurunkan Excavator ke trailer diperlukan tenaga operator Excavator sebesar Rp. 25.000,00. Analisa harga satuan untuk pengiriman Excavator adalah sebagai berikut :

- Sewa	=		Rp. 2.000.000,00
- Operator	=	1 x Rp. 25.000,00	<u>= Rp. 25.000,00</u>
			Rp. 2.025.000,00

Yang akan diperhitungkan untuk pekerjaan persiapan adalah Backhoe yang akan dimanfaatkan untuk pekerjaan persiapan tersebut yaitu 1 buah Backhoe sehingga harga pembebanan mobilisasi dan demobilisasi untuk pekerjaan persiapan ini sebesar :

$$\text{Biaya total} = \text{Rp. 2.025.000,00} \times 2 = \text{Rp. 4.050.000,00}$$

Backhoe tersebut tidak hanya digunakan untuk pekerjaan persiapan sheet piles saja tetapi juga digunakan untuk pekerjaan Embankment, Excavation dan pekerjaan lainnya sehingga di dalam penentuan analisa harga satuan pengiriman ini akan didasarkan pada prosentase nilai biaya total sheet piles terhadap nilai total biaya kontrak tanpa PPN dan keuntungan yaitu sebesar :

$$\text{Pembebanan Biaya} = \text{Rp. 4.050.000,00} \times 21,64 \% = \text{Rp. 876.420,50}$$

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Biaya pengangkutan backhoe untuk } 1 \text{ m}^2 \text{ sheet piles:} \\ &= \text{Pembebanan biaya : luas sheet piles} \\ &= \text{Rp } 876.420,50 : 15522 \\ &= \text{Rp. 56,46} \end{aligned}$$

4.2.2. Pekerjaan Gabion Mattress

Pekerjaan gabion mattress dibuat dengan menggunakan kawat bronjong dianyam yang diisi dengan batu kali. Diameter kawat bronjong yang digunakan adalah 3

mm dan kawat harus digalvanis supaya tahan karat. Tinggi bronjong 0,5 m, lebar 1,5 m, panjang bronjong 3 m. Sebagai pengisi bronjong dipakai batu kali dengan rata – rata ukuran tidak kurang dari 13 cm, batu harus disusun dan diatur rapi. Lubang – lubang yang terjadi antara batu, diisi dengan batu dengan ukuran rata – rata lebih kecil daripada 12 cm. Fungsi batu pengisi sebagai batu pengunci dan memberikan kepadatan yang lebih mantap terhadap bronjong.

Untuk analisa harga satuan dari pekerjaan gabion mattress ini akan menggunakan analisa harga satuan menurut Mukomoko (1972) sebagai berikut :

G 5a. Untuk membuat bronjong dari kawat 3mm digalvano untuk diisi dengan batu tiap – tiap m³ diperlukan :

25	kg kawat digalvano	@ Rp. 6.500,00	Rp.	162.500,00
2	penganyam	@ Rp. 10.000,00	Rp.	20.000,00
1,2	pekerja penganyam	@ Rp. 8.000,00	Rp.	9.600,00
3	m ³ batu	@ Rp. 21.700,00	Rp.	65.100,00
4,5	pekerja pengisi	@ Rp. 8.000,00	Rp.	36.000,00
0,075	mandor	@ Rp. 14.000,00	Rp.	1.050,00
			Total	Rp. 294.250,00

Quantity untuk gabion mattress adalah :

$$\begin{aligned}
 Q &= h_{\text{bronjong}} \cdot t_{\text{bronjong}} \cdot L_{\text{sheet piles}} \\
 &= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (156 + 26 + 154 + 592,8 + 1185,6) \\
 &= 1585 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Total biaya untuk pekerjaan gabion mattress = 1585 . Rp. 294.250,00

$$= \text{Rp. } 466.386.250,00$$

Biaya gabion mattress untuk 1 m² sheet piles = Rp. 466.386.250,00 : (2184 + 13338)
= Rp. 30.046,00/m² sheet piles.

4.2.3. PEKERJAAN PENGGALIAN DAN LEVELLING

Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan penggalian dan levelling pada Lower Solo River Improvemnet Project ini adalah Backhoe dan Dump Truck. Pada bab ini akan dibahas mengenai kedua peralatan tersebut juga analisa harga satuan pekerjaan penggalian dan levelling.

Backhoe atau juga disebut Pull Shovel menurut Rochmanhadi (1992) adalah alat tambahan dari golongan shovel yang khusus diciptakan untuk penggalian di bawah permukaan tanah. Backhoe menggunakan excavator sebagai prime movernya.

Bagian-bagian utama dari excavator antara lain :

- a. Bagian atas revolving unit (bisa berputar)
- b. Bagian bawah travel unit (untuk berjalan)
- c. Bagian attachment yang dapat diganti

Keuntungan backhoe jika dibandingkan terhadap dragline dan clamshell yang fungsinya juga hampir sama, adalah dapat menggali dengan kedalaman yang jauh lebih teliti, juga bisa digunakan sebagai alat pemuat bagi truck.

Pada umumnya jenis backhoe dibedakan menurut kendalinya adalah :

1. Kendali kabel.
2. Kendali hidrolis.

Pada prinsipnya cara kerja jenis backhoe ini hampir sama, hanya saja untuk kendali hidrolis bahwa untuk diganti dengan attachment lain adalah sangat terbatas sekali.

Gerakan – gerakan backhoe dalam operasi terdiri dari empat bagian yaitu :

1. Mengisi bucket (land bucket)
2. Mengayun (swing loaded)
3. Membongkar beban (dump bucket)
4. Mengayun balik (swing empty)

Empat gerakan dasar tersebut akan menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu siklus ini juga tergantung dari ukuran backhoe dan kondisi tempat kerja.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terhadap produktifitas backhoe adalah :

1. Faktor keadaan pekerjaan.
 - keadaan dan jenis tanah.
 - Jarak pembuangan
 - Kemampuan operator
 - Job manajemen / pengaturan operasional.
2. Faktor keadaan mesin
 - kapasitas bucket
 - attachment yang cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan
 - kapasitas angkutan
3. Pengaruh dalam pemotongan dan sudut swing

Dalam pengoperasiannya, makin dalam pemotongan dari permukaan dimana excavator sedang beroperasi, makin sulit pula mengisi bucket secara optimal dengan hanya sekali gerakan. Untuk mengisi bucket secara optimal diperlukan beberapa kali gerakan sehingga akan menambah waktu siklus.

Selain faktor diatas, sudut swing yakni besar sudut – sudut yang dibentuk untuk posisi bucket waktu mengisi dan waktu membuang beban akan berpengaruh terhadap waktu siklus, makin besar sudut swing, makin besar pula waktu siklus yang terjadi.

Sedangkan dump truck digunakan dalam pekerjaan konstruksi terutama berhubungan dengan masalah pekerjaan tanah yang cukup besar dengan jarak angkut yang cukup jauh. Menurut Rochmanhadi (1992) dump truck dibedakan menjadi tiga golongan yaitu :

1. Side dump truck (penumpahan kesamping)
2. Rear dump truck (penumpahan ke belakang)
3. Rear and side dump truck (penumpahan ke belakang dan ke samping)

Syarat yang penting agar truck dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata, tetapi ada kalanya truck didesain agar mempunyai “cross country ability” yaitu suatu kemampuan untuk berjalan di luar jalan biasa.

Kapasitas truck yang dipilih harus berimbang dengan alat pemuatnya, jika perbandingan ini kurang proporsional, maka ada kemungkinan alat pemuat ini banyak menunggu atau sebaliknya. Backhoe atau untuk dilapangan dikenal dengan PC 2000 dalam perhitungan produksinya memerlukan beberapa faktor seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.4.

Tabel 4.1.

Pengaruh dari faktor swing dan kedalaman galian

Kedalaman Optimum (%)	Faktor swing & kedalaman galian Besarnya sudut swing (derajat)						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0,93	0,85	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

Sumber : Ir. Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*

Tabel 4.2.

Kedalaman gali optimum

Jenis material	Ukuran bucket (cu yd)								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
Tanah lembab atau lempung berpasir Pasir dan Kerikil	3,8	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,4
Tanah biasa, Baik	4,5	5,7	6,8	7,8	8,5	9,2	9,7	10,2	11,2
Tanah liat, Baik, keras Tanah liat, basah	6,0	7,0	8,0	9,0	9,8	10,7	11,5	12,2	13,3

Sumber : Ir. Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*

Tabel 4.3.

Faktor kondisi kerja dan tata laksana

Kondisi Pekerjaan	Kondisi tata laksana			
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk
Baik sekali	0,84	0,81	0,75	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Sumber : Ir. Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*

Tabel 4.4.

Faktor pengisian buket

Material	Faktor pengisian
Pasir dan kerikil	0,90 - 1
Tanah biasa	0,80 - 0,90
Tanah liat keras	0,65 - 0,75
Tanah liat basah	0,50 - 0,60
Batu pecahan baik	0,60 - 0,75
Batu pecahan kurang baik	0,40 - 0,50

Sumber : Ir. Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*

4.2.3.1. Perhitungan Produktifitas Backhoe

Kapasitas bucket = $0,8 \text{ m}^3$, dengan sudut swing 90^0 , kondisi pekerjaan dan tata laksana sedang, kedalaman pemotongan 2 m, tanah lempung berpasir.

Time cycle :	Pengisian bucket	= 7 detik	
	Mengangkat dan swing	= 10 detik	
	Dumping	= 5 detik	
	Swing kembali	= 5 detik	
	Waktu tetap	= 4 detik	
	Cms	= 31 detik	= 0,5 menit

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya trip} = T &= 60 : 0,5 \\ &= 120 \text{ trip/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per 1 jam} &= 0,8 \times 120 \\ &= 96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor koreksi :

- Efisiensi kerja = 0,84
- Kondisi kerja & tata laksana = 0,65
- Faktor swing & kedalaman galian = 1,09
- Faktor swing = 1
- Faktor pengisian = 0,6

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi total} = F_k &= 0,84 \times 0,65 \times 1,09 \times 1 \times 0,6 \\ &= 0,535 \end{aligned}$$

$$\text{Produksi perjam} = 96 \text{ m}^3 \times 0,535 = 51,36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.2.3.2. Perhitungan Produktifitas Dump Truck

Kapasitas dump truck $6,4 \text{ m}^3$, kondisi pekerjaan dan tata laksana sedang.

$$\text{Waktu siklus} = (n \times C_{ms}) + (D/V_1) + t_1 + (D/V_2) + t_2$$

dimana :

- n : jumlah pengisian oleh backhoe ke dump truck
= kapasitas dump truck : kapasitas backhoe
= $6,4 : 0,8 = 8$
- C_{ms} : Cycle time backhoe = 0,5 jam
- D : jarak angkut dump truck = 500 m
- V_1 : kecepatan dump truck saat mengangkut dengan isi = 15 km/jam
- V_2 : kecepatan dump truck saat kosong = 20 km/jam
- t_1 : waktu yang diperlukan untuk dumping + waktu start = 4 menit
= 0,067 jam
- t_2 : waktu yang diperlukan untuk persiapan dump truck pada posisi loading
= 3 menit = 0,05 jam

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus} &= (8 \times 0,0083) + (0,5 : 15) + 0,067 + (0,5 : 20) + 0,05 \\ &= 0,2417 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah trip} &= T = 1 : 0,2417 \\ &= 4 \text{ trip}\end{aligned}$$

$$\text{Produksi 1 dump truck per jam} = 4 \times 6,4 = 25,6 \text{ m}^3$$

Faktor koreksi :

- Efisiensi kerja = 0,84
- Kondisi kerja dan tata laksana = 0,65

$$\text{Faktor koreksi total} = 0,84 \times 0,65 = 0,546$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi per jam} &= 0,546 \times 25,6 \\ &= 13,9776 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Jumlah truck yang diperlukan dengan adanya 1 backhoe adalah produksi per jam backhoe dibagi dengan produksi per jam dump truck = $51,36 : 13,9776$

$$\begin{aligned}&= 3,67 \text{ truck.} \\ &= 4 \text{ truck}\end{aligned}$$

4.2.3.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penggalan dan Levelling

Total volume tanah yang dibebankan pada pekerjaan sheet piles yang akan dianalisa sebesar :

$$\begin{aligned}V &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\ &= \frac{1}{2} \times 2 \times 2 \times 2114,4 \\ &= 4228,8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Waktu total pelaksanaan pekerjaan penggalan dan levelling

$$\begin{aligned}t_{\text{tot}} &= \text{Volume tanah} : \text{produksi backhoe per jam} \\ &= 4228,8 : 51,36 \\ &= 82,3 \text{ jam} \\ &= 83 \text{ jam}\end{aligned}$$

Biaya total pekerjaan penggalian dan levelling :

- Sewa Backhoe	= 83 jam x Rp. 17.500,00	= Rp 1.455.000,00
- Sewa Dump Truck	= 83 jam x Rp. 10.000,00 x 4	= Rp. 3.320.000,00
- Operator	= 83 jam x Rp. 3.125,00	= Rp. 259.375,00
- Sopir Dump Truck	= 83 jam x Rp. 2.500,00 x 4	= Rp. 830.000,00
- Foreman	= 83 jam x Rp. 3.750,00	= Rp. 311.250,00
		= Rp. 5.970.625,00

Biaya pekerjaan penggalian dan leveling akan dibebankan pada pekerjaan sheet piles tiap

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 \text{ sheet piles} &= \text{Biaya total penggalian} : \text{luas sheet piles} \\ &= \text{Rp. } 5.970.625,00 : (2184 \text{ m}^3 + 13338 \text{ m}^3) \\ &= \text{Rp. } 384,66/\text{m}^2 \text{ sheet piles} \end{aligned}$$

BAB V

ANALISA PEMANCANGAN

5.1. ANALISA PENGANGKUTAN

Pada analisa pengangkutan steel sheet piles dan corrugated concrete sheet piles ini akan dianalisa menurut asal pengambilan material sheet piles tersebut. Untuk steel sheet piles akan diangkut dari Pelabuhan Tanjung Perak dan untuk corrugated concrete sheet piles akan diangkut dari Jepan-Pasuruan sehingga diharapkan akan diperoleh analisa harga satuan pengangkutan yang sebenarnya. Alat angkut yang akan digunakan berupa trailer.

5.1.1. Pengangkutan Steel Sheet Piles

Pada pembahasan pengangkutan steel sheet piles yang diangkut dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menuju Babat akan dibahas untuk tiap – tiap panjang sheet piles yang akan dikirim. Pembagian pembahasan ini dikarenakan adanya perbedaan berat steel sheet piles dan kapasitas trailer yang terbatas.

5.1.1.1. Pengangkutan Steel Sheet Piles Panjang 6,5 m

Untuk Steel Sheet Piles (SSP) dengan panjang 6,5 m dengan
 $q = 71,8 \text{ kg/m}$

$$\text{Berat 1 SSP} = 6,5 \text{ m} \times 71,8 \text{ kg/m} = 466,7 \text{ kg} = 0,4667 \text{ T}$$

Kapasitas trailer 20 ton

$$\text{Quantity muatan} = 20 \text{ T} : 0,4667 \text{ T} = 42,85 = 42 \text{ buah SSP}$$

Jarak angkut diperkirakan 70 km dengan kecepatan angkut 50 km/jam.

Waktu pengangkutan dan perjalanan :

$$\text{Waktu Pengangkutan} = 70 \text{ km} : 50 \text{ km/jam} = 1,4 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemasangan} = (2 \text{ menit} \times 42) : 60' = 1,4 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar crane isi} = (1 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar kosong} = (0,5 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,35 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu perletakan} = (1 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pengangkutan dan perjalanan} = 4,55 \text{ jam}$$

Waktu pembongkaran :

$$\text{Waktu pemasangan} = (1 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar isi} = (1 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar kosong} = (0,5 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,35 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu perletakan} = (1 \text{ menit} \times 42) : 60' = 0,7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pembongkaran} = 2,45 \text{ jam}$$

Waktu 1 ritase = Waktu pengangkutan dan perjalanan + Waktu pembongkaran

$$= 4,55 \text{ jam} + 2,45 \text{ jam}$$

$$= 7 \text{ jam}$$

Sewa trailer Rp. 2.000.000,00 per hari. Dalam satu hari dapat digunakan 2 kali

ritase dengan total waktu = Waktu 1 ritase x 2 + 2 x Waktu kembali

$$= (7 \text{ jam} \times 2) + \{2 \times (70 \text{ km} : 60 \text{ km/jam})\}$$

$$= 16,33 \text{ jam}$$

Jumlah SSP dalam 2 ritase = 2×42 = 84 buah SSP

Biaya pembongkaran yang kedua dihitung sebagai biaya lembur. Saat pembongkaran yang kedua diperkirakan pukul 18.00 WIB dan akan selesai pada pukul 20.15 WIB, dihitung selama 4 jam, sehingga biaya pembongkaran yang kedua dihitung sebagai biaya lembur. Perhitungan biaya lembur dianggap sebesar 2 kali dari biaya bukan lembur.

Biaya bukan lembur operator per hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya bukan lembur foreman per hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750,00/jam

Biaya bukan lembur pekerja pembantu Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00

$$\text{Foreman} = 4 \times 2 \times \text{Rp. } 3.750,00 = \text{Rp. } 30.000,00$$

$$\text{Operator} = 4 \times 2 \times \text{Rp. } 3.125,00 = \text{Rp. } 25.000,00$$

$$\text{Pekerja} = 2 (4 \times 2 \times \text{Rp. } 1.250,00) = \underline{\text{Rp. } 20.000,00}$$

$$\text{Total lembur} = \text{Rp. } 75.000,00$$

Biaya pengiriman 1 buah SSP = (Rp. 2.000.000,00 + Rp 75.000,00) : 84 buah

$$= \text{Rp. } 24.702,39$$

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya pengangkutan steel sheet piles 1 m² sheet piles :

= Biaya pengiriman : Luas SSP

= Rp 24.702,39 : (6,5 x 0,4)

= Rp. 9.500,92



5.1.1.2. Pengangkutan Steel Sheet Piles Panjang 7,5 m

Untuk Steel Sheet Piles (SSP) dengan panjang 7,5 m dengan

$q = 71,8 \text{ kg/m}$

Berat 1 SSP = $7,5 \text{ m} \times 71,8 \text{ kg/m}$ = 538,5 kg

= 0,5385 T

Kapasitas trailer 20 ton

Quantity muatan = $20 \text{ T} : 0,5385 \text{ T}$ = 37,14 = 37 buah SSP

Jarak angkut diperkirakan 70 km dengan kecepatan angkut 50 km/jam.

Waktu pengangkutan dan perjalanan :

Waktu Pengangkutan = $70 \text{ km} : 50 \text{ km/jam}$ = 1,4 jam

Waktu pemasangan = $(2 \text{ menit} \times 37) : 60'$ = 1,233 jam

Waktu putar crane isi = $(1 \text{ menit} \times 37) : 60'$ = 0,617jam

Waktu putar kosong = $(0,5 \text{ manit} \times 37) : 60'$ = 0,308 jam

Waktu perletakan = $(1 \text{ menit} \times 37) : 60'$ = 0,617 jam

Waktu pengangkutan dan perjalanan = 4,175 jam

Waktu Pembongkaran :

$$\text{Waktu pemasangan} = (1 \text{ menit} \times 37) : 60' = 0,617 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar isi} = (1 \text{ menit} \times 37) : 60' = 0,617 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar kosong} = (0,5 \text{ menit} \times 37) : 60' = 0,308 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu perletakan} = (1 \text{ menit} \times 37) : 60' = \underline{0,617 \text{ jam}}$$

$$\text{Waktu pembongkaran} = 2,159 \text{ jam}$$

Waktu 1 ritase = Waktu pengangkutan + Waktu pembongkaran

$$= 4,175 \text{ jam} + 2,159 \text{ jam}$$

$$= 6,334 \text{ jam}$$

Sewa trailer Rp. 2.000.000,00 per hari. Dalam satu hari dapat digunakan 2 kali

ritase dengan total waktu = Waktu 1 ritase x 2 + 2 x Waktu kembali

$$= (6,334 \text{ jam} \times 2) + \{2 \times (70\text{km} : 60\text{km/jam})\}$$

$$= 15,00 \text{ jam}$$

Jumlah SSP dalam 2 ritase = 2 x 37 = 74 buah SSP

Biaya pembongkaran yang kedua dihitung sebagai biaya lembur. Saat pembongkaran yang kedua diperkirakan pukul 17.00 WIB dan akan selesai pada pukul 19.10 WIB, dihitung selama 3 jam, sehingga biaya pembongkaran yang kedua dihitung sebagai biaya lembur. Perhitungan biaya lembur dianggap sebesar 2 kali dari biaya bukan lembur

Biaya bukan lembur operator per hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya bukan lembur foreman per hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750,00/jam

Biaya bukan lembur pekerja pembantu Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00

Foreman	= 3 x 2 x Rp. 3.750,00	= Rp. 22.500,00
Operator	= 3 x 2 x Rp. 3.125,00	= Rp. 18.750,00
Pekerja	= 2 (3 x 2 x Rp. 1.250,00)	= Rp. 15.000,00
Total lembur		= Rp. 56.250,00

Biaya pengiriman 1 buah SSP= (Rp. 2.000.000,00 + Rp. 56.250,00) : 74 buah

= Rp. 27.787,17

Biaya pengangkutan sheet piles 1 m² sheet piles :

= Biaya pengiriman : Luas SSP

= Rp 27.787,17 : (7,5 x 0,4)

= Rp. 9.262,39

5.1.2. Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles

Pada pembahasan pengangkutan corrugated concrete sheet piles yang diangkut dari Jepara-Pasuruan menuju Babat akan dibahas untuk tiap – tiap panjang sheet piles yang akan dikirim. Pembagian pembahasan ini dikarenakan adanya perbedaan berat steel sheet piles dan kapasitas trailer yang terbatas.

5.1.2.1. Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles Panjang 6,5 m

Analisa untuk CCSP dengan panjang 6,5 m, dan berat 1 CCSP = 2,14 T

Kapasitas trailer 20 ton

Quantity muatan = 20 T : 2,14 T = 9,34 buah = 9 buah CCSSP

Jarak angkut diperkirakan 105 km dengan kecepatan angkut 50 km/jam.

Waktu pengangkutan dan perjalanan :

$$\text{Waktu Pengangkutan} = 105 \text{ km} : 50 \text{ km/jam} = 2,1 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemasangan} = (2 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,3 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar crane isi} = (1 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar kosong} = (0,5 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,075 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu perletakan} = (1 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pengangkutan dan perjalanan} = 2,775 \text{ jam}$$

Waktu pembongkaran :

$$\text{Waktu pemasangan} = (1 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar isi} = (1 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu putar kosong} = (0,5 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,075 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu perletakan} = (1 \text{ menit} \times 9) : 60' = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pembongkaran} = 0,525 \text{ jam}$$

Waktu 1 ritase = Waktu pengangkutan + Waktu pembongkaran

$$= 2,775 \text{ jam} + 0,525 \text{ jam}$$

$$= 3,3 \text{ jam}$$

Sewa trailer Rp. 2.000.000,00 per hari. Dalam satu hari dapat digunakan 3 kali

ritase dengan total waktu = Waktu 1 ritase x 3 + 3 x Waktu kembali

$$= (3,3 \text{ jam} \times 3) + \{ 3 \times (105 \text{ km} : 60 \text{ km/jam}) \}$$

$$= 15,15 \text{ jam}$$

Jumlah CCSP dalam 3 ritase = 3 x 9 = 27 buah CCSP

Biaya pembongkaran yang ketiga dihitung sebagai biaya lembur. Saat pembongkaran diperkirakan pukul 17.50 WIB dan akan selesai pukul 18.30 WIB, dihitung selama 2 jam, sehingga pembongkaran yang ketiga dianggap sebagai biaya lembur. Perhitungan biaya lembur dianggap sebesar 2 kali dari biaya bukan lembur.

Biaya bukan lembur operator per hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya bukan lembur foreman per hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750,00/jam

Biaya bukan lembur pekerja pembantu Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00

Foreman = 2 x 2 x Rp. 3.750,00 = Rp. 15.000,00

Operator = 2 x 2 x Rp. 3.125,00 = Rp. 12.500,00

Pekerja = 2 (2 x 2 x Rp. 1.250,00) = Rp. 10.000,00

Total lembur = Rp. 37.500,00

Biaya pengiriman 1 buah CCSP = (Rp. 2.000.000,00 + Rp. 37.500,00) : 27 buah

= Rp. 75.462,96

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya pengangkutan corrugated concrete sheet piles 1 m² sheet piles

= Biaya pengiriman : Luas CCSP

= Rp 75.462,96 : (6,5 x 1)

= Rp. 11.609,69

5.1.2.2. Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles Panjang 7,5 m

Berat 1 CCSP dengan bentang 7,5 m adalah 2,466 T

Kapasitas trailer 20 ton

Quantity muatan = $20 \text{ T} : 2,466 \text{ T} = 8,11 \text{ buah} = 8 \text{ buah CCSSP}$

Jarak angkut diperkirakan 105 km dengan kecepatan angkut 50 km/jam.

Waktu Pengangkutan dan Perjalanan :

Waktu Pengangkutan = $105 \text{ km} : 50 \text{ km/jam} = 2,1 \text{ jam}$

Waktu pemasangan = $(2 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,267 \text{ jam}$

Waktu putar crane isi = $(1 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,133 \text{ jam}$

Waktu putar kosong = $(0,5 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,067 \text{ jam}$

Waktu perletakan = $(1 \text{ menit} \times 8) : 60' = \underline{0,133 \text{ jam}}$

Waktu pengangkutan dan perjalanan = 2,7 jam

Waktu pembongkaran :

Waktu pemasangan = $(1 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,133 \text{ jam}$

Waktu putar isi = $(1 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,133 \text{ jam}$

Waktu putar kosong = $(0,5 \text{ menit} \times 8) : 60' = 0,067 \text{ jam}$

Waktu perletakan = $(1 \text{ menit} \times 8) : 60' = \underline{0,133 \text{ jam}}$

Waktu pembongkaran = 0,466 jam

Waktu 1 ritase = Waktu pengangkutan + Waktu pembongkaran

= 2,7 jam + 0,466 jam

= 3,166 jam

Sewa trailer Rp. 2.000.000,00 per hari . Dalam satu hari dapat digunakan 3 kali

$$\begin{aligned} \text{ritase dengan total waktu} &= \text{Waktu 1 ritase} \times 3 + 3 \times \text{Waktu kembali} \\ &= (3,166 \text{ jam} \times 3) + \{ 3 \times (105\text{km} :60\text{km/jam}) \} \\ &= 14,748 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah CCSP dalam 2 ritase} = 3 \times 8 = 24 \text{ buah CCSP}$$

Biaya pembongkaran yang ketiga dihitung sebagai biaya lembur. Saat pembongkaran diperkirakan pukul 17.30 WIB dan akan selesai pukul 18.05 WIB, dihitung selama 2 jam, sehingga pembongkaran yang ketiga dianggap sebagai biaya lembur. Perhitungan biaya lembur dianggap sebesar 2 kali dari biaya bukan lembur.

Perhitungan biaya lembur dianggap sebesar 2 kali dari biaya bukan lembur

Biaya bukan lembur operator per hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya bukan lembur foreman per hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750,00/jam

Biaya bukan lembur pekerja pembantu Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00

$$\text{Foreman} = 2 \times 2 \times \text{Rp. } 3.750,00 = \text{Rp. } 15.000,00$$

$$\text{Operator} = 2 \times 2 \times \text{Rp. } 3.125,00 = \text{Rp. } 12.500,00$$

$$\text{Pekerja} = 2 (2 \times 2 \times \text{Rp. } 1.250,00) = \underline{\text{Rp. } 10.000,00}$$

$$\text{Total lembur} = \text{Rp. } 37.500,00$$

Biaya pengiriman 1 buah CCSP = (Rp. 2.000.000,00 + Rp. 37.500,00) : 24 buah

$$= \text{Rp. } 84.895,83$$

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya pengangkutan corrugated concrete sheet piles 1 m² sheet piles :

= Biaya pengiriman : Luas CCSP

= Rp 84.895,83 : (7,5 x 1)

= Rp. 11.319,45

5.1.3. Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pemancangan

5.1.3.1. Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pemancangan Steel Sheet Piles

Untuk pemancangan steel sheet piles diperlukan alat – alat berat berupa crawler crain dan vibro hammer. Pekerjaan pemancangan steel sheet piles ini memerlukan alat pengangkut trailer sebanyak 2 buah dengan harga sewa 1 trailer Rp. 2.000.000,00 sehingga untuk biaya yang akan diperhitungkan dalam analisa harga satuan pekerjaan sheet piles adalah sebagai berikut :

Biaya mobilisasi = 2 x Rp. 2.000.000,00 = Rp. 4.000.000,00

Biaya demobilisasi = 2 x Rp. 2.000.000,00 = Rp. 4.000.000,00

Biaya pengangkutan untuk steel sheet piles = Rp. 8.000.000,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya pengangkutan alat pemancangan 1 m² sheet piles :

= Biaya pengiriman : Luas total SSP

= Rp 8.000.000,00 : (2184 + 13338)

= Rp. 515,40

5.1.3.2. Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pengangkutan Corrugated

Concrete Sheet Piles

Untuk pemancangan corrugated concrete sheet piles diperlukan alat – alat berat berupa crawler crain, vibro hammer, water jet pump, compresor, dan water tank. pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles ini memerlukan angkutan trailer sebanyak 2 buah trailer dan water tank dapat langsung dijalankan sendiri dengan rincian :

Biaya mobilisasi = 2 x Rp. 2.000.000,00 = Rp. 6.000.000,00

Biaya demobilisasi = 2 x Rp. 2.000.000,00 = Rp. 6.000.000,00

Biaya pengangkutan untuk CCSP = Rp. 8.000.000,00

Peralatan water tank yang digunakan adalah milik PT. Teguh Raksa Jaya bukan sewa dan dapat dijalankan sendiri dari gudang PT. Teguh Raksa Jaya yang berlokasi di Kota Tegal dengan perkiraan jarak angkut dari Tegal menuju Lokasi proyek di Babat sejauh 375 km. Kecepatan mengemudi diasumsikan 50 km/jam, waktu perjalanan diasumsikan selama 7,5 jam perjalanan dengan waktu istirahat dan makan bagi sopir dan kernet selama 1 jam sehingga total waktu perjalanan diperkirakan 8,5 jam. Biaya sewa water tank dari perusahaan dibebankan sebesar Rp. 10.000,00 setiap jam pemakaian Dump Truck tersebut, biaya sebesar Rp. 10.000,00 ini didapat dari data Harian Material dan Alat di lapangan yang digunakan oleh proyek yang dibebankan oleh kantor pusat. Perbandingan penggunaan bahan bakar solar dengan jarak angkut adalah 1 liter solar

diasumsikan dapat digunakan untuk 10 km perjalanan. Analisa harga satuan perjalanan Water Tank adalah sebagai berikut :

- Sewa	= 8,5 jam x Rp. 10.000,00	= Rp. 85.000,00
- Solar	= (375 km : 10 km) x Rp. 550,00	= Rp. 20.625,00
- Sopir	= 1 orang x Rp. 20.000,00	= Rp. 20.000,00
- Kernet	= 1 orang x Rp. 7.500,00	= Rp. 7.500,00
- Uang makan	= (1xRp.7.500,00)+(1xRp 5.000,00)	= Rp. 12.500,00
		= Rp. 145.625,00

Water tank tersebut tidak hanya digunakan untuk pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles saja tetapi juga digunakan untuk pekerjaan Embankment, Excavation dan pekerjaan lainnya sehingga di dalam penentuan analisa harga satuan pengiriman ini akan didasarkan pada prosentase nilai biaya total sheet piles terhadap nilai total biaya kontrak tanpa PPN dan keuntungan yaitu sebesar :

Pembebanan Biaya	= Rp. 145.625,00 x 21,64 %	= Rp. 31.513,25
Biaya total	= Rp. 145.625,00 + Rp. 8.000.000,00	
	= Rp. 8.145.625,00	

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya 1 m ² sheet piles	= Pembebanan biaya : luas sheet piles
	= Rp. 8.145.625,00 : (2184 + 13338)
	= Rp. 524,80

5.2. ANALISA PEKERJAAN PEMANCANGAN

Pada analisa pekerjaan pemancangan ini akan dibahas biaya pemancangan sheet piles setelah semua material dan peralatan yang diperlukan sudah tersedia di lokasi dan siap untuk diadakan pekerjaan pemancangan.

5.2.1. Pekerjaan Pemancangan Steel Sheet Piles

5.2.1.1. Pemancangan Steel Sheet Piles Panjang 6,5 m

Pekerjaan pemancangan untuk ukuran panjang 6,5 m dan lebar $W = 0,4$ m memiliki luas $= 6,5 \times 0,4 = 2,6 \text{ m}^2$

Perhitungan waktu pemancangan :

$$CM = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / E$$

dimana

- CM : cycle time
- E : efisiensi
- t_1 : memasang dan mengangkat sheet piles
- t_2 : penempatan posisi
- t_3 : pemancangan
- t_4 : pelepasan
- t_5 : swing

$$\begin{aligned} CM &= (4 + 3 + 19,5 + 1,5 + 5) / 0,8 \\ &= 41,25 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per 1 jam} &= (60/41,25) \times 2,6 \\ &= 3,75 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemancangan total} &= \text{total luas SSP } 6,5 \text{ m} : \text{produksi per 1 jam} \\ &= 2184 : 3,75 = 624 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perhitungan analisa harga satuan pemancangan :

Harga sewa vibro hammer untuk 1 hari kerja Rp. 720.000,00 → Rp. 90.000,00/jam

Harga sewa crain untuk 1 hari kerja Rp. 600.000,00 → Rp. 75.000,00/jam

Harga sewa diesel untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00/jam

Biaya operator untuk 1 hari kerja Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya foreman untuk 1 hari kerja Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750/jam

Sewa vibro hammer	= 624 jam x Rp. 90.000,00	= Rp. 56.160.000,00
Sewa crain	= 624 jam x Rp. 75.000,00	= Rp. 46.800.000,00
Sewa Diesel	= 624 jam x Rp. 1.250,00	= Rp. 780.000,00
Operator	= 624 jam x Rp. 3.125,00 x 2	= Rp. 3.900.000,00
Foreman	= 624 jam x Rp. 3.750,00	= Rp. 2.340.000,00
Pembantu	= 624 jam x Rp. 1.000,00 x 3	= Rp. 1.872.000,00
Alat bantu		<u>= Rp. 1.537.250,00</u>
Biaya total pemancangan		= Rp. 113.389.250,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya 1 m² sheet piles = Pembebanan biaya : luas sheet piles

$$= \text{Rp. } 113.389.250,00 : (2184)$$

$$= \text{Rp. } 51.918,15$$

5.2.1.2. Pemancangan Steel Sheet Piles Panjang 7,5 m

Pekerjaan pemancangan untuk ukuran panjang 7,5 m dan lebar W = 0,4

m memiliki luas = 7,5 x 0,4 = 3 m²

Perhitungan waktu pemancangan :

$$CM = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / E$$

dimana

- CM : cycle time
- E : efisiensi
- t₁ : memasang dan mengangkat sheet piles
- t₂ : penempatan posisi
- t₃ : pemancangan
- t₄ : pelepasan
- t₅ : swing

$$CM = (4 + 3 + 22,5 + 1,5 + 5) / 0,8$$

$$= 45 \text{ menit}$$

$$\text{Produksi per 1 jam} = (60/45) \times 3$$

$$= 4 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{Waktu pemancangan total} = \text{total luas SSP } 7,5 \text{ m} : \text{produksi per 1 jam}$$

$$= 13338 : 4 = 3335 \text{ jam}$$

Perhitungan analisa harga satuan pemancangan :

Harga sewa vibro hammer untuk 1 hari kerja Rp. 720.000,00 → Rp. 90.000,00/jam

Harga sewa crain untuk 1 hari kerja Rp. 600.000,00 → Rp. 75.000,00/jam

Harga sewa diesel untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00/jam

Biaya operator untuk 1 hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya foreman untuk 1 hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750/jam

Sewa vibro hammer = 3335 jam x Rp. 90.000,00 = Rp. 300.150.000,00

Sewa crain = 3335 jam x Rp. 75.000,00 = Rp. 250.125.000,00

Sewa Diesel = 3335 jam x Rp. 1.250,00 = Rp. 4.168.750,00

Operator = 3335 jam x Rp. 3.125,00 x 2 = Rp. 20.843.750,00

Foreman = 3335 jam x Rp. 3.750,00 = Rp. 12.506.250,00

Pembantu = 3335 jam x Rp. 1.000,00 x 3 = Rp. 10.005.000,00

Alat bantu = Rp. 1.537.250,00

Biaya total pemancangan = Rp. 599.336.000,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

Biaya 1 m² sheet piles = Pembebanan biaya : luas sheet piles

= Rp. 599.336.000,00 : (13338)

= Rp. 44.943,50

5.2.2. Pekerjaan Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles

Pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles menggunakan peralatan pemancangan yang berbeda dengan pemancangan steel sheet piles. Pemancangan corrugated concrete sheet piles akan menggunakan vibro hammer, crine, water jet pump, dan water tank.

5.2.2.1. Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles Panjang 6,5 m

Pekerjaan pemancangan untuk ukuran panjang 6,5 m dan lebar $W = 1,0$ m memiliki luas $= 6,5 \times 1,0 = 6,5 \text{ m}^2$

Perhitungan waktu pemancangan :

$$CM = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / E$$

dimana

- CM : cycle time
- E : efisiensi
- t_1 : memasang dan mengangkat sheet piles
- t_2 : penempatan posisi
- t_3 : pemancangan
- t_4 : pelepasan
- t_5 : swing

$$\begin{aligned} CM &= (6 + 5 + 30 + 2 + 7) / 0,8 \\ &= 62,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per 1 jam} &= (60/62,5) \times 6,5 \\ &= 6,24 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemancangan total} &= \text{total luas SSP } 6,5 \text{ m} : \text{produksi per 1 jam} \\ &= 2184 : 6,24 \\ &= 350 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perhitungan analisa harga satuan pemancangan :

Harga sewa vibro hammer untuk 1 hari kerja Rp. 720.000,00 → Rp. 90.000,00/jam

Harga sewa crain untuk 1 hari kerja Rp. 600.000,00 → Rp. 75.000,00/jam

Harga sewa diesel untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00/jam

Harga sewa water jet pump untuk 1 hari kerja Rp. 500.000,00 → Rp. 62.500,00

Harga sewa water tank untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00

Harga sewa kompresor untuk 1 hari kerja Rp. 150.000,00 → Rp. 18.750,00

Biaya operator untuk 1 hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya foreman untuk 1 hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750/jam

$$\text{Sewa vibro hammer} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 90.000,00 = \text{Rp. } 31.500.000,00$$

$$\text{Sewa crain} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 75.000,00 = \text{Rp. } 26.250.000,00$$

$$\text{Sewa Diesel} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.250,00 = \text{Rp. } 437.500,00$$

$$\text{Sewa water jet pump} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 62.500,00 = \text{Rp. } 21.875.000,00$$

$$\text{Sewa water tank} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.250,00 = \text{Rp. } 437.500,00$$

$$\text{Sewa compresor} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 18.750,00 = \text{Rp. } 6.562.500,00$$

$$\text{Operator} = 350 \text{ jam} \times \text{Rp. } 3.125,00 \times 2 = \underline{\text{Rp. } 2.187.500,00}$$

$$= \text{Rp. } 89.250.000,00$$

Pindahan (hal V – 19)	= Rp. 89.250.000,00
Sopir	= 350 jam x Rp. 2.500,00 = Rp. 875.000,00
Foreman	= 350 jam x Rp. 3.750,00 = Rp. 1.312.500,00
Pembantu	= 350 jam x Rp. 1.000,00 x 3 = Rp. 1.050.000,00
Alat bantu	<u>= Rp. 1.537.250,00</u>
Biaya total pemancangan	= Rp. 94.024.750,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya 1 m}^2 \text{ sheet piles} &= \text{Pembebanan biaya} : \text{luas sheet piles} \\
 &= \text{Rp. } 94.024.750,00 : (2184) \\
 &= \text{Rp. } 43.051,62
 \end{aligned}$$

5.2.2.2. Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles Panjang 7,5 m

Pekerjaan pemancangan untuk ukuran panjang 7,5 m dan lebar $W = 1,0$ m memiliki luas $= 7,5 \times 1,0 = 7,5 \text{ m}^2$

Perhitungan waktu pemancangan :

$$CM = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / E$$

dimana

- CM : cycle time
- E : efisiensi
- t_1 : memasang dan mengangkat sheet piles
- t_2 : penempatan posisi

- t₃ : pemancangan

- t₄ : pelepasan

- t₅ : swing

$$CM = (6 + 5 + 34,5 + 2 + 7) / 0,8$$

$$= 68,125 \text{ menit}$$

$$\text{Produksi per 1 jam} = (60/68,125) \times 7,5$$

$$= 6,6 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{Waktu pemancangan total} = \text{total luas SSP } 6,5 \text{ m} : \text{produksi per 1 jam}$$

$$= 13338 : 6,6$$

$$= 1853 \text{ jam}$$

Perhitungan analisa harga satuan pemancangan :

Harga sewa vibro hammer untuk 1 hari kerja Rp. 720.000,00 → Rp. 90.000,00/jam

Harga sewa crain untuk 1 hari kerja Rp. 600.000,00 → Rp. 75.000,00/jam

Harga sewa diesel untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00/jam

Harga sewa water jet pump untuk 1 hari kerja Rp. 500.000,00 →

Rp.62.500,00/jam

Harga sewa water tank untuk 1 hari kerja Rp. 10.000,00 → Rp. 1.250,00/jam

Harga sewa kompresor untuk 1 hari kerja Rp. 150.000,00 → Rp. 18.750,00/jam

Biaya operator untuk 1 hari Rp. 25.000,00 → Rp. 3.125,00/jam

Biaya foreman untuk 1 hari Rp. 30.000,00 → Rp. 3.750/jam

Sewa vibro hammer	= 1853 jam x Rp. 90.000,00	= Rp. 166.770.000,00
Sewa crain	= 1853 jam x Rp. 75.000,00	= Rp. 138.975.000,00
Sewa Diesel	= 1853 jam x Rp. 1.250,00	= Rp. 2.316.250,00
Sewa water jet pump	= 1853 jam x Rp. 62.500,00	= Rp. 115.812.500,00
Sewa water tank	= 1853 jam x Rp. 1.250,00	= Rp. 2.316.250,00
Sewa compresor	= 1853 jam x Rp. 18.750,00	= Rp. 34.743.750,00
Operator	= 1853 jam x Rp. 3.125,00 x 2	= Rp. 11.581.250,00
Sopir	= 1853 jam x Rp. 2.500,00	= Rp. 4.632.500,00
Foreman	= 1853 jam x Rp. 3.750,00	= Rp. 6.948.750,00
Pembantu	= 1853 jam x Rp. 1.000,00 x 3	= Rp. 5.559.000,00
Alat bantu		<u>= Rp. 1.537.250,00</u>
Biaya total pemancangan		= Rp. 491.192.500,00

Pembebanan biaya pengiriman ini akan disesuaikan dengan analisa harga satuan untuk sheet piles yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya 1 m}^2 \text{ sheet piles} &= \text{Pembebanan biaya} : \text{luas sheet piles} \\
 &= \text{Rp. 491.192.500,00} : (13338) \\
 &= \text{Rp. 36.826,55}
 \end{aligned}$$

BAB VI

EVALUASI PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES DAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

6.1. ANALISA WAKTU PELAKSANAAN

Pada pembahasan analisa waktu pelaksanaan ini akan dibahas waktu pelaksanaan dari pekerjaan persiapan yaitu mulai pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan, pekerjaan penggalian dan levelling, pekerjaan gabion mattress, pekerjaan pengangkutan sheet piles, pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pemancangan, dan waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan. Semua pekerjaan tersebut akan diasumsikan lepas dari item pekerjaan yang lainnya yang terdapat pada Lower Solo River Improvement Project karena penulis menganalisa perbedaan biaya dan waktu pelaksanaan steel sheet piles dengan corrugated concrete sheet piles.

6.1.1. Analisa Waktu Pelaksanaan Steel Sheet Piles

6.1.1.1. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pekerjaan Persiapan

Untuk pengiriman alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan yaitu 1 buah backhoe dengan 4 buah dump truck dari Tegal menuju Babat dengan jarak 375 km ini dapat dilaksanakan pengirimannya dalam waktu 1 hari secara bersama – sama dengan asumsi tidak ada kemacetan total di jalanan.

6.1.1.2. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian dan Levelling

Untuk pekerjaan penggalian dan levelling dengan total waktu pelaksanaannya 83 jam kerja dan asumsi 1 hari kerja terdiri dari 8 jam efektif untuk bekerja, maka

$$\begin{aligned}\text{Jumlah hari kerja} &= \text{lama waktu pekerjaan} : \text{jam kerja efektif} \\ &= 83 : 8 = 11 \text{ hari kerja}\end{aligned}$$

Pekerjaan penggalian dan levelling ini baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan selesai dikerjakan dan pekerjaan penggalian dan levelling ini dapat dilaksanakan mulai hari kedua.

6.1.1.3. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Gabion Mattress

Untuk pekerjaan gabion mattress yang dibuat dari kawat bronjong yang diisi dengan batu memiliki volume total pekerjaan 1585 m^3 , dengan kemampuan 1 kelompok pekerja per hari menyelesaikan 3 m^3 , pekerjaan ini dapat dikerjakan oleh

lebih dari 1 kelompok pekerja, maka untuk pekerjaan gabion mattress akan memerlukan waktu :

$$\text{Jumlah hari kerja} = 1585 : (3 \times 4) = 132 \text{ hari kerja}$$

Pekerjaan gabion mattress ini baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan penggalian dan levelling dikerjakan sepanjang 156 m, yaitu 7 hari. Pekerjaan gabion mattress dimulai hari ke 9.

6.1.1.4. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Steel Sheet Piles

Untuk pengangkutan steel sheet piles dengan panjang 6,5 m yang memiliki luasan total 2184 m², dan 1 hari mampu mengangkut 84 buah steel sheet piles.

$$\begin{aligned} \text{Luas terangkut per hari} &= 84 \times 6,5 \times 0,4 \\ &= 218,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hari kerja} &= \text{Luas total} : \text{luas terangkut per hari} \\ &= 2184 : 218,4 = 10 \text{ hari kerja} \end{aligned}$$

Untuk pengangkutan steel sheet piles dengan panjang 7,5 m yang memiliki luasan total 13338 m², dan 1 hari mampu mengangkut 74 buah steel sheet piles.

$$\begin{aligned} \text{Luas terangkut per hari} &= 74 \times 7,5 \times 0,4 \\ &= 222 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hari kerja} &= \text{Luas total} : \text{luas terangkut per hari} \\ &= 13338 : 222 = 60 \text{ hari kerja} \end{aligned}$$

Waktu total untuk pekerjaan pengangkutan steel sheet piles = $10 + 60 = 70$ hari kerja

Pekerjaan pengangkutan steel sheet piles dimulai setelah pekerjaan gabion mattress sepanjang 156 m selesai dilaksanakan, yaitu 39 hari. Pekerjaan pengangkutan steel sheet piles dimulai pada hari ke 48.

6.1.1.5. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pemancangan

Dari alat – alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemancangan steel sheet piles dapat dikirim dalam waktu 1 hari dan persiapan untuk penyetelan awal diasumsikan memerlukan waktu 1 hari kerja sehingga waktu total yang diperlukan 2 hari kerja. Pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pemancangan dimulai pada hari ke 46.

6.1.1.6. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pemancangan Steel Sheet Piles

Untuk waktu pekerjaan pemancangan ini akan dianalisa menjadi satu untuk steel sheet piles dengan panjang 6,5 m maupun panjang 7,5 m

Waktu pemancangan SSP 6,5 m = 624 jam

Waktu pemancangan SSP 7,5 m = 3335 jam

Waktu total pemancangan = $624 + 3335$

= 3959 jam kerja

$$\begin{aligned}\text{Jumlah hari kerja} &= \text{Waktu total pemancangan} : \text{jam kerja efektif per hari} \\ &= 3959 : 8 \\ &= 495 \text{ hari kerja.}\end{aligned}$$

Pekerjaan pemancangan steel sheet piles dimulai setelah pekerjaan gabion mattress sepanjang 156 m selesai dilaksanakan, yaitu 39 hari. Pekerjaan pemancangan steel sheet piles dimulai pada hari ke 48.

Analisa waktu pelaksanaan selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram 6.1

6.1.2. Analisa Waktu Pelaksanaan Corrugated Concrete Sheet Piles

6.1.2.1. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pekerjaan Persiapan

Untuk pengiriman alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan yaitu 1 buah backhoe dengan 4 buah dump truck dari Tegal menuju Babat dengan jarak 375 km ini dapat dilaksanakan pengirimannya dalam waktu 1 hari secara bersama – sama dengan asumsi tidak ada kemacetan total di jalanan.

6.1.2.2. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian dan Levelling

Untuk pekerjaan penggalian dan levelling dengan total waktu pelaksanaannya 83 jam kerja dan asumsi 1 hari kerja terdiri dari 8 jam efektif untuk bekerja, maka

$$\begin{aligned}\text{Jumlah hari kerja} &= \text{lama waktu pekerjaan} : \text{jam kerja efektif} \\ &= 83 : 8 = 11 \text{ hari kerja}\end{aligned}$$

Pekerjaan penggalian dan levelling ini baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pekerjaan persiapan selesai dikerjakan dan pekerjaan penggalian dan levelling ini dapat dilaksanakan pada hari kedua.

6.1.2.3. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Gabion Mattress

Untuk pekerjaan gabion mattress yang dibuat dari kawat bronjong yang diisi dengan batu memiliki volume total pekerjaan 1585 m^3 , dengan kemampuan 1 kelompok pekerja per hari menyelesaikan 3 m^3 , pekerjaan ini dapat dikerjakan oleh lebih dari 1 kelompok pekerja, maka untuk pekerjaan gabion mattress akan memerlukan waktu :

$$\text{Jumlah hari kerja} = 1585 : (3 \times 4) = 132 \text{ hari kerja}$$

Pekerjaan gabion mattress ini baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan penggalian dan levelling dikerjakan sepanjang 156 m, yaitu 7 hari. Pekerjaan gabion mattress dimulai hari ke 9.

6.1.2.4. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Corrugated Concrete Sheet Piles

Untuk pengangkutan corrugated concrete sheet piles dengan panjang 6,5 m yang memiliki luasan total 2184 m^2 , dan 1 hari mampu mengangkut 27 buah corrugated concrete sheet piles.

$$\begin{aligned}\text{Luas terangkut per hari} &= 27 \times 6,5 \times 1,00 \\ &= 175,5 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah hari kerja} &= \text{Luas total} : \text{luas terangkut per hari} \\ &= 2184 : 175,5 = 12 \text{ hari kerja}\end{aligned}$$

Untuk pengangkutan corrugated concrete sheet piles dengan panjang 7,5 m yang memiliki luasan total 13338 m², dan 1 hari mampu mengangkut 24 buah corrugated concrete sheet piles.

$$\begin{aligned}\text{Luas terangkut per hari} &= 24 \times 7,5 \times 1,00 \\ &= 180 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah hari kerja} &= \text{Luas total} : \text{luas terangkut per hari} \\ &= 13338 : 180 = 74 \text{ hari kerja}\end{aligned}$$

Waktu total untuk pekerjaan pengangkutan corrugated concrete sheet piles :

$$= 12 + 74 = 86 \text{ hari kerja}$$

Pekerjaan pengangkutan corrugated concrete sheet piles dimulai setelah pekerjaan gabion mattress sepanjang 156 m selesai dilaksanakan, yaitu 39 hari. Pekerjaan pengangkutan corrugated concrete sheet piles dimulai pada hari ke 48.

6.1.2.5. Waktu Pelaksanaan Pengangkutan Alat-alat Berat Untuk Pemancangan

Dari alat – alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles dapat dikirim dalam waktu 1 hari dan persiapan untuk penyetulan awal diasumsikan memerlukan waktu 1 hari kerja sehingga

total yang diperlukan 2 hari kerja. Pekerjaan pengangkutan alat – alat berat untuk pemancangan dimulai pada hari ke 46.

6.1.2.6. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pemancangan Corrugated Concrete Sheet Piles

Kebutuhan CCSP dalam 1 hari adalah $(175\text{m}^2 + 180\text{ m}^2) = 355\text{ m}^2/\text{hari}$.

Kapasitas produksi pabrik dalam 1 hari adalah 100 buah CCSP dengan rincian sbb:

$$\text{CCSP panjang 6,5 m} = 50 \times 6,5 \text{ m} = 325\text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{CCSP panjang 7,5 m} = 50 \times 7,5 \text{ m} = \underline{375\text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$\text{Total produksi} = \mathbf{700\text{ m}^2/\text{hari.}}$$

Kebutuhan CCSP setiap hari kurang dari kapasitas produksi CCSP per hari. Lower Solo River Improvement Project dapat terpenuhi kebutuhan setiap harinya.

Untuk waktu pekerjaan pemancangan ini akan dianalisa menjadi satu untuk corrugated concrete sheet piles dengan panjang 6,5 m maupun panjang 7,5 m

$$\text{Waktu pemancangan CCSP 6,5 m} = 350 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemancangan CCSP 7,5 m} = 1853 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah hari kerja} = \text{Waktu total pemancangan} : \text{jam kerja efektif per hari}$$

$$= (350 + 1853) : 8 = 276 \text{ hari kerja.}$$

Pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles dimulai setelah pekerjaan gabion mattress sepanjang 156 m selesai dilaksanakan, yaitu 39 hari. Pekerjaan pemancangan corrugated concrete sheet piles dimulai pada hari ke 48.

Analisa waktu pelaksanaan selanjutnya disajikan dalam bentuk gambar 6.2 .

Gambar 6.1.
ANALISA WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN STEEL SHEET PILES

Aktivitas	BULAN																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Pengangkutan alat berat pek. Persiapan	—																					
Penggalian dan levelling	—																					
Gablon mattress		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pengangkutan SSP			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pengangkutan alat berat pemancangan		—																				
Pemancangan SSP			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Keterangan

1. Pekerjaan Pengangkutan alat-alat berat untuk pekerjaan persiapan dimulai pada hari ke 1 sampai hari ke 1
2. Pekerjaan Penggalian dan Levelling dimulai pada hari ke 2 sampai hari ke 12
3. Pekerjaan Gablon mattress dimulai pada hari ke 9 sampai hari ke 141
4. Pekerjaan Pengangkutan SSP dimulai pada hari ke 48 sampai hari ke 118
5. Pekerjaan Pengangkutan alat-alat berat untuk pemancangan SSP dimulai pada hari ke 46 sampai hari ke 48
6. Pekerjaan pemancangan SSP dimulai pada hari ke 48 sampai hari ke 543

Gambar 6.2.
ANALISA WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

Aktivitas	Bulan																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Pengangkutan alat berat pek. Persiapan	—																					
Penggalian dan levelling	—																					
Gablon mattress		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pengangkutan CCSP			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pengangkutan alat berat pemancangan		—																				
Pemancangan CCSP			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Keterangan

1. Pekerjaan Pengangkutan alat-alat berat untuk pekerjaan persiapan dimulai pada hari ke 1 sampai hari ke 1
2. Pekerjaan Penggalian dan Levelling dimulai pada hari ke 2 sampai hari ke 12
3. Pekerjaan Gablon mattress dimulai pada hari ke 9 sampai hari ke 141
4. Pekerjaan Pengangkutan CCSP dimulai pada hari ke 48 sampai hari ke 134
5. Pekerjaan Pengangkutan alat-alat berat untuk pemancangan CCSP dimulai pada hari ke 46 sampai hari ke 48
6. Pekerjaan pemancangan CCSP dimulai pada hari ke 48 sampai hari ke 324

6.2. ANALISA HARGA SATUAN

6.2.1. Analisa Harga Satuan Steel Sheet Piles

Analisa harga satuan untuk steel sheet piles ini menggunakan satuan m^2 , dengan harga steel sheet piles Rp. 230.000,00 pada saat pembukaan penawaran dimana saat pembukaan penawaran tersebut nilai tukar mata uang dolar terhadap mata uang rupiah sebesar Rp. 2.430,00. Nilai tukar mata uang dolar terhadap mata uang rupiah pada tanggal 8 Maret 2000 sebesar Rp. 7.100,00, karena perbedaan nilai tukar tersebut maka untuk perhitungannya didasarkan pada nilai tukar mata uang per tanggal 8 Maret 2000. Harga Steel Sheet Piles pada tanggal 8 Maret 2000 sebesar

$$= (\text{Rp. } 7.100,00 : \text{Rp. } 2.430,00) \times \text{Rp. } 230.000,00$$
$$= \text{Rp. } 672.012,46$$

6.2.1.1. Analisa harga satuan SSP panjang 6,5 m (per m^2)

1. Pengangkutan alat berat untuk pek. Persiapan	Rp.	72,10
2. Pekerjaan gabion mattress	Rp.	30.046,00
3. Pekerjaan penggalian & levelling	Rp.	384,66
4. Pengangkutan SSP	Rp.	9.500,97
5. Pengangkutan alat pemancangan	Rp.	515,40
6. Pekerjaan pemancangan	Rp.	51.918,15
7. Harga SSP		<u>Rp. 672.012,46</u>
Harga per $1 m^2$		Rp. 764.449,74

6.2.1.2. Analisa harga satuan SSP panjang 7,5 m (per m²)

1. Pengangkutan alat berat untuk pek. Persiapan	Rp.	72,10
2. Pekerjaan gabion mattress	Rp.	30.046,00
3. Pekerjaan penggalian & levelling	Rp.	384,66
4. Pengangkutan SSP	Rp.	9.262,39
5. Pengangkutan alat pemancangan	Rp.	515,40
6. Pekerjaan pemancangan	Rp.	44.943,50
7. Harga SSP		<u>Rp. 672.012,46</u>
Harga per 1 m ²		Rp. 757.236,51

6.2.2. Analisa Harga Satuan Corrugated Concrete Sheet Piles

Analisa harga satuan untuk corrugated concrete sheet piles ini menggunakan satuan m², dengan harga corrugated concrete sheet piles tanggal 8 Maret 2000 untuk CCSP tipe W – 325 A 1000 sebesar Rp. 335.000,00 dan tipe W – 350 A 1000 sebesar Rp. 365.000,00 dari PT. Wijaya Karya

6.2.2.1. Analisa harga satuan CCSP panjang 6,5 m (per m²)

1. Pengangkutan alat berat untuk pek. Persiapan	Rp.	72,10
2. Pekerjaan gabion mattress	Rp.	30.046,00
3. Pekerjaan penggalian & levelling	Rp.	384,66
4. Pengangkutan SSP	Rp.	11.823,36
5. Pengangkutan alat pemancangan	Rp.	524,80
6. Pekerjaan pemancangan	Rp.	43.051,62
7. Harga CCSP		<u>Rp. 335.000,00</u>
Harga per 1 m ²		Rp. 420.902,54

6.2.2.2. Analisa harga satuan CCSP panjang 7,5 m (per m²)

1. Pengangkutan alat berat untuk pek. Persiapan	Rp.	72,10
2. Pekerjaan gabion mattress	Rp.	30.046,00
3. Pekerjaan penggalian & levelling	Rp.	384,66
4. Pengangkutan SSP	Rp.	11.423,67
5. Pengangkutan alat pemancangan	Rp.	524,80
6. Pekerjaan pemancangan	Rp.	36.826,55
7. Harga CCSP		<u>Rp. 365.000,00</u>
Harga per 1 m ²		Rp. 444.277,78



6.3.REKAPITULASI PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN STEEL SHEET PILES DENGAN CORRUGATED CONCRETE SHEET PILES

6.3.1. Perbandingan Waktu Pelaksanaan

Dari segi waktu pelaksanaan seperti dapat dilihat dari gambar 6.1. dibandingkan dengan gambar 6.2.maka dapat dilihat bahwa pelaksanaan pekerjaan steel sheet piles lebih lama yaitu membutuhkan waktu 543 hari kerja untuk pelaksanaannya, sedangkan untuk pekerjaan corrugated concrete sheet piles memerlukan waktu penyelesaian yang lebih sedikit yaitu 324 hari kerja.

6.3.2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan

Dari perbandingan biaya pelaksanaan akan dibandingkan harga steel sheet piles dengan corrugated concrete sheet piles secara total yaitu mengalikan harga satuan dengan quantity sheet piles

6.3.2.1. Sheet Piles dengan panjang 6,5 m

$$\begin{aligned}\text{Harga steel sheet piles} &= \text{Quantity} \times \text{Harga satuan} \\ &= 2184 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 764.449,74/\text{m}^2 \\ &= \text{Rp. } 1.669.558.232,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga corrugated concrete sheet piles} &= \text{Quantity} \times \text{Harga satuan} \\ &= 2184 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 420.902,54/\text{m}^2 \\ &= \text{Rp. } 919.251.148,00 \end{aligned}$$

6.3.2.2. Sheet Piles dengan panjang 7,5 m

$$\begin{aligned} \text{Harga steel sheet piles} &= \text{Quantity} \times \text{Harga satuan} \\ &= 13338 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 757.236,51/\text{m}^2 \\ &= \text{Rp. } 10.100.020.570,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga corrugated concrete sheet piles} &= \text{Quantity} \times \text{Harga satuan} \\ &= 13338 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 444.277,78/\text{m}^2 \\ &= \text{Rp. } 5.925.777.030,00 \end{aligned}$$

6.3.2.3. Total Biaya Sheet piles

$$\begin{aligned} \text{Total biaya steel sheet piles} &= \text{Rp. } 1.669.558.232,00 + \text{Rp. } 10.100.020.570,00 \\ &= \text{Rp } 11.769.578.800,00 \\ &\sim \text{Rp. } 11.769.578.800,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya corrugated concrete sheet piles} &= \text{Rp. } 919.251.148,00 + \text{Rp. } 5.925.777.030,00 \\ &= \text{Rp. } 6.845.028.178,00 \\ &\sim \text{Rp. } 6.845.028.200,00 \end{aligned}$$

6.3. ALTERNATIF PENGGUNAAN MATERIAL STEEL SHEET PILES

PRODUKSI LOKAL.

Steel sheet piles dalam negeri yang akan digunakan sebagai pembanding adalah steel sheet piles produksi PT. Krakatau Steel dengan kriteria sesuai kontrak yaitu JIS A 5528.

Perbandingan harga steel sheet piles lokal dengan import :

- Steel sheet piles lokal (produksi PT. Krakatau Steel)

Harga steel sheet piles per 1 kg = Rp. 3.750,00

Lebar profil SSP adalah 0,4 m dan $q = 71,8$ kg/m.

Panjang untuk 1 m^2 SSP = $1 \text{ m}^2 : 0,4 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$.

Berat total (1 m^2) = $2,5 \text{ m} \times 71,8 \text{ kg/m} = 179,5 \text{ kg}$.

Harga 1 m^2 SSP = $179,5 \text{ kg} \times \text{Rp. } 3.750,00/\text{kg} = \text{Rp. } 673.125,00$

- Steel sheet piles import dari Jepang (sesuai kontrak LSRIP)

Harga 1 m^2 SSP = Rp. 672.012,46

Dari perbandingan harga antara steel sheet piles lokal dan import dapat diketahui bahwa harga steel sheet piles import lebih murah dibandingkan harga steel sheet piles lokal, sehingga alternatif penggunaan steel sheet piles lokal tidak ditinjau lebih lanjut.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

Dari hasil hasil perhitungan pada bab – bab sebelumnya maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Corrugated concrete sheet piles yang diproduksi oleh PT. Wijaya Karya dapat digunakan sebagai material alternatif untuk pengganti material steel sheet piles pada Lower Solo River Improvement Project yaitu
 - Steel sheet piles dengan panjang 6,5 m dapat digantikan dengan corrugated concrete sheet piles tipe W – 325 A 1000 dengan panjang 6,5 m.
 - Steel sheet piles dengan panjang 7,5 m dapat digantikan dengan corrugated concrete sheet piles tipe W – 350 A 1000 dengan panjang 7,5 m
2. Dari segi biaya, untuk material steel sheet piles memerlukan biaya untuk pengerjaannya sebesar Rp. 11.769.578.800,00 sedangkan untuk material corrugated concrete sheet piles memerlukan biaya untuk pengerjaannya sebesar Rp. 6.845.028.200,00. Keuntungan biaya jika menggunakan material corrugated concrete sheet piles adalah :

Steel sheet piles Rp. 11.769.578.800,00

Corrugated concrete sheet piles Rp. 6.845.028.200,00

Keuntungan Rp. 4.924.550.600,00

3. Dari segi waktu pelaksanaan , untuk material steel sheet piles memerlukan waktu penyelesaian pekerjaan sampai pemancangan sebesar 543 hari kerja, sedangkan untuk material corrugated concrete sheet piles memerlukan waktu penyelesaian sebesar 324 hari kerja. Keuntungan dari segi waktu pelaksanaan jika menggunakan material corrugated concrete sheet piles sebesar 219 hari kerja sehingga Lower Solo River Improvement Project dapat dipercepat penyelesaiannya.

7.2. SARAN

Saran yang dapat diajukan setelah meninjau kesimpulan yang telah diambil adalah :

1. Disarankan untuk menggunakan material corrugated concrete sheet piles pada Lower Solo River Improvement Project sebagai pengganti material steel sheet piles .
2. Penggunaan material corrugated concrete sheet piles berarti menggunakan produksi dalam negeri Indonesia sendiri dan dapat mengurangi import dari negara asing.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1992. **Analisis Dan Desain Pondasi**. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M, Mochtar Noor Endah, Mochtar Indrasurya B. 1991. **Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I**. Jakarta : Erlangga.
- Mukomoko J A. 1972. **Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan**. Jakarta : Kurnia Esa
- Nugraha, Paulus, Natan Ishak, Sutjipto R. 1985. **Manajemen Proyek Konstruksi Jilid I**. Surabaya : Kartika Yudha.
- Nugraha, Paulus, Natan Ishak, Sutjipto R. 1985. **Manajemen Proyek Konstruksi Jilid II**. Surabaya : Kartika Yudha.
- Pramono, Djoko. 1997. **Microsoft Project 95**. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Rochmanhadi. 1982. **Alat Alat Berat dan Penggunaannya**. Jakarta : YBPUU.
- Sunggono V. 1984. **Buku Teknik Sipil**. Bandung : Nova.
- Sosrodarsono, Suyono, Kazuto Nakazawa. 1980. **Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi**. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

LAMPIRAN 1

Output program bantu SAP

M IWAN IMANTO N

3198 109 514

CCSP

:
SYSTEM

L=2

:
JOINT

1 X=0 Y=0
2 X=0 Y=1.833
3 X=0 Y=2.55
4 X=0 Y=6.5

:
RESTRAINS

1 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI
4 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI

:
FRAME

NM-1 NL-0
1 SH=R T=1.0,0.11 E=2.1E7 :BALOK
1,1,2 WG=0
2,2,3 WG=0
3,3,4 WG=0

:
LOADS

2 F=43.09,0,0
3 F=-37.009,0,0

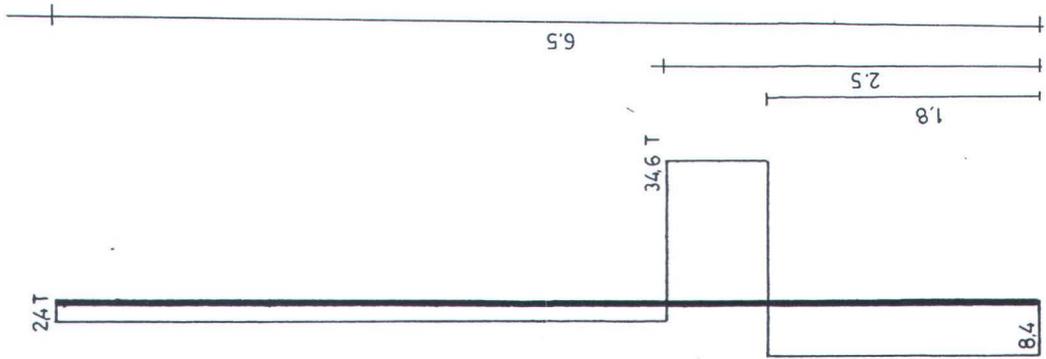
:
COMBO

1 C-1

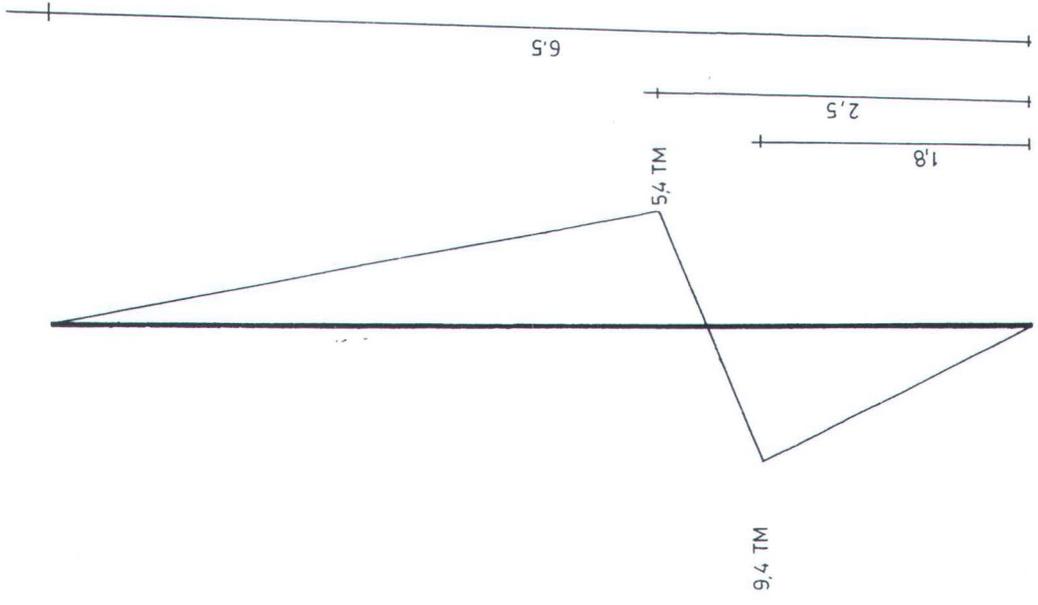
M IWAN IMANTO N

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT
1	1	.00	.0	0.42	.00
			1.8	0.42	9.40
2	1	.00	.0	-34.63	9.40
			.7	34.63	5.43
3	1	.00	.0	2.38	-5.43
			4.0	2.38	.00



BIDANG LINTANG



BIDANG MOMEN

M IWAN IMANTO N
3190 109 514

CCSP2

:
SYSTEM
L=2

:
JOINT

1 X=0 Y=0
2 X=0 Y=1.833
3 X=0 Y=2.46
4 X=0 Y=6.5

:
RESTRAINS

1 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI
4 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI

:
FRAME

NM-1 NL-0
1 SH=R T=1.0,0.11 E=2.1E7 :BALOK
1,1,2 WG=0
2,2,3 WG=0
3,3,4 WG=0

:
LOADS

2 F=43.2,0,0
3 F=-37.05,0,0

:
COMBO

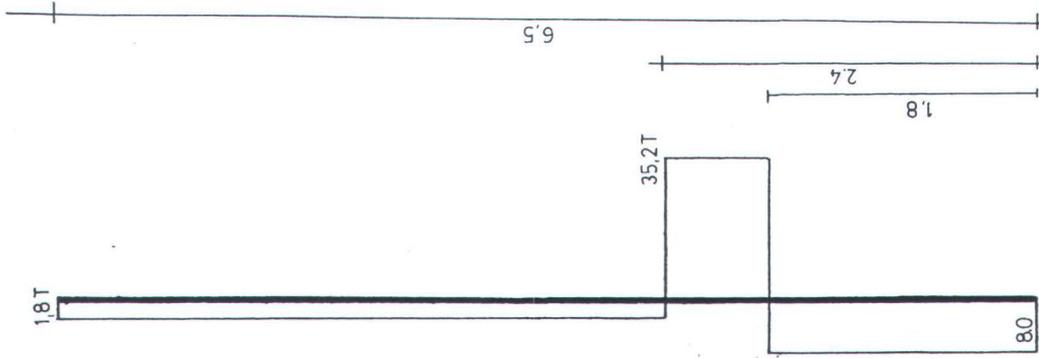
1 C-1
PAGE 1

PROGRAM:SAP90/FILE:CCSP-20.F3F

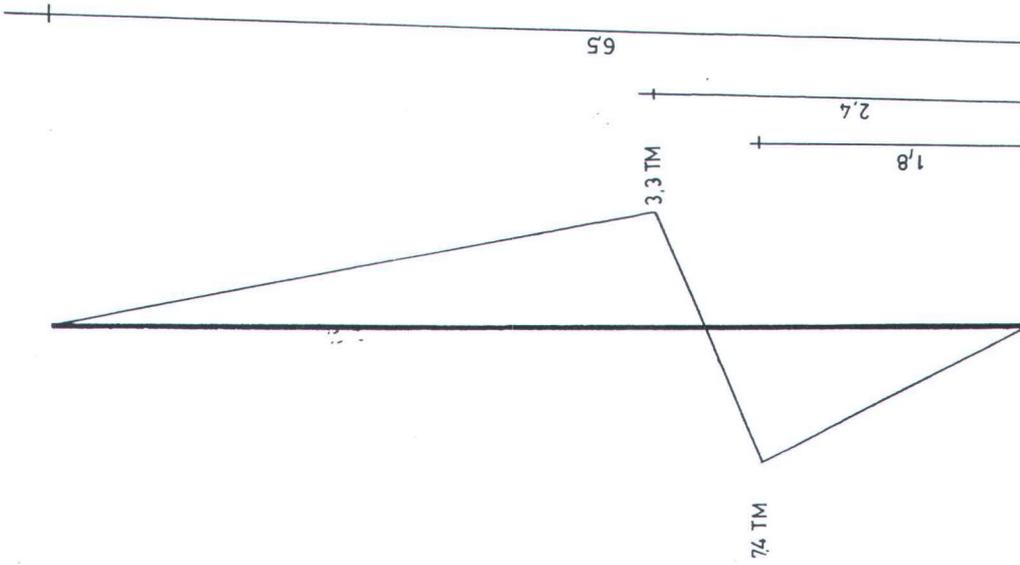
M IWAN IMANTO N

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE	
ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT
1					
	1	.00			
			.0	7.99	.00
			1.8	7.99	7.43
2					
	1	.00			
			.0	-35.21	7.43
			.6	35.21	3.33
3					
	1	.00			
			.0	1.84	-3.33
			4.0	1.84	.00



BIDANG LINTANG



BIDANG MOMEN

M IWAN IMANTO N
 3198 109 514
 CCSP3

:
 SYSTEM
 L=2

:
 JOINT

1 X=0 Y=0
 2 X=0 Y=1.833
 3 X=0 Y=2.58
 4 X=0 Y=6.5

:
 RESTRAINS

1 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI
 4 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI

:
 FRAME

NM-1 NL-0
 1 SH=R T=1.0,0.11 E=2.1E7 :BALOK
 1,1,2 WG=0
 2,2,3 WG=0
 3,3,4 WG=0

:
 LOADS

2 F=41.2,0,0
 3 F=-35.4,0,0

:
 COMBO

1 C-1

PAGE 1

PROGRAM: SAP90/FILE:CCSP-30.F3F

M IWAN IMANTO N

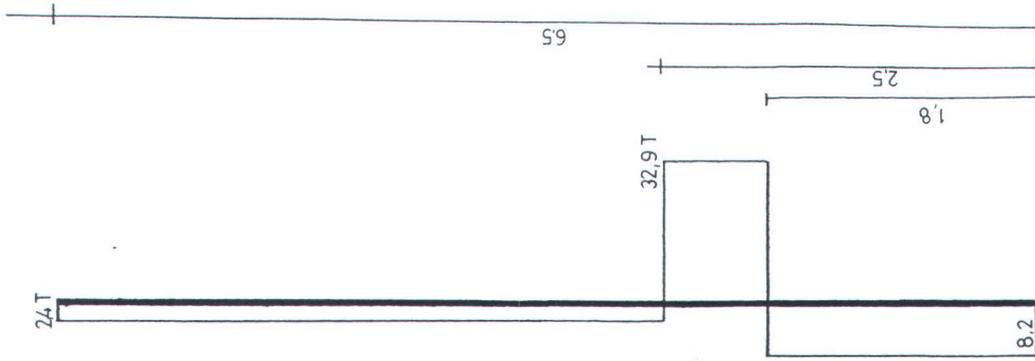
F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE	
				SHEAR	MOMENT

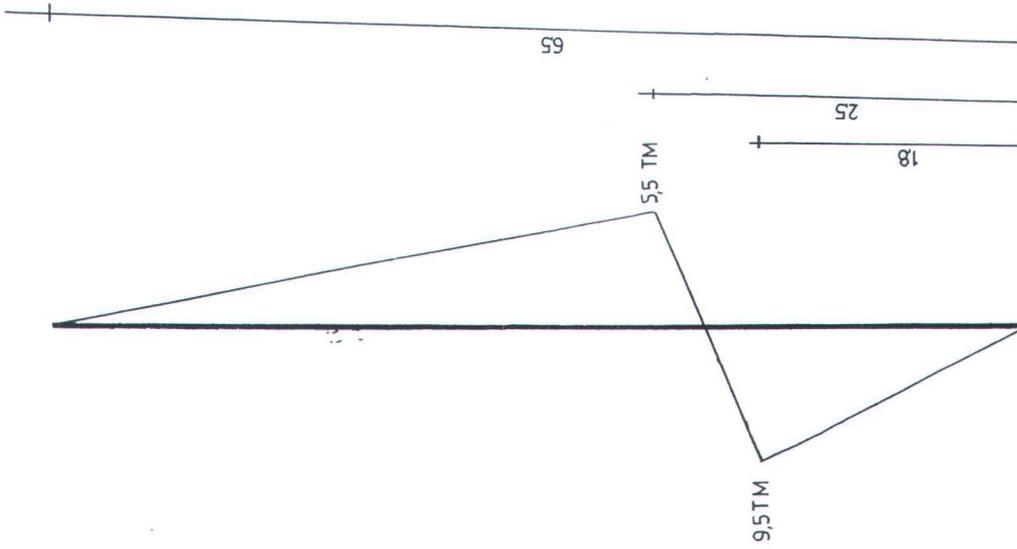
1	1	.00	.0	8.23	.00
			1.8	8.23	9.54

2	1	.00	.0	32.97	9.54
			.7	-32.97	-5.51

3	1	.00	.0	2.43	-5.54
			3.9	2.43	.00



BIDANG LINTANG



BIDANG MOMEN

M IWAN IMANTO N
 3198 109 514
 CCSP4

:
 SYSTEM
 L=2

:
 JOINT

1 X=0 Y=0
 2 X=0 Y=2.16
 3 X=0 Y=2.82
 4 X=0 Y=7.5

:
 RESTRAINS

1 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI
 4 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI

:
 FRAME

NM-1 NL-0
 1 SH=R T=1.0,0.11 E=2.1E7 :BALOK
 1,1,2 WG=0
 2,2,3 WG=0
 3,3,4 WG=0

:
 LOADS

2 F=60.3,0,0
 3 F=-48.6,0,0

:
 COMBO

1 C-1
 PAGE 1

PROGRAM:SAP90/FILE:CCSP-40.F3F

M IWAN IMANTO N

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE	
				SHEAR	MOMENT
1	1	.00	.0	12.61	.00
			2.2	12.61	16.23
2	1	.00	.0	-47.69	16.23
			.7	47.69	4.25
3	1	.00	.0	.91	-4.25
			4.7	.91	.00

M IWAN IMANTO N
 3190 109 514
 CCSP5

:
 SYSTEM
 L=2

:
 JOINT
 1 X=0 Y=0
 2 X=0 Y=2.16
 3 X=0 Y=2.87
 4 X=0 Y=7.5

:
 RESTRAINS
 1 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI
 4 R=1,1,1,1,1,0 : SENDI

:
 FRAME
 NM-1 NL-0
 1 SH=R T=1.0,0.11 E=2.1E7 :DALOK
 1,1,2 WG=0
 2,2,3 WG=0
 3,3,4 WG=0

:
 LOADS
 2 F=52.6,0,0
 3 F=-63.2,0,0

:
 COMBO
 1 C-1

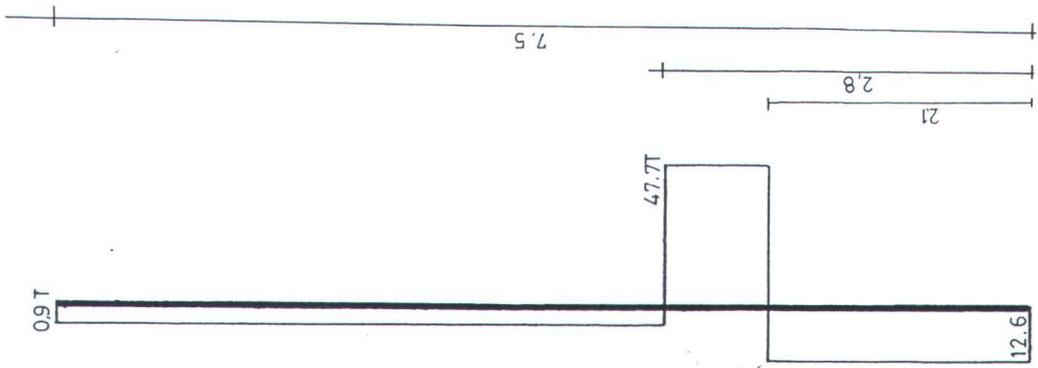
PAGE 1

PROGRAM:SAP90/FILE:CCSP-40.F3F

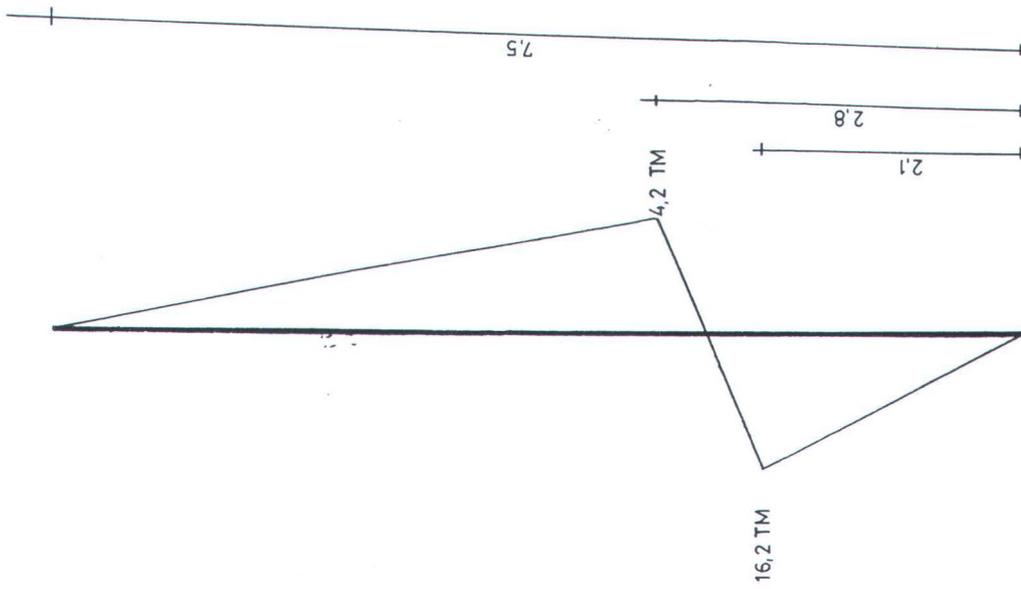
M IWAN IMANTO N

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE	
				SHEAR	MOMENT
1 -----					
	1	.00			
			.0	12.61	.00
			2.2	12.61	16.23
2 -----					
	1	.00			
			.0	47.69	16.23
			.7	-47.69	-4.25
3 -----					
	1	.00			
			.0	.91	-4.25
			4.7	.91	.00



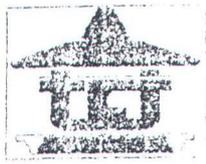
BIDANG LINTANG



BIDANG MOMEN

LAMPIRAN 2:

Data – data tanah



PT. TEGUH RAKSA JAYA

LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT, PACKAGE 1.1

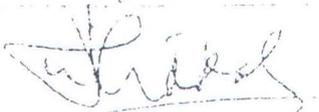
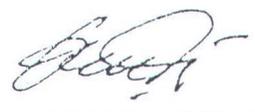
HEAD OFFICE : JL.HUS CONROA MINOTO NO 44 TEGAL

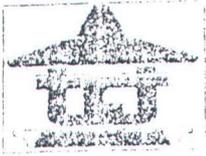
PHONE (0283) 84444, TELEX 22331 TERANA 1A TEGAL

PROJECT OFFICE : JL RAYA NO 90 PHONE (0322) 451170 BABAT - LAMONGAN

SUMMARY OF SOIL INVESTIGATION

Location	Banaran	Banaran	Banaran	Banaran
	Tepi sungai	Tepi sungai	Tepi jalan raya	Dekat sawah
Date	10-12-1998.	10-12-1998.	10-12-1998.	10-12-1998.
No. Sample	1	2	3	4
Depth (m)	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25
Specific Gravity	2.666	2.581	2.658	2.677
jt (g/cm ³)	1.68	1.583	1.781	1.719
Shear stress (C)kg/cm	0.3	0.27	0.27	0.27
Shearing (Q)Degree	27	27	28	28

Signature	Engineer	Date	Contractor	Date
				



PT. TEGUH RAKSA JAYA

LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT, PACKAGE 1-1

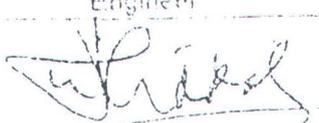
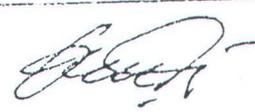
HEAD OFFICE : JL. HOS COKRODAMINOTO NO 44 TEGAL

PHONE (0283) 4444, TEL EX 2331 TERANA 1A TEGAL

PROJECT OFFICE : JL. KAYA NO.95 PHONE (0322) 451170 LABAAT - LAMONGAN

SUMMARY OF SOIL INVESTIGATION

Location	Cincin Lama	Cincin Lama	Cincin Lama	Cincin Lama
	Depan masjid	Tepi sungai	Dekat jalan	Dekat sawah
Date	07-12-1998	07-12-1998	07-12-1998	07-12-1998
No Sample	1	2	3	4
Depth (m)	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25
Specific Gravity	2.667	2.581	2.666	2.658
jt (g/cm ³)	1.719	1.693	1.895	1.781
Shear stress (C)kg/cm	0.27	0.3	0.25	0.25
Shearing (Q)Degree	28	28	29	29

Signature	Engineer	Date	Contractor	Date
				



PT. TEGUH RAKSA JAYA

LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT, PACKAGE 1.1

HEAD OFFICE : JL. JUS COKROA MINOTO NO 44 TEGAL

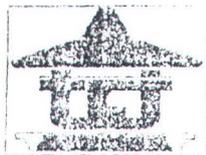
PHONE (0283) 4444, TELEX 22331 TERAXA 1A TEGAL

PROJECT OFFICE : JL. KAYA NO.99 PHONE (0322) 451170 BABAT - LAMONGAN

SUMMARY OF SOIL INVESTIGATION

Location	Cincin Baru Dekat Rumah	Cincin Baru Tepi sungai	Cincin Baru Tepi jalan raya	Cincin Baru Dekat sawah
Date	07-12-1998.	07-12-1998.	07-12-1998.	07-12-1998.
No. Sample	1	2	3	4
Depth (m)	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25
Specific Gravity	2.667	2.584	2.658	2.658
μ (g/cm ³)	1.68	1.693	1.781	1.75
Shear stress (C)kg/cm	0.25	0.27	0.3	0.25
Shearing (Q)Degree	29	28	28	29

Signature	Engineer	Date	Contractor	Date



PT. TEGUH RAKSA JAYA

LOWER SOLO RIVER IMPROVEMENT PROJECT, PACKAGE 1-1

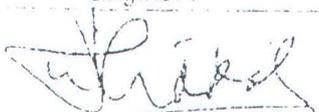
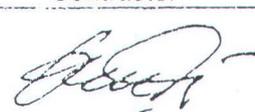
HEAD OFFICE : JL. HOS COKRODINOTO NO 44 TEGAL

PHONE (0283) 4444, TELEEX 22331 TERAKSA TA TEGAL

PROJECT OFFICE : JL. RAYA NO.99 PHONE (0322) 451170 BABAT - LAMONGAN

SUMMARY OF SOIL INVESTIGATION

Location	Banaran-Gardu	Banaran-Gardu	Banaran-Gardu	Banaran-Gardu
	Tepi sungai	Tepi sungai	Tepi jalan raya	Dekat sawah
Date	10-12-1998	10-12-1998	10-12-1998	10-12-1998
No. Sample	1	2	3	4
Depth (m)	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25	1.5 - 3.25
Specific Gravity	2.583	2.666	2.677	2.658
γ_t (g/cm ³)	1.76	1.893	1.69	1.719
Shear stress (C)kg/cm	0.25	0.3	0.24	0.27
Shearing (Q)Degree	28	29	27	28

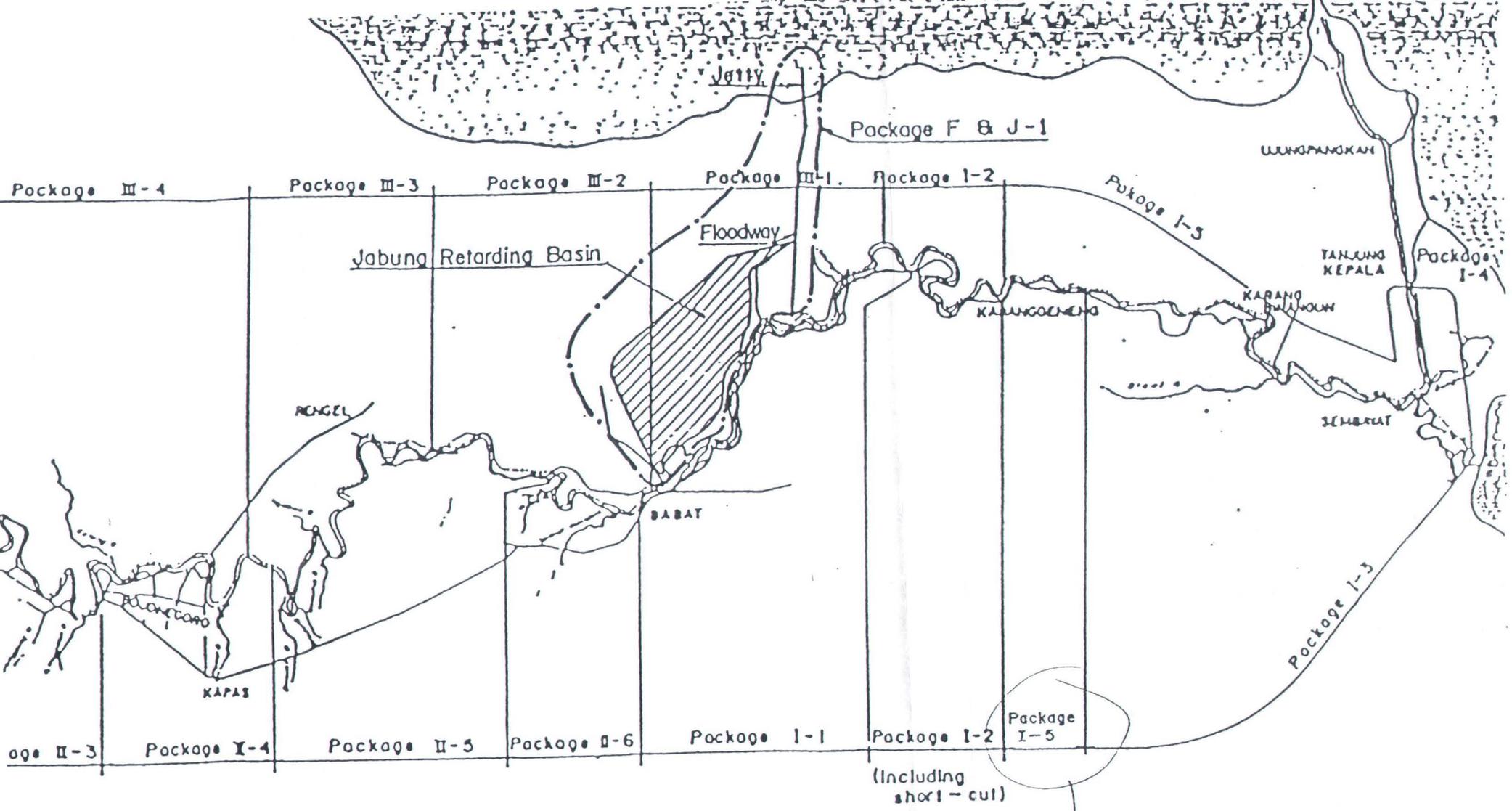
Signature	Engineer	Date	Contractor	Date
				

LAMPIRAN 3:

Denah Lokasi Lower Solo River Improvement Project

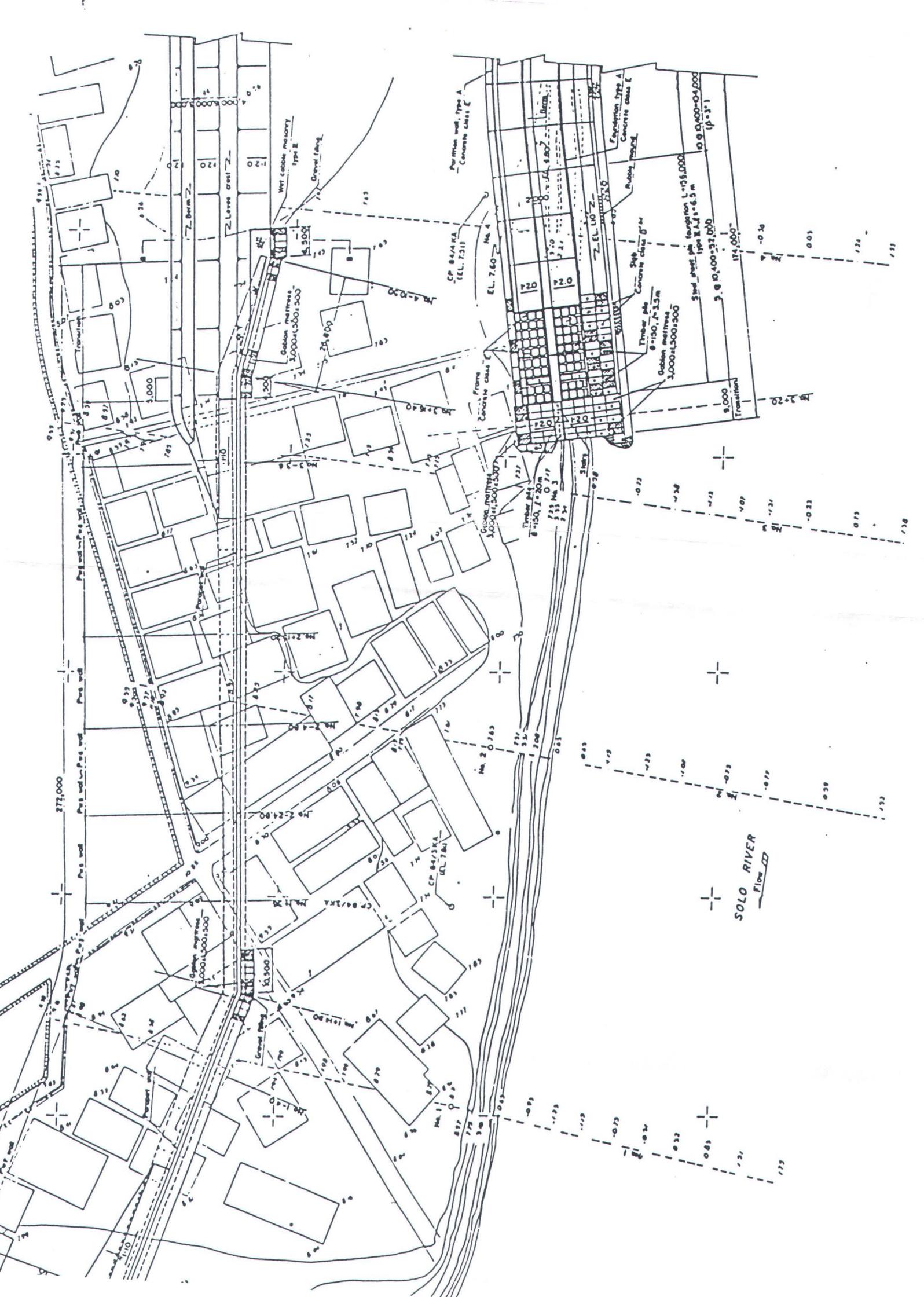
LAMPIRAN 4:

Gambar - gambar Lower Solo River Improvement Project



- : Package I-1 to I-5 and Package F & J-1 (6 Packages)
- Package II-1 to II-6 (6 Packages)
- : Package III-1 to III-5 (5 Packages)

Action ini ditambahkan ke
 package I-3
 (PERIKHA ADDENDA 1)
 September 1996. *af 16/9/96*





Banaran

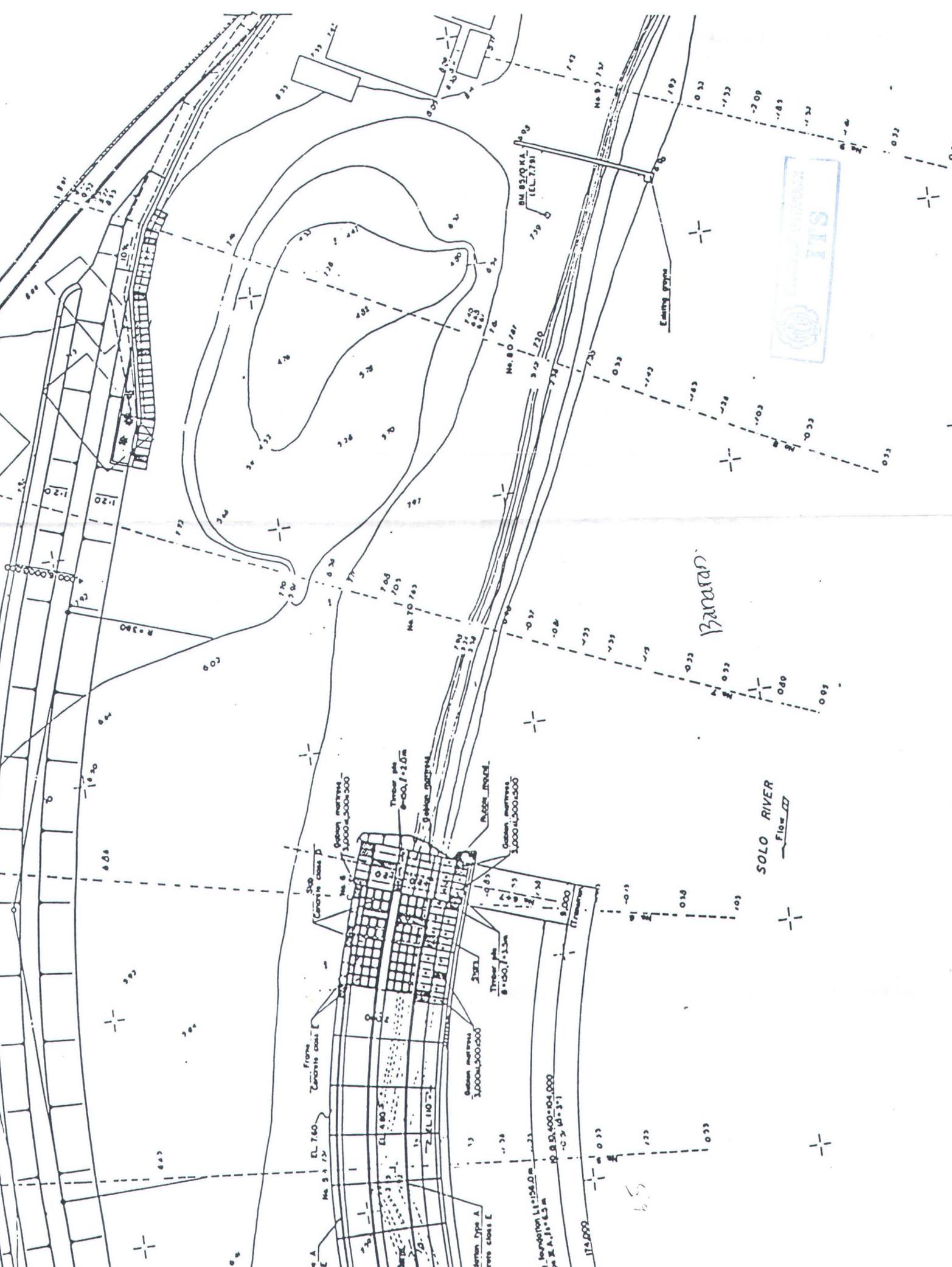
SOLO RIVER
Flow

6.5

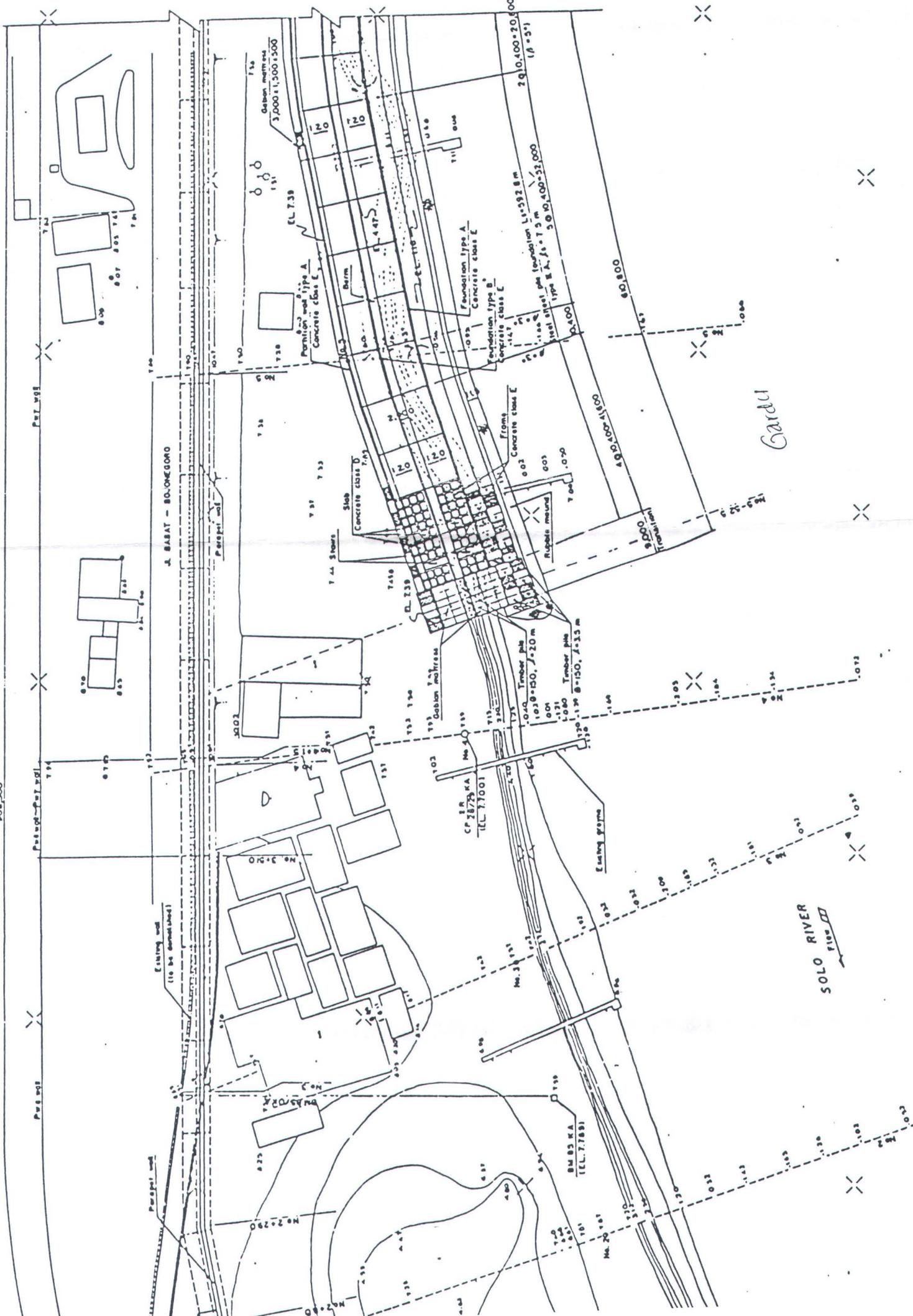
Foundation Type A
concrete class E
pile foundation L1=126.0 m
Type B.A.1=6.5 m

Foundation Type A
concrete class E
Gordon matresses
1,000x500x500
Timber piles
Ø=20, L=13.5 m

Foundation Type A
concrete class E
Gordon matresses
1,000x500x500
Timber piles
Ø=20, L=2.0 m
Gordon matresses
1,000x500x500
Timber piles
Ø=20, L=2.0 m
Gordon matresses
1,000x500x500



908,200





10-10

10-10



Part wall - Part wall

Part wall - Part wall

Part wall - Part wall

A. BABAT - BOJONGORO

SOLO RIVER
Flow

Garden

Gabbon mattress
1,000 x 1,500 x 500

Wet cobble masonry
Type III

Parman wall type A
Concrete slab E

Foundation type B
Concrete slab E

Foundation type A
Concrete slab E

Gabbon mattress
1,000 x 1,500 x 500

Timber pile
B=150, L=2.0m

No. 12-453

No. 13-90

No. 13-10

No. 13-20

No. 13-30

No. 13-40

No. 13-50

No. 13-60

No. 13-70

No. 13-80

No. 13-90

No. 13-100

No. 13-110

No. 13-120

No. 13-130

No. 13-140

No. 13-150

No. 13-160

No. 13-170

No. 13-180

No. 13-190

No. 13-200

No. 13-210

No. 13-220

No. 13-230

No. 13-240

No. 13-250

No. 13-260

No. 13-270

No. 13-280

No. 12-453

No. 13-90

No. 13-10

No. 13-20

No. 13-30

No. 13-40

No. 13-50

No. 13-60

No. 13-70

No. 13-80

No. 13-90

No. 13-100

No. 13-110

No. 13-120

No. 13-130

No. 13-140

No. 13-150

No. 13-160

No. 13-170

No. 13-180

No. 13-190

No. 13-200

No. 13-210

No. 13-220

No. 13-230

No. 13-240

No. 13-250

No. 13-260

No. 13-270

No. 13-280

No. 12-453

No. 13-90

No. 13-10

No. 13-20

No. 13-30

No. 13-40

No. 13-50

No. 13-60

No. 13-70

No. 13-80

No. 13-90

No. 13-100

No. 13-110

No. 13-120

No. 13-130

No. 13-140

No. 13-150

No. 13-160

No. 13-170

No. 13-180

No. 13-190

No. 13-200

No. 13-210

No. 13-220

No. 13-230

No. 13-240

No. 13-250

No. 13-260

No. 13-270

No. 13-280

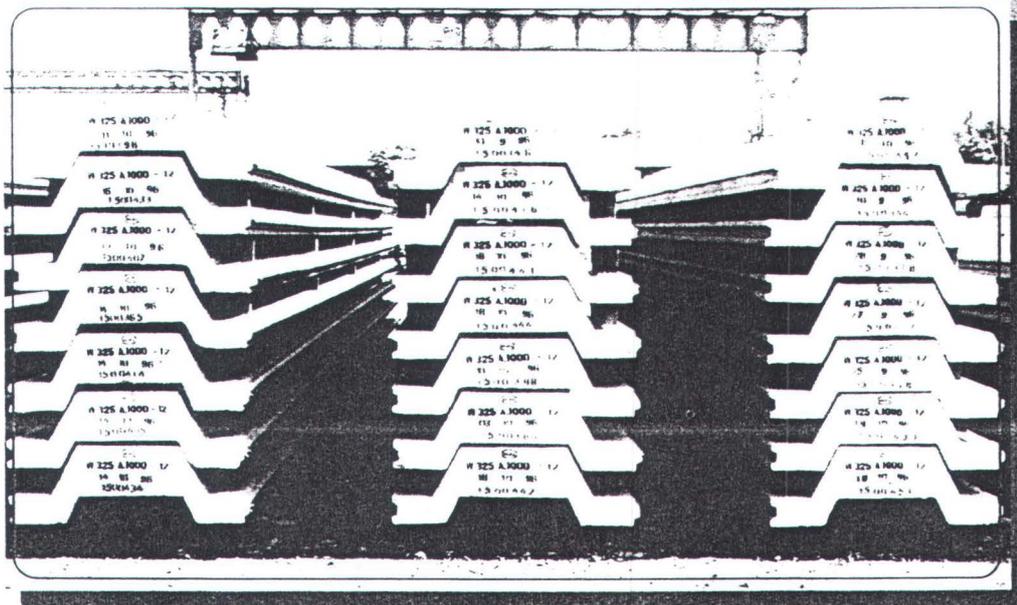
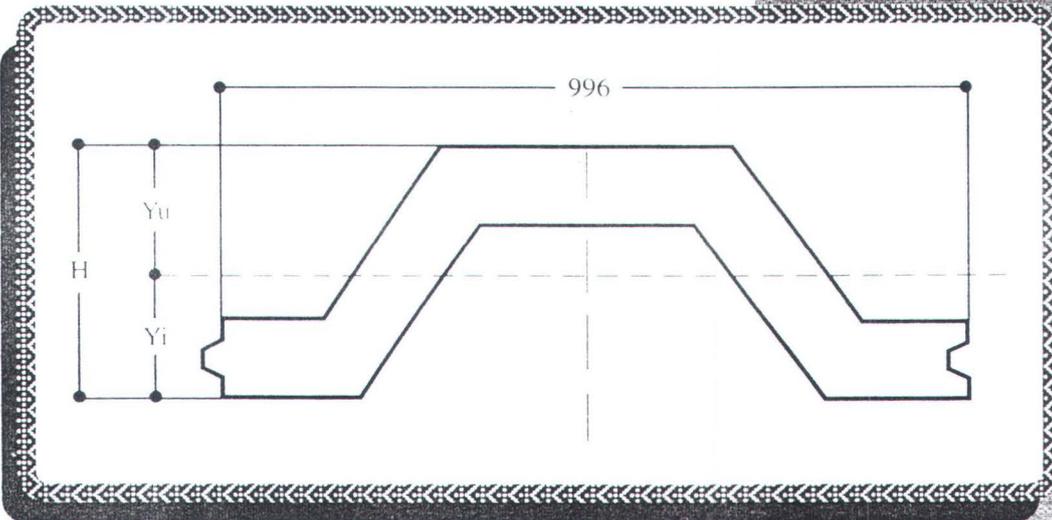
LAMPIRAN 5 :

Brosur PT. Wijaya Karya

CORRUGATED TYPE

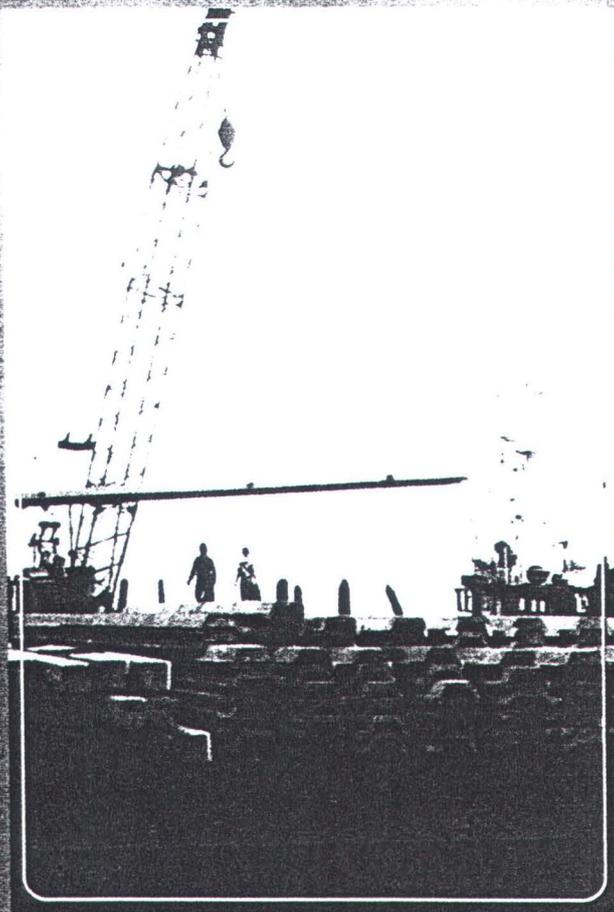
CROSS SECTION CHARACTERISTIC

TYPE	Height H (cm)	Cross Section A (cm ²)	Distance from Neutral Axis Y		Moment of Inertia I (cm ⁴)	Section Modulus Z	
			Yu(cm)	Yl(cm)		Zu(cm ³)	Zl(cm ³)
W-325 A 1000 B	32.5	1315	16.2	-16.2	134261	8262	-8262
W-350 A 1000 B	35	1468	17.5	-17.5	169432	9682	-9682
W-400 A 1000 B	40	1598	20	-20	248685	12434	-12434
W-450 A 1000 B	45	1835	22.5	-22.5	353354	15705	-15705
W-500 A 1000 B	50	1818	25	-25	462362	18494	-18494
W-600 A 1000 B	60	2078	30	-30	765907	25530	-25530



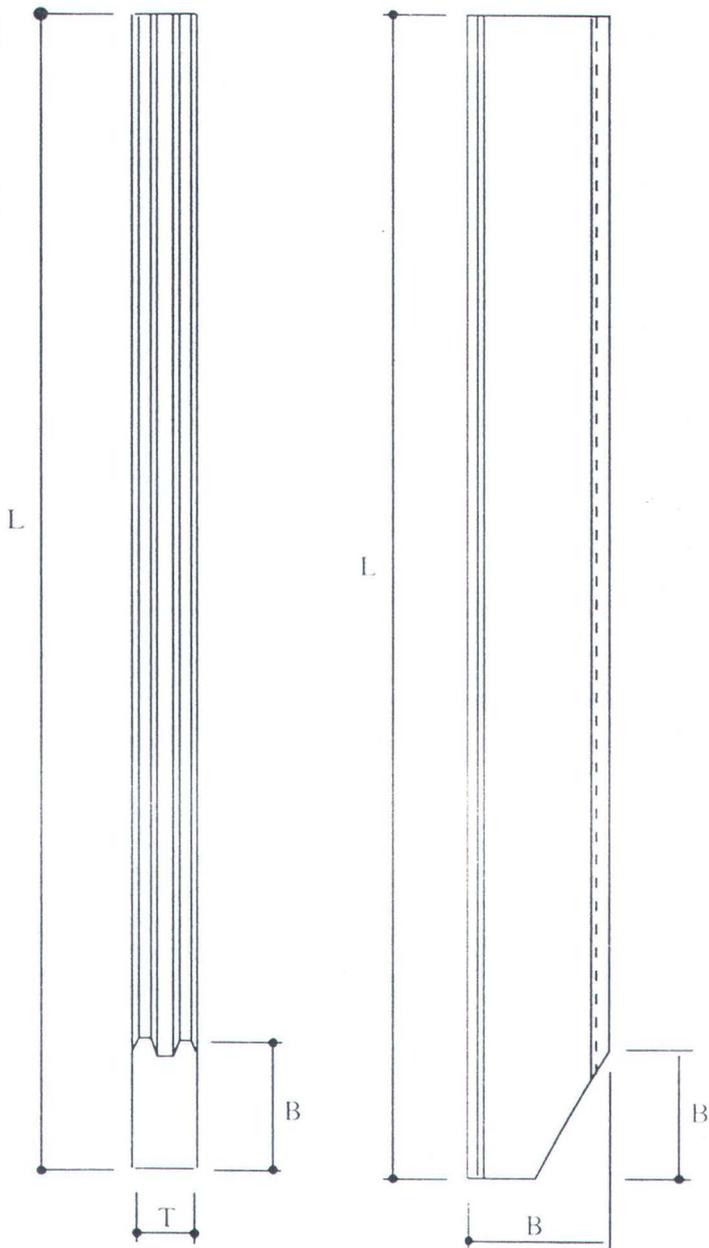
CRACKING MOMENT CAPACITY AND RANGE OF LENGTH

TYPE	Height mm	Thickness mm	Width mm	Cracking Moment tf-m	Length (m)																
					8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
W-325 A 1000 B	325	110	996	11.4																	
				13.3																	
W-350 A 1000 B	350	120	996	15.6																	
				17																	
W-400 A 1000 B	400	120	996	20.1																	
				23.4																	
W-450 A 1000 B	450	120	996	26.9																	
				30.7																	
W-500 A 1000 B	500	120	996	35.2																	
				40.4																	
W-600 A 1000 B	600	120	996	50.6																	
				59.6																	



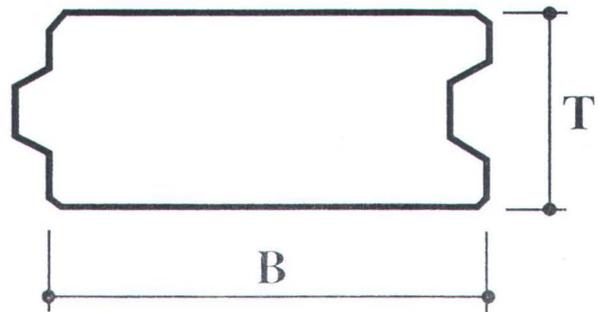
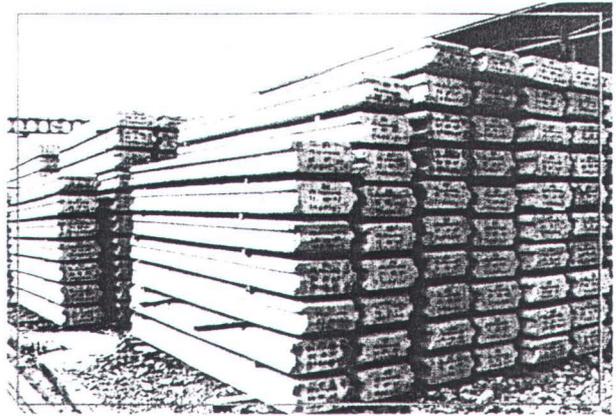
WEIGHT

TYPE	Length (m)	Weight (t)
W-325 A 1000 B	8	2.63
	9	2.96
	10	3.29
	11	3.62
	12	3.94
	13	4.28
	14	4.60
W-350 A 1000 B	9	3.31
	10	3.67
	11	4.04
	12	4.41
	13	4.77
	14	5.14
W-400 A 1000 B	10	4.00
	11	4.40
	12	4.80
	13	5.20
	14	5.60
	15	6.00
	16	6.40
W-450 A 1000 B	11	5.05
	12	5.51
	13	5.97
	14	6.42
	15	6.88
	16	7.34
W-500 A 1000 B	12	5.46
	13	5.91
	14	6.36
	15	6.82
	16	7.27
	17	7.73
	18	8.18
W-600 A 1000 B	14	7.35
	15	7.87
	16	8.39
	17	8.91
	18	9.44
	19	9.97
	20	10.49
21	10.02	

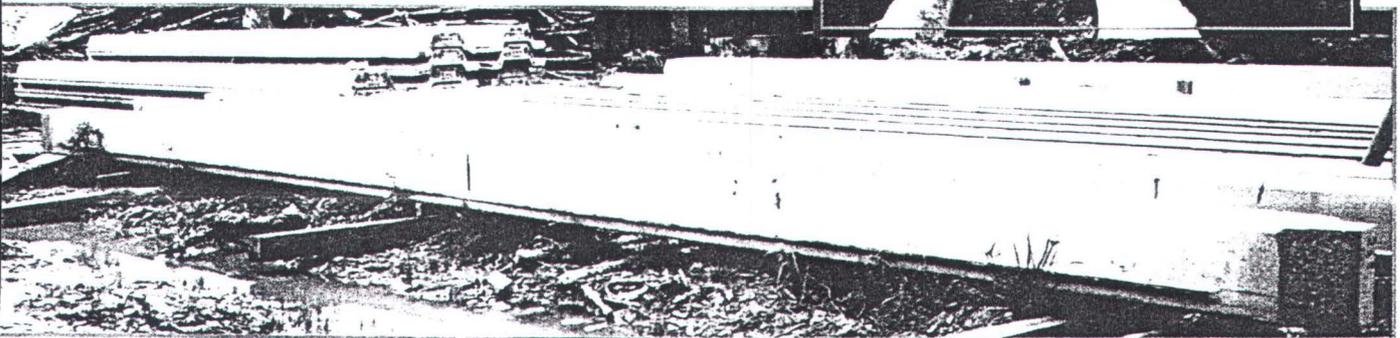
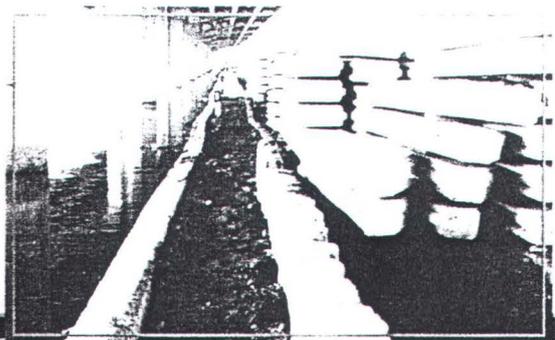


SIDE VIEW

FRONT VIEW



CROSS SECTION



REINFORCED

Type	Length (m)	Dimension (mm)		Cracking Moment (tm)
		B	T	
Concrete Cube Compressive Strength : 350 kgf/cm ²				
FRC-220 A-500	4 - 10	500	220	1,45
FRC-320 A-500	4 - 12	500	320	3,22
Concrete Cube Compressive Strength : 500 kgf/cm ²				
FRC-220 B-500	6 - 14	500	220	1,70
FRC-320 B-500	6 - 14	500	320	3,61

PRESTRESSED

Type	Length	Dimension		Bending Moment Capacity	
		B	T	Crack	Ultimate
FPC-220 A-500	6-14	500	220	3.32	5.39
FPC-220 B-500	6-14	500	220	3.7	6.74
FPC-220 C-500	6-14	500	220	4.05	8.09
FPC-220 D-500	6-14	500	220	4.39	9.44
FPC-220 E-500	6-14	500	220	4.71	10.79
FPC-220 F-500	6-14	500	220	5.22	10.96
FPC-220 G-500	6-14	500	220	5.97	13.7
FPC-320 A-500	6-14	500	320	6.05	7.85
FPC-320 B-500	6-14	500	320	6.65	9.81
FPC-320 C-500	6-14	500	320	7.24	11.77
FPC-320 D-500	6-14	500	320	7.81	13.73
FPC-320 E-500	6-14	500	320	8.37	15.69
FPC-320 F-500	6-14	500	320	8.91	17.65
FPC-320 G-500	6-14	500	320	9.43	19.61
FPC-320 H-500	6-14	500	320	9.94	21.57
FPC-320 I-500	6-14	500	320	10.43	23.54
FPC-320 J-500	6-14	500	320	10.91	25.50
FPC-320 K-500	6-14	500	320	11.37	27.46
FPC-320 L-500	6-14	500	320	11.81	29.42
FPC-320 M-500	6-14	500	320	12.24	31.38
FPC-320 N-500	6-14	500	320	13.88	31.88