

METODE " PENGEBORAN - DALAM "
PADA BEBERAPA JENIS LAPISAN PASIR



Oleh :

MANGIHUT SIRINGORINGO

45 86 040070

JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS " 45 "

1994

LEMBAR PENERIMAAN

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas "45" Ujungpandang,
Nomor SK.123/U-45/IX/1993 tanggal 10 September 1993 tentang
PANITIA DAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR, maka :

Pada hari/tanggal : KAMIS / 16 SEPTEMBER 1993
Tugas Akhir atas nama : MANGIHUT SIRINGORINGO
Nomor Pokok : 4586040070
N i r m : 871134618

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Negara
Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang setelah
dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Sarjana Negara
untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana
Negara jenjang Strata Satu (S-1) pada Jurusan Sipil Fakultas
Teknik Universitas "45" Ujungpandang.

Pengawas Umum

1. DR. ANDI JAYA SOSE, SE. MBA. (Rektor Universitas "45" Ujungpandang) (.....)
2. Prof. DR. Ir. Arifuddin Ressayang (Dekan Fakultas Teknik UNHAS) (.....)

PENGAWAS UMUM

- Ketua : Prof. Dr. Ir. R. Toreh, MSc (.....)
- Sekretaris : Ir. Firdaus Chairuddin, MSi (.....)
- Anggota : Ir. H. M. Rapi Mantahing (.....)
 Ir. Ahmad Bakri Muhiddin, MSc (.....)
 Ir. Abd Madjid Akkas (.....)
- Ex Officio : Ir. H. Maruddin Laining, MS (.....)
- Ex Officio : Ir. Darwis Panguriseng, MSc (.....)

Diketahui :
Rekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Ujungpandang


Firdaus Chairuddin, MSi.
No. : 131 963 833

Disyahkan
Ketua Jurusan Sipil

(Ir. Kamaruddin)



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. 322411 - Telex. 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

FAKULTAS TEKNIK

LEMBARAN PENGESAHAN

(TUGAS AKHIR)

Tugas sarjana ini diajukan untuk memenuhi sebahagian syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar sarjana teknik sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas "45" Ujung - Pandang.

J u d u l :

METODE "PENGEBORAN-DALAM" PADA BEBERAPA JENIS LAPISAN PASIR

Disusun oleh :

N a m a : Mangihut Siringoringo

No. stb : 4 5 8 6 0 4 0 0 7 0

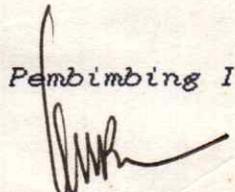
N i r m : 8 7 1 1 3 4 6 1 8

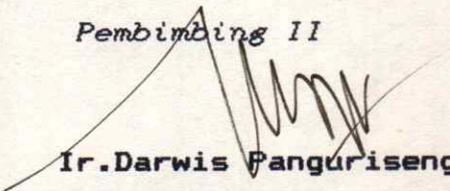
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen pembimbing

Pembimbing I

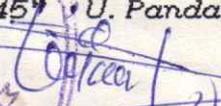
Pembimbing II


Ir. H. Maruddin Lainig, MS.

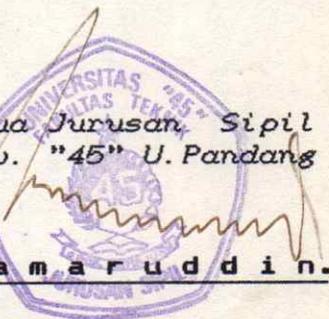

Ir. Darwis Panguriseng, MSc.

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. "45" U. Pandang


Ir. Firdaus Chaeruddin, MSi.
Nip. : 131 963 833

Ketua Jurusan Sipil
Univ. "45" U. Pandang


Ir. Kamaruddin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah yang maha kuasa, yang telah melimpahkan Rahmatnya sehingga kami diberikan kesehatan, kesempatan dan kemampuan untuk menyelesaikan tugas akhir kami sebagai yang diharapkan.

Disamping tugas-tugas lainnya tugas akhir ini adalah merupakan suatu syarat untuk menyelesaikan studi kami pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas " 45 " Ujung Pandang.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka kami mengangkat judul :

METODE " PENGEBORAN - DALAM " PADA BEBERAPA JENIS LAPISAN PASIR

Rampungnya tulisan ini adalah merupakan suatu hasil keterpaduan usaha kami dan batuan dari berbagai pihak, utamanya Bapak - bapak Dosen Pembimbing. Untuk semua itu melalui kesempatan ini sudah selayaknya kami hanturkan terima-kasih yang tak terhingga kepada :

- Bapak Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas " 45 " Ujung Pandang.
- Bapak Pembantu Dekan I, II dan III Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas "45" Ujung Pandang.
- Bapak Ketua dan Sekertaris Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas "45" Ujung Pandang.

- *Bapak Ketua dan Sekertaris Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas "45" Ujung Pandang.*
- *Bapak-Bapak pembimbing, Bapak Ir. Maruddin Laining MS, Bapak Ir. Darwis Panguriseng MSc.* Atas segala jerih payah dan pengorbanan dalam membimbing kami sehingga tulisan ini dapat kami rampungkan sebagai mana layaknya.
- *Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Sipil dan Perencanaan Universitas "45" Ujung Pandang.*
- *Korps Asisten Jurusan Sipil dan Perencanaan Universitas "45"Ujung Pandang.*
- *Seluruh rekan - rekan dan saudara Study Club Studio 20 'S 45 CE '(Civil Engginering) Ujung Pandang.*
- *Secara khusus kepada kedua orang tua serta keluarga.*

Suatu hal yang sangat kami sadari, bahwa tulisan ini adalah masih sangat jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik kearah perbaikan sangat kami harapkan.

Dan akhirnya, *Semoga Allah Yang Maha Kuasa,* senantiasa menyertai kita.

Ujung Pandang,..Juni 1993

Penulis

DAFTAR ISI

| | HALAMAN |
|---|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| BAB.I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar belakang masalah / alasan memilih judul. | I - 1 |
| 1.2 Maksud dan tujuan penulisan | I - 3 |
| 1.3 Ruang lingkup / batasan masalah | I - 3 |
| 1.4 Metode penulisan | I - 4 |
| 1.5 Sistematika penulisan | I - 4 |
| BAB.II KAJIAN PUSTAKA DAN STUDI LITERATUR | |
| 2.1 Tinjauan umum struktur geologi pembentuk kulit bumi | II - 1 |
| 2.1.1 Batuan beku | II - 3 |
| 2.1.2 Batuan sedimen | II - 4 |
| 2.1.3 Batuan metamorf | II - 4 |
| 2.2 Jenis struktur lapisan - lapisan tanah | II - 5 |
| 2.2.1 Tanah berbutir halus | II - 8 |
| 2.2.1.1 Susunan mineral lempung | II - 8 |
| 2.2.1.2 Sifat ikatan partikelnya | II - 9 |

| | |
|---|---------|
| 2.2.1.3 Sifat umum mineral lempung | II - 12 |
| 2.2.2 Tanah berbutir kasar | II - 14 |
| 2.2.2.1 Berdasarkan tumpukan butiran | II - 16 |
| 2.2.2.2 Distribusi besar butiran | II - 16 |
| 2.2.2.3 Sistim butiran | II - 17 |
| 2.2.2.3.a Non kohesif | II - 18 |
| 2.2.2.3.b Permeabilitas tinggi | II - 19 |
| 2.2.2.3.c Dry density | II - 20 |
| 2.2.2.3.d Plastisitas kecil | II - 23 |
| 2.2.2.3.e Kerapatan tinggi | II - 23 |
| 2.2.3 Tanah berbutir campuran | II - 27 |
| 2.3 Tinjauan umum pengeboran | II - 28 |
| 2.3.1 Pengeboran dengan tangan | II - 28 |
| 2.3.2 Pengeboran dengan rotasi | II - 32 |
| 2.3.3 Pengeboran dengan rotasi hidrolik | II - 34 |
| 2.4 Batasan - batasan penggunaan alat bor | II - 36 |
| 2.4.1 Bor tangan | II - 37 |
| 2.4.2 Bor mesin | II - 38 |
| 2.5 Macam - macam metode pengeboran | II - 39 |
| 2.5.1 Metode pengeboran dengan Bor Tangan | II - 41 |
| 2.5.2 Metode pengeboran dengn bor Mesin | II - 43 |

**BAB III DATA - DATA STRUKTUR LAPISAN TANAH PADA
BEBERAPA LOKASI PENGEBORAN.**

3.1 Data boring rencana jembatan Sungai Tikke

| | |
|---|---------|
| di Kab. Mamuju | III - 1 |
| 3.2 Data boring rencana jembatan sungai Karossa | |
| di Kab. Mamuju | III - 2 |
| 3.3 Data sondir dan data boring Pier I jembatan | |
| Lasape di Kab. Pinrang | III - 2 |

**BAB. IV ANALISIS DAN TEKNIS PEMECAHAN MASALAH PADA
PENGEBORAN DALAM.**

| | |
|---|---------|
| 4.1 Permasalahan umum | IV - 1 |
| 4.1.1 Pengeboran dilokasi abutment jembatan | |
| Tikke Kabupaten Mamuju | IV - 2 |
| 4.1.1.1 Sistim pengeboran | IV - 4 |
| 4.1.1.2 Permasalahan dan penyebab | |
| terjepitnya mata bor pada pelaksanaan | |
| dilokasi abutment Tikke | IV - 5 |
| 4.1.1.3 Analisa dasar dan design equipment. | IV - 6 |
| 4.1.1.4 Metoda pelaksanaan | IV - 6a |
| 4.1.2 Pengeboran di lokasi abutment dan | |
| pier jembatan Karossa di Kabupaten Mamuju . | IV - 17 |
| 4.1.2.1 Sistim pelaksanaan pengeboran | IV - 18 |
| 4.1.2.2 Permasalahan dan terjepitnya mata | |
| bor pada pelaksanaan pengeboran | |
| dilokasi abutment Jembatan | |
| Karossa | IV - 19 |
| 4.1.2.3 Analisa dasar dan design equipment. | IV - 19 |

| | |
|---|---------|
| 4.1.2.4 Metoda pelaksanaan | IV - 24 |
| 4.1.3 Pengeboran pada lokasi pier Jembatan Lasape | IV - 25 |
| 4.1.3.1 Sistem pengeboran dilokasi abutment dan pier jembatan Lasape | IV - 33 |
| 4.1.3.2 Permasalahan dan penyebab hambatan pada pelaksanaan pengeboran untuk bor pile pada pier jembatan Lasape . | IV - 35 |
| 4.1.3.3 Analisa dasar dan design equipment .. | IV - 38 |
| 4.1.3.4 Metode pelaksanaan | IV - 48 |

BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN - SARAN

| | |
|-------------------------|-------|
| 5.1 Kesimpulan | V - 1 |
| 5.2 Saran - saran | V - 4 |
| DAFTAR PUSTAKA | iv |
| DAFTAR LAMPIRAN | v |

BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1 Latar belakang masalah / alasan memilih judul.

Sejalan dengan perkembangan sosial, ekonomi dan budaya manusia yang semakin meningkat khususnya di negara kita dimana hal itu merupakan bagian penting dari tujuan pembangunan yang ingin dicapai, maka timbulnya tantangan baru dalam segala segi kehidupan merupakan suatu hal yang wajar selama perkembangan itu diharapkan. Kompleksitasnya permasalahan yang dihadapi dan keterkaitannya satu sama lain yang kadang kala tidak saling menunjang, membentuk kreatifitas dan profesionalitas para ahli dan tenaga skill dalam bidangnya masing-masing untuk mencari penyelesaian yang efektif dan efisien serta dapat dipertanggung jawabkan.

Dewasa ini khususnya dibidang ketekniksipilan banyak dibangun gedung-gedung bertingkat banyak jembatan dengan bentang panjang, menara-menara pemancar radio dan televisi yang pada dasarnya tidak terlepas dari penyelidikan tanah (*soil investigation* : Studi tentang struktur atau sifat lapisan tanah). Dan kadang kala kita banyak menjumpai permasalahan dan hambatan dalam *soil investigation*, kita

menyadari sepenuhnya bahwa struktur lapisan tanah sangat bervariasi sifat-sifat dan jenisnya, dari tanah yang lunak, sedang dan tanah keras.

Khususnya penyelidikan struktur lapisan tanah dengan cara pengeboran, dari permukaan tanah sampai beberapa puluh meter kedalam lapisan tanah, dan bahkan terkadang kita melakukan pengeboran hingga beratus meter kedalam tanah, jika data tersebut sangat dibutuhkan.

Pada pengeboran dalam kita mendapatkan beberapa macam jenis tanah, dari setiap jenis tanah itu mempunyai kemudahan dan kesulitan untuk dilakukan pengeboran seperti, misalnya pengeboran dalam yang terdapat lapisan pasir, bolder dan lain-lain sebagainya adalah jenis tanah yang sifatnya sukar ditembus dengan pengeboran biasa kecuali jika menggunakan sistim pengeboran lain, tidak seperti pada pengeboran untuk struktur lapisan tanah biasa (lempung, batuan dan lain-lain). Seperti pengeboran pada lokasi pier Jembatan Lasape, lokasi Abutment Jembatan Tikke dan Abutment dan Pier Jembatan Karossa yang mana lapisan pasir dapat ditembus dengan menggunakan mata bor khusus atau dengan injeksi.

Atas dasar pemikiran inilah sehingga penulis merasa perlu dan tertarik untuk mengembangkan dan sekaligus mengangkat permasalahan ini menjadi judul tugas akhir, dengan judul METODE PENGEBORAN DALAM PADA LAPISAN PASIR "

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan.

Maksud penulisan ini adalah untuk mempelajari berbagai macam jenis dan ukuran mata bor serta metode-metode penggunaan dari masing-masing alat tersebut diatas.

Tujuan penulisan adalah :

1. Untuk mempelajari jenis dan ukuran dari berbagai alat pengeboran dan batasan-batasan penggunaannya.
2. Untuk mempelajari alat bor yang digunakan sehubungan dengan fungsi dari pengeboran yang dilakukan.
3. Untuk pengembangan sistim pengeboran dalam pada lapisan pasir , sehubungan dengan permasalahan yang dijumpai di lapangan.
4. Untuk memberikan alternatif dari berbagai teknis pengeboran dalam khususnya pengeboran dalam untuk pengambilan sampel dan untuk bor pile pada lapisan pasir.
5. Untuk mempelajari deskriptif tanah dari setiap lapis pengeboran baik secara visual dilapangan ataupun secara penelitian laboratorium.

1.3. Ruang lingkup dan batasan masaalah.

Di dalam penulisan ini, ada beberapa faktor yang membatasi kemampuan penulis seperti: faktor biaya, waktu dan lain-lain sebagainya. Oleh karena itu maka pokok pembahasan dalam penulisan ini dibatasi hanya pada beberapa hal.

Adapun batasan - batasan masalah dalam penulisan ini adalah :

1. Pada penulisan ini, hanya membahas metode pengeboran dalam untuk mengidentifikasi / investigation menentukan struktur lapisan tanah dan untuk bor pile (bukan pengeboran untuk keperluan tambang dan terowongan).
2. Teknik pengeboran dalam pada sungai yang mempunyai kecepatan air tinggi.
3. Metode pengeboran yang dikembangkan dalam penulisan ini adalah metode pengeboran dalam pada lapisan pasir (Metode Bucket, Ringo Barrel, Double Cashing, Injektion).
4. Pengeboran yang dimaksudkan pada penulisan ini adalah pengeboran dalam untuk pengambilan sampel (penentuan struktur lapisan tanah) dan untuk bor pile.
5. Pengeboran dalam yang dimaksudkan pada penulisan ini adalah pengeboran dengan kedalaman ≥ 10 m .

1.4. Metode Penulisan

Adapun metode penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah didasarkan pada study literatur dan study kasus :

- *Study literatur bertujuan untuk mempelajari jenis - jenis alat pengeboran serta ukuran -ukurannya dan sekaligus mengetahui sifat-sifat dan jenis dari struktur tanah.*
- *Study kasus adalah untuk mempelajari alternatif penyelesaian dari suatu persoalan yang dihadapi di lapangan.*



1.5. Sistematika penulisan

Suatu analisa ilmiah adalah adanya susunan bab-bab yang merupakan pokok-pokok uraian dalam penulisan ini secara sistematika batasan masalah dalam penulisan ini terdiri dari 5 (lima) bab, sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan

Yang isinya merupakan gambaran umum tentang masalah yang akan dibahas ; seperti latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup atau batasan masalah , metoda penulisan dan sistematika penulisan.

Bab.II. Kajian Pustaka dan Study Literatur

Yang isinya antara lain ;Tinjauan umum struktur geologi tanah, jenis - jenis struktur geologi tanah, jenis - jenis alat pengeboran serta macam - macam metode pengeboran.

Bab III. Data-data Struktur Lapisan Tanah Pada Beberapa Lokasi Pengeboran

Yang isinya meliputi ; data-data dari struktur tanah hasil pengeboran sebagai bahan perbandingan terhadap persoalan yang dihadapi, data-data sekunder mengenai objek tinjauan yakni : data sungai Tikke, sungai Karossa dan Sungai Lasape, yang terletak di di Sulawesi Selatan

Bab IV. Analisis dan Teknis Pemecahan Masalah pada Pengeboran Dalam Pada Lapisan Pasir Kuarsa.

Yang isinya terdiri dari; permasalahan Umum, design equipment, metode pelaksanaan pengeboran, dan evaluasi keuntungan dan kerugiannya.

Bab.V. Kesimpulan dan Saran-Saran.

Yang memberikan penjelasan tentang kesimpulan dari seluruh isi penulisan ini disertai dengan saran-saran yang di usulkan.

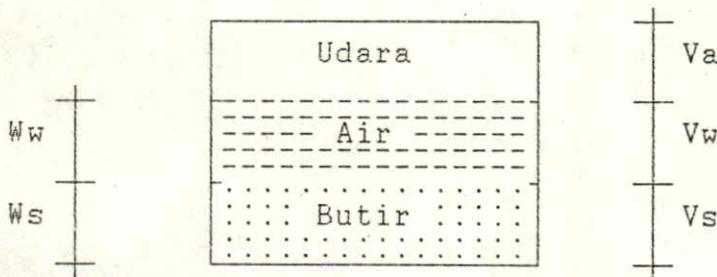
B A B II

KAJIAN PUSTAKA DAN STUDI LITERATUR

2.1 TINJAUAN UMUM STRUKTUR GEOLOGI PEMBENTUK KULIT BUMI.

Semua material yang membentuk kulit bumi digolongkan ke dalam material geologis seperti ; batuan, tanah, air gas dan lain - lain.

Komposisi mineral - mineral tanah terdiri dari, seperti gambar berikut ini ;



Gambar 2.1

Keterangan :

V_a = Volume udara

V_w = Volume air

V_s = Volume tanah

W_w = Berat air

W_s = Berat tanah

Material geologis dapat berbentuk padat, cair dan atau

gas. Sebuah batuan, misalnya : Sering terdiri dari sejumlah material, dimana setiap material memiliki sifat - sifat fisik kimiawi tersendiri sifat - sifat material dari sebuah batuan merupakan sebuah fungsi dari sifat - sifat yang dimiliki berbagai material yang membentuk batuan tersebut beserta konfigurasiya. Sifat - sifat fisik dan mekanis dari material geologis padat di tentukan oleh :

- Sifat - sifat material yang membentuknya.
- Sifat - sifat keseluruhan volume material.

Dalam ilmu geologis, semua material padat dinamakan batuan, seperti : Batuan, tanah dan es. Pengertian batuan menurut para geolog, didefinisikan sebagai berikut :

- Batuan adalah : Sususun mineral dari bahan organis yang bersatu membentuk kulit bumi. Mineral adalah bahan atau senyawa homogen yang dibentuk alam.
- Batuan adalah : Semua material yang membentuk kulit bumi yang terdiri atas batuan yang terkonsolidasi dan tidak terkonsolidasi.
- Batuan adalah : Material yang membentuk kulit bumi termasuk fluida yang terkandung didalamnya (seperti : air, minyak dan lain sebagainya).

Sedangkan para insinyur Sipil membedakan pengertian antara batuan dan tanah sebagai berikut : Batuan adalah suatu bahan yang keras dan kohesif atau yang telah terkonsolidasi dan tidak dapat digali dengan cara biasa dan memiliki formasi keras dan solid dari kulit bumi serta memiliki $q_c \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$

(data - data sondir). Tanah adalah material yang akan pecah apabila terkena sedikit gaya mekanis, karena tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat satu dengan yang lainnya (kurang kohesif), rongga - rongga diantaranya berisi udara dan atau air. Namun yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam tulisan ini, pengertian batuan seperti seperti yang didefinisikan terakhir .

Pada gilirannya, batuan merupakan kombinasi dari berbagai mineral. Perbedaan dari berbagai jenis batuan tergantung pada : - a Cara pembentukannya

- b Jenis material yang dikandungnya.

a. Berdasarkan cara pembentukan dan jenis material yang dikandungnya batuan dapat dibedakan atas :

1. Batuan Beku.
2. Batuan Sedimen.
3. Batuan Metamorf

2.1.1 Batuan Beku

Batuan beku adalah batuan yang terbentuk oleh berbagai macam kristal, sering terjadi dari fase cair dan hampir selalu tidak berlapis. Berdasarkan cara pembentukannya batuan beku dapat dibagi atas :

- a. Batuan dalam (Plutonit), yaitu kristal - kristal besar yang perlahan - lahan berkristalisasi misalnya kedalam bentuk gatolik dan lakalit.
- b. Batuan gang, yaitu batuan yang membeku dalam celah (gang)
- c. Batuan lelehan atau batuan efesik yang vulkanis, ekstrusif, cepat mendingin, kristalil yang sangat halus.

2.1.2 Batuan Sedimen.

Batuan sedimen atau batuan endapan, pada umumnya berupa butiran - butiran tersendiri mulai dari yang halus hingga yang kasar sering kali terikat satu sama lain oleh massa antara : Misalnya, pasir lepas. Berdasarkan cara pembentukannya, batuan sedimen dapat kita bagi :

- a. *Sedimen silika klorik* seperti : Batu pasir (kwarsa) lempung dan lain - lain.
- b. *Batuan karbosir* seperti : Batu karbol ($CaCO_3$) dari berbagai sifat antara lain kapur karang, naval, dolomit.
- c. *Evaporit*, yaitu batuan hasil pengendapan : garam batu, anhidrit gipsum, garam alkali.
- d. *Sedimen organik* misalnya : Sisa dari zat - zat hidup, gambut, arang coklat, arang batu, minyak bumi, aspal.
- e. *Sedimen vulkanik*, misalnya debu vulkanik, tuf
- f. *Sedimen lainnya* misalnya fosforit.

Butiran - butiran atau komponen - komponen batuan sedimen berasal dari batuan beku dan batuan metamorf

2.1.3 Batuan Metamorf.

Setelah mengalami diagenesis batuan sedimen dan batuan beku akan berubah lebih lanjut dibawah pengaruh temperatur dan tekanan yang tinggi, seringkali kristalisasi kembali berlangsung melalui penambahan atau penghilang zat. Mineral - mineral tertentu yang membentuk batuan metamorf tergantung dari tekanan dan temperatur ketika berlangsungnya

metamorfosis.

Berdasarkan terbentuknya batuan metamorf dapat dibedakan atas :

- a. *Metamorfosis kontak*, terjadi pada kontak sebuah instruksi magma, batuan yang ada disekitarnya seakan dibakar dengan temperatur yang tinggi dan tekanan yang rendah.
- b. *Metamorfosis dinamo* terjadi pada reformasi lokal yang intensif yang dimulai dengan breksi patahan, kemudian melarut, temperatur rendah dan tekanan tinggi.
- c. *Metamorfosis regional*, terjadi pada daerah - daerah yang lebih luas dibanding tipe sebelumnya dan berkaitan erat dengan orogenesis dan deformasi. Mineral - mineral tertentu terbentuk tergantung dari tekanan dan temperatur ketika berlangsungnya metamorfosis.

TABEL 2.1 DAUR ULANG BATUAN (PROSES METAMORFOSIS)

| Batuan | Diagnosis | Metamorfosis | | | untuk batuan metamorfosis |
|----------|--------------|----------------|------------|------------|---------------------------|
| | | Rendah | sedang | tinggi | |
| -Lempung | Batu lempung | Sabak, Fhyllit | Speis | Speis mika | Granit |
| -Lumpur | Batu kapur | - | Marmer | - | |
| -Pasir | Batu pasir | Kuarsit | speis mika | Granit | Granit |

2.2 Jenis - Jenis struktur Lapisan Tanah.

Susunan dan struktur tanah akan menentukan sifat - sifat fisis kimiawi dari mineral yang bersangkutan. Pada umumnya

klasifikasi tanah dilakukan terhadap ukuran besar butiran.

Tanah adalah suatu bahan yang terjadi sebagai produk pecahan yang mengalami pelapukan kimiawi dan mekanis (kecuali tanah organik ; gambut), terutama sekali pada batuan ditulari oleh pelapukan kimiawi, mineral yang peka terhadap pelapukan akan berubah menjadi mineral lempung yang berbutir sangat halus. Pelapukan mekanik misalnya ; kegiatan yang dilakukan oleh tumbuhan dan binatang, membentuk proses pemecahan tersebut pada proses ini, tanah tetap berada pada pembentukannya.

Maka akan jelaslah bahwa sifat yang dimiliki dari tanah akan bergantung pada topografi, organisme, dan waktu. Sering terjadi bahwa tanah yang telah lapuk mengalami perpindahan tempat dari batuan induknya, perpindahan ini dapat diakibatkan oleh gaya berat (proses kemiringan) atau oleh media transportasi seperti ; Air, angin dan lain sebagainya. Batuan induk terhadap proses pelapukan material yang pada akhirnya diendapkan pada suatu tempat. Setelah mengendap pada material tanah tersebut masih berlangsung berbagai perubahan oleh karena itu bentuk dari berbagai jenis tanah, tergantung dari distribusi besar butiran, tahapan penyatuan bentuk butiran dan lain sebagainya yang berbeda - beda. Haruslah dimengerti dengan jelas bahwa metode - metode yang dipakai dalam mekanika tanah, untuk membedakan dan menyatakan berbagai tanah adalah betul - betul berbeda dari metode - metode yang dipakai dalam bidang geologi. Sistem klasifikasi yang dipakai dalam mekanika tanah adalah dimaksudkan untuk

memberikan keterangan mengenai sifat - sifat teknis dari batuan - batuan itu.

Klasifikasi tanah dapat dilakukan secara visual atau dapat didasarkan pada hal - hal percobaan laboratorium dalam kedua cara ini, prinsip - prinsipnya sama dan akan menghasilkan diskripsi atau klasifikasi yang sama.

Dengan sedikit pengalaman adalah mungkin untuk melakukan klasifikasi dan menyatakan dengan tepat sesuatu tanah semata - mata dengan hanya melihatnya, dan meremas kembali. Pada waktu melakukan ini harus diingat bahwa istilah - istilah yang dipakai dalam persyaratan mekanika tanah hampir selalu mempunyai arti yang sama dengan arti dalam pemakaian sehari - hari.

Pada akhirnya susunan dari struktur tanah akan menentukan sifat - sifat fisis kimiawi dari material yang bersangkutan.

Tanah secara umum dapat dibagi dalam tiga kategori antara lain :

1. Tanah berbutir halus (lempung).
2. Tanah berbutir kasar (pasir, kerikil).
3. Tanah campuran (lanau).

Tabel.2.2 Distribusi ukuran utiran tanah

| Nama | Ukuran butiran (mm) M I T |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Bongkah (Boulder) | . > 200 |
| 2. Berangkal (Cobble) | 60 - 200 |
| 3. Kerikil (Gravel) | 2 - 60 |
| - Kasar | 20 - 60 |
| - Sedang | 6 - 20 |
| - Halus | 2 - 6 |

| Nama | Ukuran butiran (mm) M I T |
|-------------------|---------------------------|
| 4. Pasir (Sand) | 0.06 - 2 |
| - Kasar | 0.6 - 2 |
| - Sedang | 0.2 - 0.6 |
| - Halus | 0.06 - 0.2 |
| 5. Lanau (silt) | 0.002 - 0.06 |
| - Kasar | 0.02 - 0.06 |
| - Sedang | 0.06 - 0.02 |
| - Halus | 0.002 - 0.006 |
| 6. Lempung (Clay) | < 0.0002 (2 Um) |

2.2.1 Tanah Berbutir Halus. (lempung)

Lempung adalah tanah yang terdiri dari butir-butir yang sangat kecil ditunjukkan oleh sifat-sifat plastisitas dari kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu dengan yang lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali kebentuk aslinya, dan tanpa mengalami retakan-retakan dan pecah-pecah.

2.2.1.1 Susunan Mineral Lempung.

Mineral-mineral lempung merupakan silikat yang berlapis atau struktur kristal mineral-mineral tersebut tersusun dari lapisan tetra hedron SiO_4 . Dibagian tengah tetra hedron SiO_4 yang bergelang enam biasanya terdapat ion hidroksil OH jarak antara atom OH dan atom Si didalam lapisan tetra hedron (lapisan-t) adalah sedemikian rupa sehingga ditengah-tengah lapisan tersebut akan terdapat sebuah lapisan okta hedron (lapisan-O), sebuah lapisan oktahedron dibentuk dari sejumlah kation, seperti : Mg^{+2} , Fe^{+2} dan Al^{+3} , yang dikelilingi oleh zat OH, Dengan cara seperti ini terbentuk struktur kristal yang berlapis-lapis : Tipe t - o/t - o

atau tipe t - o - t/t - o - t. Silikat dengan struktur demikian kita namakan Phyllosilikat. Selain mineral - mineral lempung termasuk pula dalam kelompok ini adalah klorit, dan mineral - mineral serpentin.

Didunia ini banyak terdapat bentuk mineral lempung yang masing - masing berbeda dalam susunan, struktur dan perilakunya. Semua mineral lempung tersebut memiliki ukuran butiran yang sangat halus (lebih kecil $2 \mu\text{m}$). Pada umumnya lempung terdiri sebagian besar dari mineral lempung, akan tetapi mineral lain seperti kwarsa, juga terdapat dengan butiran yang sangat halus, maka mineral ini mempunyai permukaan yang cukup besar persatuan massa.

2.2.1.2 Sifat Ikatan Partikelnya.

Pertukaran ion merupakan hal yang relatif sederhana dalam struktur lempung dengan demikian pertukaran ion tersebut adalah aktif kimiawi, ini misalnya akan merupakan sebuah persoalan dalam air yang terkena pencemaran. Dalam keadaan tertentu dapat terjadi pertumbuhan mineral lempung yang berlangsung dengan cepat (pembentukan lumpur dalam reservoar, penjernih air, penyumbatan pipa - pipa drainase dan lain - lain).

Molekul - molekul air dapat diserap dalam struktur lempung (yaitu pada lempung yang membengkak) dengan dihilangkan (pada lempung yang memadat). Jenis - jenis mineral lempung yang aktif - Elektrik :

a. Kaolin ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)

Kaolin memiliki struktur t - o

susunan struktur : $t = \left[(\text{Si}_2 \text{O}_5 \text{OH}_2^{3-}) + \text{O} : \text{Al} (\text{OH})_3 \right]$

keseimbangan muatan tercapai dengan membiarkan dalam keadaan kosong pada tiga tempat kation didalam lapisan oktahedron. Struktur kaolin memungkinkan berlangsungnya substitusi isomorf pada ion, memiliki keseimbangan elektrik yang baik, dari sebuah struktur yang kokoh.

b. *Illit*

susunan struktur t - o - t

$(\text{K}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{H}_2\text{O})_x, (\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2 (\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x)_{10} (\text{OH})_2$

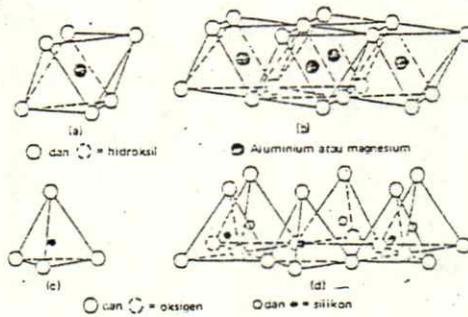
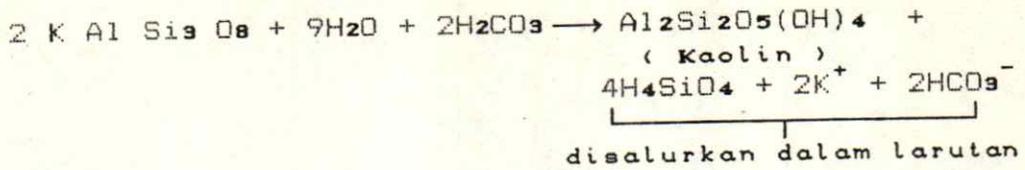
Dua lapis t - o - t dihubungkan satu sama lain oleh sebuah ion K yang terbagi. Keadaan ini menghasilkan sebuah struktur kristal yang kokoh.

c. *Smectite*

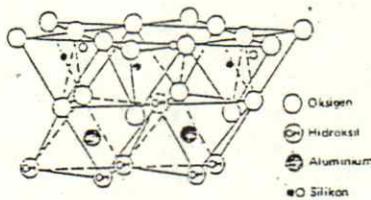
susunan struktur t - o - t

Mineral lempung smectite memiliki butiran yang secara khas sangat halus dan secara kimiawi sangat aktif. Sejumlah substitusi ion mungkin terjadi dalam lapisan oktahedron. Salah satu contoh mineral - mineral yang khas adalah Montmorillonit, $\text{AlSi}_2\text{O}_5(\text{OH}) \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (bukan susunan yang baik dari satu - satuan t-o-t). Mineral lempung Montmorillonit dapat dengan mudah menyerap dan menghilangkan air (lempung yang membengkak). Mineral - mineral lempung merupakan komponen penting dari masalah tanah. Dalam geologi teknik pengidentifikasian mineral - mineral lempung dapat dilakukan dengan bantuan Rontsendifraksi analisis termal diferensial, dan mikroskop elektron. Pelapukan kimiawi pada silikat aluminium (feldspar, mika)

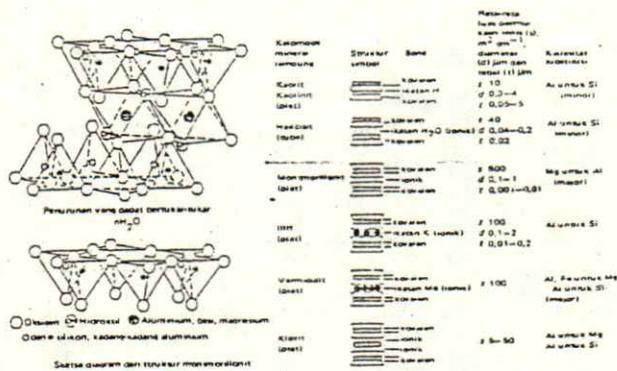
seringkali mengarah pada mineral - mineral lempung.



Gambar 2.3(a).
Unit dasar



Gambar 2.3 (b)
Sketsa diagram dari struktur kaolin



Gambar 2.3 (C)
sketsa diagram dari struktur monmorillonit.

2.2.1.3. Sifat Umum Mineral Lempung

Secara umum sifat - sifat mineral lempung terdiri atas :

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| a. Hidrasi | c. Flokalisasi dan dispersi |
| b. Aktivitas | d. Pengaruh air. |

a. Hidrasi.

Partikel lempung hampir selalu terhidrasi yaitu dikelilingi oleh lapisan - lapisan molekul air yang disebut "air Teradsorpsi" lapisan ini umumnya mempunyai tebal molekul dan disebut lapisan ganda. Air tertarik ke lapisan ini dengan cukup kuat, dan atau mengandung ion - ion logam difusi kation teradsorpsi dari mineral lempung meluas keluar sampai ke permukaan lempung sampai ke lapisan air. Pengaruhnya adalah pengadaan muatan netto (+) didekat partikel mineral dan muatan (-) pada jarak yang lebih jauh. Definisi kation ini merupakan fenomena yang sangat serupa dengan definisi pertama antara permukaan air bebas dengan atmosfer dimana bahan yang mengalami difusi adalah molekul air.

Air ini sering tertarik dengan kuatnya sehingga berperilaku lebih sebagai benda padat dari benda - benda cair.

Lapisan air ini dapat hilang dengan temperatur yang lebih tinggi dari 60 °C - 100 °C. dan akan mengurangi plastisitas alamiah dari tanah.

b. Aktivitas.

Tepi - tepi mineral lempung mempunyai muatan negatif

netto. Ini mengakibatkan terjadinya usaha mengenyimpangkan muatan ini dengan tarikan kation. Tarikan ini akan sebanding dengan kekurangan muatan netto dan dapat di kembangkan dengan aktivitas lempung tersebut.

Persentase lempung diambil sebagai fraksi yang $< 2 \mu\text{m}$ Nilai - nilai aktivitas dari beberapa jenis mineral lempung antara lain :

| | |
|------------------|-----------|
| - Kaolinit | 0,4 - 0,5 |
| - Illit | 0,5 - 1,0 |
| - Montmorillonit | 1,0 - 7,0 |

Walaupun aktifitas didefenisikan secara numerik, indikator numerik yang praktis lebih baik adalah *batas susut*. Batas susut adalah adalah batas kadar air sebelum terjadi perubahan volume.

c Flokulasi Dan Dispersi.

Mineral lempug hampir selalu menghasilkan larutan tanah, air yang bersifat alkali ($\text{PH} > 7$) sebagai akibat dari muatan negatif netto pada satu mineral.

Beberapa perkecualian mungkin terjadi apabila mineral itu terkontaminasi daya subtansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkristal . Akibat adanya muatan ini ion - ion H^+ didalam air gaya vander waals dan partikel berukuran kecil bersama - sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan dalam larutan itu. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flock yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar yang akan mengendap

didalam larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sedimen yang sangat lepas. Untuk menghindari flokulasi suatu larutan tanah air yang terdispersi dapat dinetralisasikan dengan menambah ion - ion H^+ yang dapat diperoleh dari bahan - bahan yang mengandung asam.

d Pengaruh Air

Fase air didalam lempung tidak berupa air yang menerus secara kimiawi. Air ini menentukan sifat plastisitas lempung pada percobaan dilaboratorium untuk batas Atterberg ASTM menentukan bahwa air suling harus ditambahkan seperlunya. Pemakaian air suling yang relatif bebas terhadap ion, dapat memberikan hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah dilapangan dengan air yang telah dikontaminasi.

Fenomena utama dari lempung adalah bahwa massanya yang telah mengering dari suatu kadar air awal mempunyai kekuatan yang cukup besar. Apabila bongkahan ini dipecah - pecah menjadi partikel - partikel sebagai bahan yang tidak kohesif.

2.2.2. Tanah Berbutir Kasar

Golongan batu kerikil dan pasir adalah bahan - bahan yang berbutir kasar dan non kohesif (Tidak memiliki ikatan antara butir - butirnya) serta terdiri dari pecahan - pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk. Butir - butir batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan - pecahan batu, tetapi kadang - kadang terdiri dari satu macam zat tertentu, misalnya kwarsa dan flint, butir - butir pasir dilihat secara



makro struktur pada umumnya terdiri dari satu macam zat mineral terutama kwarsa.

Dalam beberapa hal, mungkin hanya terdapat butir - butir dari satu macam ukuran saja, dalam hal ini bahan tersebut dikatakan seragam (homogen), pada macam lain mungkin terdapat ukuran butir yang mencakup seluruh daerah ukuran, dari ukuran batu besar sampai ukuran pasir halus, dan dalam hal ini bahan tersebut dikatakan heterogen.

Seperti halnya pada batuan, perilaku dari material - material merupakan sebuah fungsi dari struktur material ini. Struktur tanah yang non kohesif ditentukan oleh cara penumpukan butiran, dimana dalam hal ini tanah non kohesif (pasir, kerikil) tidak terikat satu dengan lainnya diantara butir - butiranya.

Sifat-sifat tanah berbutir kasar.

Tanah berbutir kasar dapat diketahui berdasarkan :

- a. Bentuk struktur
- b. Sifat - sifat fisis
- c. Sifat - sifat mekanis

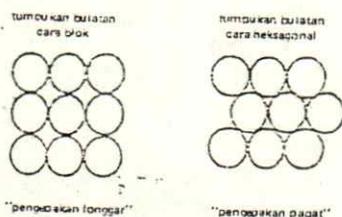
Berdasarkan *bentuk struktur* tanah berbutir kasar dapat dilihat dari :

1. Tumpukan butiran
2. Distribusi besar butiran
3. Sistim butiran

2.2.2.1 Berdasarkan Tumpukan Butiran.

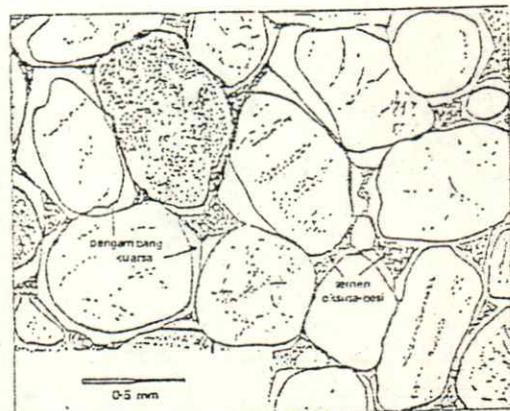
Konfigurasi atau susunan berbagai material kasar (pasir, kerikil), cukup penting dalam menentukan sifat-sifat fisis dan mekanis dari material geologis yang padat. Tumpukan butiran dapat menentukan sifat fisis dari pada tanah, yang mana hal ini dapat kita tinjau sebagai berikut :

Bagian kacil yang berbentuk bulat dapat bertumpuk membentuk kubus atau heksagonal untuk menempati volume yang sekecil mungkin. Semakin rapat sebuah tumpukan, akan semakin tinggi kerapatannya, semakin tinggi gaya gesernya, dan semakin rendah permeabilitasnya. Segmentasi dan pengisian rongga-rongga oleh zat ikat sekunder seperti kuarsa atau kalsit dapat memperkuat efek dari sebuah tumpukan padat.



Gambar. 2.3 (a).

Pengepakan longgar dan pengepakan padat.



Gambar. 2.3 (b)

Gambar 2.3 Susunan tumpukan butiran.

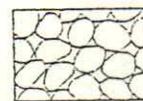
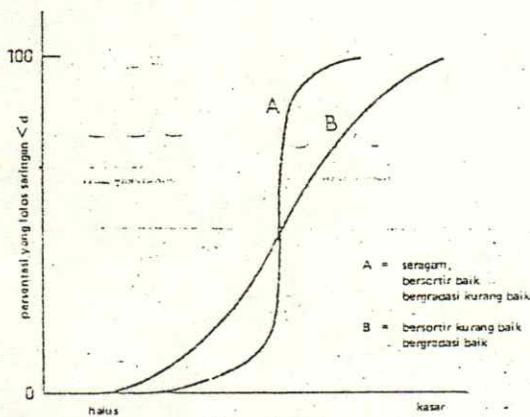
2.2.2.2 Distribusi Besar Butiran

Variasi besar butiran dalam tanah kita nyatakan dalam distribusi ukuran butiran jenis tanah yang heterogen

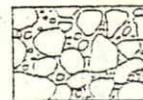
mengandung butiran dengan fraksi - fraksi besaran yang berspektrum luas. Sebuah contoh tanah yang terdiri dari suatu fraksi besar butiran seragam disebut butiran homogen.

Distribusi besar butiran mempunyai pengaruh terhadap kerapatan yang lebih tinggi dibanding material yang seragam, karena fraksi - fraksi yang lebih kecil dapat mengisi rongga - rongga diantara bagian - bagian yang lebih besar.

Grafik.2-1 Dristibusi besar butiran



(a)



(b)

2.2.2.3 Sistim Butiran

Seringkali tanah dan batuan tidak hanya terdiri dari berbagai material saja, melainkan juga terdiri dari rongga - rongga yang mungkin berisi air atau udara. Volume relatif yang ditempati oleh ketiga fase (gas, cair dan padat) adalah menentukan bagi sejumlah massa material, seperti kerapatan, kadar air, porositas dan kadar jenuh.

Berdasarkan sifat - sifat fisis tanah berbutir kasar dapat dibagi atas, antara lain :

- a. Non kohesif
- b. Permeabilitas tinggi
- c. Density besar
- d. Plastisitas kecil
- e. Kerapatan tinggi

2.2.2.3.a. Non Kohesif

Sifat material berbutir kasar yang non kohesif akan cenderung membentuk suatu struktur berbutir tunggal. Seperti diperlihatkan pada gambar.2.5.a dan b, yang dapat dalam keadaan padat dan lepas .



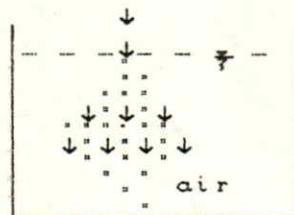
Gambar. 2.5.a
Struktur lepas



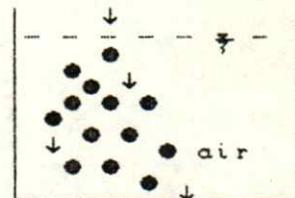
Gambar. 2.5.b
Kompigurasi yang lebih rapat

Gambar. 2.5
Struktur berbutir tunggal dari tanah sebenarnya.

Sifat non kohesif pada tanah berbutir kasar dapat diperlihatkan dengan eksperimen sebagai berikut, misalnya kedalam sebuah gelas dimasukkan berbagai macam tanah, maka dengan jelas terlihat tanah yang bersifat kohesif dan non kohesif. Tanah non kohesif memperlihatkan struktur berbutir tunggal dan terbentuk apabila butiran butiran tanah secara bebas turun dalam larutan tanah - air , yang berlawanan dengan penurunan secara menyeluruh atau sistim flok.



Gambar (a). Pasir halus



Gambar (b) Pasir kasar

Gambar . 2.5

Peluncuran pasir dalam air

Pada umumnya butiran tanah yang lebih besar dari sekitar 0,01 mm akan membentuk struktur berbutir tunggal. Ukuran ini cukup besar sehingga gaya antar partikel dan gaya ionik didalam air tidak cukup besar untuk mengatasi gaya gravitasi yang bekerja pada butir - butir tanah. Sehingga butiran tersebut turun secara "floc", yaitu turun akibat gaya gravitasi dengan kecepatan yang relatif tinggi.

2.2.2.3.b Permeabilitas Tinggi

Material yang permeabel (dapat di tembus) memiliki rongga - roggga yang berhubungan satu dengan yang lain dan dapat dilalui oleh zat cair apabila penembusan tidak dapat dilakukan, maka material tersebut dinamakan impermeabel. Besarnya lubang tembus dan sifat yang dimiliki oleh zat cair akan menentukan permeabilitas. Suatu material bisa permeabel atau impermeabel terhadap suatu zat tertentu.

Tabel 2.3 Koefisien Permeabilitas Material Geologis

| PERMIABILITAS RELATIF | K (m/dt) | MATERIAL GEOLOGIS |
|---|-------------------|--|
| - Sangat permeabilitas (dapat ditembus) | 10^{-3} | Kerikil kasar butiran - dengan diaklas terbuka |
| - Cukup permiabel | $10^{-3}-10^{-5}$ | Pasir, Pasir halus-permiabel. |
| - Kurang permiabel | $10^{-5}-10^{-7}$ | Pasir berlanau, Pasir-kotor. |
| - Sangat kurang permiabel | $10^{-7}-10^{-9}$ | Lanau, batu pasir dengan batuan halus. |
| - Inpermiabel | $< 10^{-9}$ | Lempung, batu berpasir tanpa diaklas |

2.2.2.3.c. Dry Density

Dry density adalah istilah yang dipakai untuk menyatakan derajat kemampatan atau kepadatan dari tanah berbutir kasar, seperti pasir dan kerikil, untuk pasir dan kerikil dry density adalah salah satu sifat yang penting artinya, kekuatan geser serta " compressibility " tergantung banyak kepada kepadatan relatif. Juga daya tahan pasir terhadap gempa bumi atau getaran mesin tergantung terutama kepada kepadatan relatif. Pasir yang kepadatan relatifnya kecil, mungkin akan mengalami " liquifaction ", jika menerima beban dinamis seperti gempa atau getaran mesin.

Istilah dry density dipakai untuk menyatakan derajat kepadatan dari tanah berbutir kasar, yaitu pasir dan kerikil. Definisi kepadatan relatif adalah dirumuskan sebagai berikut :

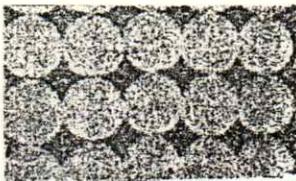
$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

Batas nilai kepadatan relatif pasir dan kerikil :

| | | | |
|--------------------------------|------|---|------|
| Lepas (loose), dry density | 0 | - | 0.33 |
| Sedang (medium), dry density | 0.33 | - | 0.67 |
| Padat (dense), dry density | 0.67 | - | 1.00 |

Kemampatan

Susunan masing - masing partikel tanah berbutir dapat disebut kemampatan (Packing). Kemampatan butiran tanah sangat dipengaruhi distribusi ukuran butiran partikel dan bentuk partikel



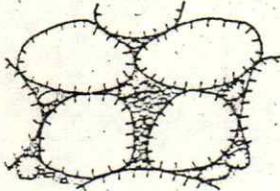
Gambar . a



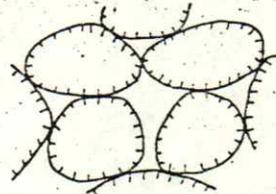
Gambar . b

Gambar 2.5
Kemampatan

Gambar a, memperlihatkan kemampatan yang ideal dari bola - bola dalam suatu volume setebal satu bola. Gambar b, Jumlah bola yang sama telah disusun kembali dalam konfigurasi yang lebih rapat. Gambar, a dan b, memperlihatkan angka pori maximum dan minimum, secara teoritis untuk sembarang massa berpartikel yang terdiri dari bola - bola yang sama



Gambar c
Kemampatan ideal
partikel-partikel
berkisar dari kecil
(bergradasi baik)



Gambar d
Struktur butiran yang
sama besarnya seperti
(a), tetapi ukuran-ukuran
yang lebih kecil telah
dihilangkan (ber gradasi
buruk).

Gambar C, memperlihatkan distribusi ukuran partikel ideal untuk kemampatan optimum. Pendekatan kepada kondisi ini sangat diinginkan dalam banyak persoalan Geoteknik dimana stabilisasi merupakan tujuan utamanya.

Distribusi ukuran partikel yang ideal jarang terdapat pada tanah yang sebenarnya, sungguhpun demikian, kemampatan seperti gambar c, membentuk batas atas sedangkan kemampatan seperti gambar d, membentuk batas bawah.

Pertimbangan - pertimbangan Geoteknik seperti yang telah diuraikan sebelumnya, membutuhkan kemampatan partikel yang optimum. Dalam kemampatan optimum, kekuatan geser akan bertambah karena lebih banyak terdapat kontak antar partikel yang memberikan tambahan dorongan lateral. Tekanan dan atau

penurunan akan berkurang karena terdapat lebih sedikit rongga didalam tanah yang dapat menimbulkan perubahan volume. Disamping itu dengan adanya kemampatan, akan berkurang pula kecenderungan atau gejala dimana partikel akan terguling, tergelincir dan tergeser menuju posisi keseimbangan yang baru dibawah regangan yang bekerja.

2.2.2.3.d. Plastisitas Kecil

Material tanah berbutir kasar, seperti pasir dan kerikil memiliki sifat plastisitas kecil atau batas plastis. Batas plastis adalah kadar air dimana untuk nilai - nilai di bawahnya tanah tidak berperilaku sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar, selisih antara batas cair dan batas *plastis*.

Batas cair adalah kadar air dimana untuk nilai - nilai di atasnya tanah akan berperilaku sebagai cairan kental.

2.2.2.3.e Kerapatan Tinggi.

Kerapatan suatu material ditentukan oleh massa jenis rata - rata dari mineral - mineral penyusunnya dan oleh kemungkinan adanya ruang pori - pori antar butiran. Suatu batuan yang tersusun dari butiran kuarsa seringkali memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding dengan butiran kuarsa yang individual dikarenakan adanya rongga - rongga disela - sela butiran - butiran tersebut.

Tabel 2.4 Kerapatan batuan, tanah dan mineral

| Material Geologi | Kerapatan (Kn/m ³) |
|--|--------------------------------|
| a. Mineral | |
| Kuarsa (SiO ₂) | 26,5 |
| Kalifelspar (KAlSi ₃ O ₈) | 25,4 - 25,7 |
| Plagioklas - Albit (NaAlSi ₃ O ₈) | 26,2 |
| -Anortit (CaAl ₂ Si ₂ O ₈) | 27,6 |
| Muskovit | 27,6 - 28,8 |
| Biotit | 28 - 32 |
| Amfibol | 30 - 34 |
| Piroksen → (Silikat Fe-Mg-Al) | 32 - 35 |
| Granat | 35 - 43 |
| Olivin | 35 - 43 |
| Magnetit | 32,7 - 43,7 |
| Kaolin | 26 |
| Illit | 26 - 29 |
| Montmorillonite | 25 |
| b. Tanah | |
| air, pada 0 ^o C | |
| air asin | 10 |
| Pasir seragam, lepas (kering/basah) | 14,1 - 18,5 |
| Pasir campuran, lepas (kering/basah) | 15,6 - 19,5 |
| Pasir seragam, padat (kering/basah) | 17,1 - 20,4 |
| Pasir bergradasi | 18,2 - 21,2 |
| Lanau | 16 - 21 |

| Material Geologi | Kerapatan (Kn/m^3) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Lempung lembek | 10 - 16 |
| Lempung kaku | 17 - 20 |
| Lempung sangat kaku | 18 - 23 |
| Lempung montmorillonite lem | 4,2 - 12,6 |
| c. Batuan | |
| - Batuan beku keras | 26 - 30 |
| - Granit | 26,6 |
| - basalt | 29,3 |
| - Peridotit | 32,1 |
| - Batuan beku keras yang patah | 18 - 20 |
| - Batuan metamorf | 26 - 29 |
| - Gneis | 26,5 |
| - Skis | 27,5 |
| - sabak | 27,4 |
| - Batuan Metamorf yang patah | 18 - 19 |
| - Sedimen | 24 - 29 |
| - Batu kapur | 23,7 |
| - Batu pasir | 27,4 |

Berdasarkan sifat-sifat mekanis, tanah berbutir kasar dapat dilihat dari :

- a. Tegangan (Compressir, Tegangan, tegangan geser)
- b. Deformasi

Tegangan.

Kita dapat membedakan tiga keadaan tegangan yang dapat dialami oleh suatu material geologis yaitu : Desakan (compression), regangan dan tegangan geser. Pemampatan akan mengurangi volume dari material, regangan di semua sisi akan melakukan sebaliknya dan menimbulkan cela - cela regangan, sedangkan tegangan geser akan memindahkan satu bagian dari material terhadap bagian lainnya. Dalam keadaan tegangan umum dari suatu volume material geologis terdapat perbedaan tegangan sehingga karenanya selalu ada tegangan geser keberbagai arah dengan tegangan geser maximum pada material. Kekuatan suatu material dapat didefinisikan sebagai perbedaan tegangan maximal yang dapat ditahan oleh material menjelang terjadinya kehancuran atau keluluhan, sehingga akan timbul suatu kehilangan tahanan yang besar terhadap tegangan.

Deformasi.

Apabila suatu material geologis padat dikenakan tegangan eksternal, maka material tersebut akan mengalami deformasi. Deformasi dapat translasi + rotasi komponen dan suatu komponen perubahan bentuk. Perubahan bentuk yang dialami oleh material (pasir, kerikil) yaitu perubahan bentuk dan atau perubahan volume dari material yang disebabkan oleh tegangan yang dikenakan. Cara perubahan bentuk dari material perilaku deformasi tergantung dari sifat - sifat mekanis yang dimiliki material yang bersangkutan dibawah kerja berbagai kondisi fisik yang dikenakan. Melalalui uji deformasi kita dapat

menentukan perilaku deformasi dari material - material geologis yang padat.

2.2.3 Tanah Berbutir Campuran.

Sifat - sifat tanah yang berbutir campuran terutama tergantung pada komponen yang butirannya paling kecil. Jadi sesuatu tanah yang mengandung sebagian pasir (30%), dan sebagian butiran lanau (40 %), dan butiran - butiran ukuran lempung (30%), pada kebanyakan kemungkinan akan bersifat sebagai lempung.

Dalam kebanyakan hal tanah itu terdiri dari ukuran - ukuran butir yang meliputi beberapa macam ukuran tersebut diatas. Jadi istilah seperti kerikil kepasiran, pasir kelanauan dipakai untuk menyatakannya. Suatu kerikil yang kepasiran terutama terdiri dari batu kerikil tetapi ada mengandung sejumlah pasir. Demikian pula pasir kelanauan, lebih banyak mengandung pasir tetapi ada mengandung sejumlah lanau. Lanau adalah bahan yang merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan lebih mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dilatasi yang tidak terdapat pada lempung. Dilatasi ini menunjukkan gejala perubahan isi apabila lanau itu dirubah bentuknya juga lanau akan menunjukkan gejala untuk menjadi quick (hidup) apabila digoncang atau digoyang.

2.3. Tinjauan Umum Pengeboran.

Pengeboran adalah suatu metode yang digunakan untuk dapat mengetahui jenis-jenis struktur lapisan tanah dari permukaan hingga beberapa puluh meter kedalam tanah atau untuk memberikan informasi data mengenai keadaan tanah melalui garis lubang pemboran. Pemboran dapat dilakukan secara vertikal ataupun menyudut. Dari sebuah lubang pemboran, yang dibuat sebuah laporan atau catatan dari material-material apa saja terdapat dan dikeluarkan dari lubang pemboran, selain itu juga kecepatan penetrasi dan perilaku dari alat pemboran, kita dapat menggunakan berbagai metode yang bervariasi mulai dari pendesakan besi sonda (sondir) atau pipa pancang kedalam bawah tanah penjatuhan sebuah puls, penyemprotan tanah hingga lepas dengan sebuah tombak semprot, sampai kepada pemutaran atau teknik perkusi putar. Pada hampir semua metode ini material akan muncul dalam keadaan sangat terganggu dipermukaan bumi.

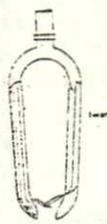
Ditinjau dari alat pemboran yang sering digunakan dapat dibagi atas :

1. Pengeboran dengan tangan (Hand auger boring)
2. Pengeboran dengan rotasi (hand feedrotary drilling).
3. Pengeboran dengan ~~dengan~~ rotasi hidrolik.

2.3.1 Pengeboran dengan tangan

Bor tangan adalah suatu alat pengeboran yang dapat dilakukan hanya dengan tenaga manusia.

Tabel. 2.5 Jenis - Jenis mata bor dan Batasannya.

| | | |
|---|------------|---|
| 1.  | IWAN BESAR | <ul style="list-style-type: none"> - diameter lobang 14 cm - kedalaman 0 m sampai 15 m - Tanah lunak |
| 2.  | IWAN KECIL | <ul style="list-style-type: none"> - diameter lobang 14 cm - kedalaman 0 m sampai 15 m - Tanah lunak |
| 3.  | SPIRAL | <ul style="list-style-type: none"> - diameter lobang 14 cm - kedalaman 0 m sampai 15 m - Tanah lunak |
| 4.  | HELICAL | <ul style="list-style-type: none"> - diameter lobang 14 cm - kedalaman 0 m sampai 15 m - Tanah lunak |

Metoda pelaksanaan pengeboran.

Bor tangan menggunakan berbagai macam " auger " pada ujung bagian bawah dari serangkaian setang - setang bor (rod) bor. Bagian atas dari rangkain stang bor ini mempunyai tangkai (handle) yang dipakai untuk memutar alat tersebut. Dalam beberapa hal sering dipakai tripot

(kaki tiga) dengan katrol dan tali yang dipakai untuk mencabut lagi stang - stang dan augernya dari lubang bor tersebut. Dengan mempergunakan tripot pemboran tangan mungkin dapat mencapai kedalaman 15 meter. Tanpa menggunakan tripot biasanya pemboran tangan hanya mencapai kedalaman 8 meter sampai kedalaman 10 meter. bor tangan hanya dapat dilakukan dalam bahan - bahan yang cukup lunak, terutama dalam lempung lunak (soft clay) sampai teguh (firm clay).

Casing tidak bisa digunakan dalam pemboran tangan, tetapi dapat juga dipakai bila dipandang perlu. Misalnya untuk pemboran dalam bahan - bahan yang amat lunak atau bahan - bahan lepas, yang akan mengalami keruntuhan, bila kita tidak menggunakan casing.

Sebagaimana telah dijelaskan diatas pemboran dapat memberi informasi data mengenai keadaan tanah melalui garis lubang pemboran.

Sering kita jumpai dalam pengeboran hingga kedalaman yang cukup dalam kita hanya menemukan tanah saja atau tanah dengan gravel. Untuk itu kita perlu menggunakan beberapa metode pengeboran, untuk mengebor beraneka ragam jenis tanah antara lain :

a. Metode bor tangan :

Adalah sebuah bor tangan kita putar ataupun kita desak dengan bantuan tangan kedalam tanah (Jenis : bor skrup, bor tusuk, bor sendok), dengan cara seperti ini, kita dapat

memperoleh contoh - contoh pasir (diatas permukaan air tanah) dan lempung atau gambut (juga dibawah permukaan air tanah) yang berkualitas baik). Dengan menggunakan pipa sedot "Van Der Staay "kita dapat mengambil contoh pasir hingga kedalaman 10 meter dibawah permukaan air tanah.

b. Metode sistim bor kuras

Dengan bantuan sebuah "tombak semprot" (jika perlu diberi sebuah pahat dibagian bawahnya), kita dapat menembus tanah seringkali untuk mencengah kemungkinan terjadinya runtuh, lubang bor kita beri sebuah selubung (casing) Metode straight flush kedalaman max 65 m, (diameter 65 mm) cukup cepat, namun sukar bagi kita untuk menentukan sifat material - material yang berada dibawah dengan jalan meneliti bagian - bagian kecil yang terangkat keatas bersama - sama dengan kurasan bor. Untuk ini lebih baik digunakan sistim counter flush.

c. Metode dengan pemboran puls

Dalam pipa bor yang didesak bor kedalam tanah, Material dikeluarkan dengan sebuah puls. Plus ini terdiri dari sebuah pipa yang panjangnya 1 atau 1,5 meter dan bagian bawahnya diberi sebuah ujung pemotong. Dibagikan atas dari tepi potong tersebut terdapat sebuah katup horisontal, yang menjaga agar tanah yang sudah terambil tidak dapat jatuh dari plus. Berselang-seling diangkat dan dilepaskan, seperti pada pemancangan tiang pancang. Dengan sistim ini kita dapat

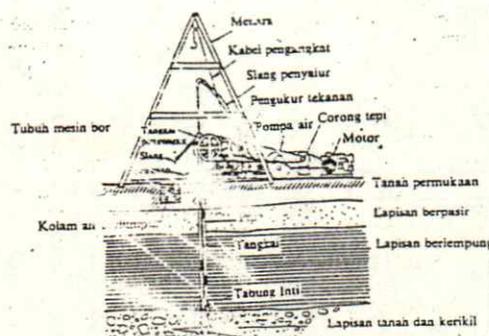
menbor sampai kedalaman hingga 100 meter.

d. Metode pemboran secara rotasi :

Dengan peralatan khusus (sebuah truk dengan sebuah Nordmayer mobil drilling rig tipe OX BI), kita dapat melakukan pemboran kering dengan cara rotasi dan perkusi hingga kedalaman 60 meter dengan bantuan pompa sentrifugal, kita dapat melakukan pemboran kuras straight - flush hingga kedalaman 200 meter dan pemboran counter - flush hingga 60 meter. Dengan sebuah pompa torak yang bertekanan tinggi, kita dapat melakukan pemboran inti hingga kedalam 200 meter.

2.3.2 Pengeboran dengan rotasi

Bor rotasi adalah suatu alat pengeboran yang dapat dilakukan untuk memutar tangkai alat bor dengan tenaga mekanis, sedangkan untuk menurunkan menaikkan (mengangkat) tangkai mata bor tersebut masih memerlukan tenaga manusia.



Gambar 2.6 Mesin rotasi

Tabel 2.6 Ukuran mata bor rotasi

| Nama | Kode alat | ϕ luar (mm) | ϕ dalam (mm) | Berat kg/m ³ |
|------------------------------|-----------|------------------|-------------------|-------------------------|
| BATANG | E | 33,4 | 21,4 | 4,56 |
| | A | 41,4 | 28,6 | 5,66 |
| | B | 48,5 | 35,8 | 6,85 |
| | N | 60,4 | 50,8 | 7,44 |
| | EW | 35,6 | 22,2 | 4,66 |
| | AW | 44,2 | 36,6 | 4,88 |
| | BW | 54,0 | 44,5 | 6,40 |
| | NW | 66,7 | 57,2 | 8,93 |
| Pipa pelindung (Casing) | EX | 46,1 | 38,2 | 2,68 |
| | AX | 57,2 | 50,8 | 4,46 |
| | BX | 73,0 | 62,8 | 8,45 |
| | NX | 88,9 | 77,8 | 11,61 |
| Ukuran Bor | EX | 37,4 | | |
| | AX | 47,5 | | |
| | BX | 59,5 | | |
| | NX | 75,4 | | |

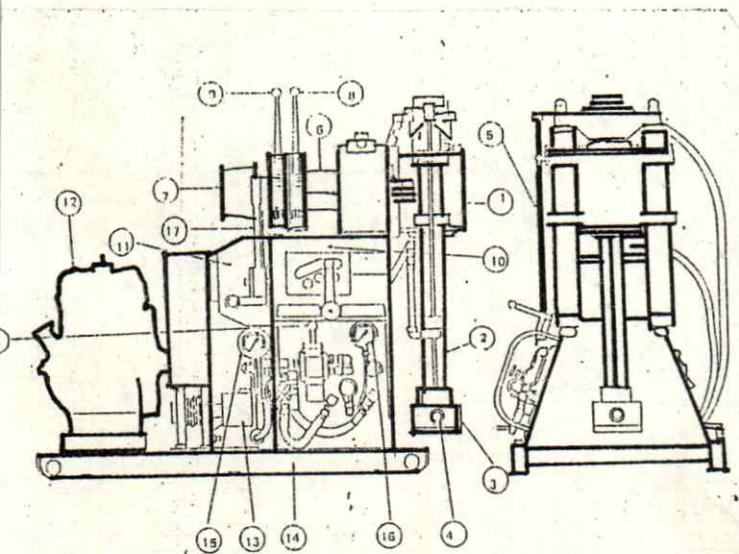
Metode pelaksanaan pengeboran rotasi

Pelaksanaan pengeboran rotasi hampir sama dengan metoda pelaksanaan pengeboran hidrolis, yang membedakan adalah penekanan rod kearah bawah tanah dan pengang katan diatas permukaan tanah masih menggunakan tenaga manusia.

2.3.3 Pengeboran dengan rotasi hidrolirik.

Bor rotasi hidrolirik adalah suatu alat bor yang bisa menggerakkan stang - stang bor dengan kecepatan yang bisa diatur, dapat memberikan gaya kebawah dan bisa menaikkan atau menurunkan stang - stang bor dengan tenaga hidrolirik.

Alat ini lebih efisien dipakai dibandingkan dengan alat - alat yang disebut diatas, untuk pengeboran dalam, tentu memerlukan suatu power yang cukup andal untuk memutar stang - stang bor tersebut.



KETERANGAN GAMBAR

1. kepala mesin
2. kally
3. pasak
4. baut pasak
5. ukuran
6. silinder pengangkat
7. kepala kuclag
8. tuas pen
9. tuas pengangkat
10. sambungan percepatan
11. ruang kapling
12. penggerak utama
13. pompa minyak
14. landasan
15. manometer pompa
16. manometer tekanan
17. tuas kapling
18. klap

Gambar.2.9. Mesin hidrolirik



Tabel 2.7. Beberapa contoh : Nama - nama mesin hidrolik produksi Jepang.

| JENIS MESIN | BATASAN PENGEBORAN |
|-------------|--------------------|
| THS | ≤ 50 M |
| YBM.3 | ≤ 100 M |
| YSO.HE | ≤ 150 M |
| YSO.VE | ≤ 200 M |
| YSO.HS | ≤ 250 M |
| TAS.3E | ≤ 300 M |
| D.5 | ≤ 350 M |
| TDC | ≤ 400 M |

Metode pelaksanaan pengeboran rotasi hidraulik

Metoda pelaksanaan pengeboran rotasi hidrolik bisa dilaksanakan dengan sful air melalui lubang rod dengan tujuan untuk mengeluarkan pasir halus sampai pasir sedang kepermukaan.

2.4. Batasan-batasan Penggunaan Alat Bor.

| Tekstur Tanah | Perbedaan | Obyek Pembroran | Mesin bor yang cocok |
|---------------|-------------------|---|--|
| Tanah | Pembroran dangkal | <ul style="list-style-type: none"> - Persiapan lubang ledakan akiabat gempa yang diper kirakan terjadi. - Survey pada jalan keluar lubang pengambilan bahan - Pengambilan contoh tanah terganggu pada kedalaman yang dangkal. - Penentuan permukaan air-tanah pada kedalaman - dangkal (antara 5-10m) - Survey sub dasar dan tanggul sisi jalan yang - telah ada. - Pembroran tanah berpasir di atas permukaan air tanah dan di bawah pemadatan yang sedang (antara 5 m) - Pembroran tanah kohesif - sampai tanah kohesif dengan konsistensi sedang (antara 5 - 10 M) | Bor tangan |
| | Pembroran umum | <ul style="list-style-type: none"> - Penentuan permukaan air - tanah dengan perbandingan pada kedudukan yang - dalam (5 - 10 m lebih) - Pengambilan contoh tanah diatas permukaan air tanah dalam keadaan a - dar air asli. (1) | Type yang menggunakan - kan tangan (type putar hidrolis) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Pembroran untuk pengm bi- lan contoh tanah dengan alat pengambil contoh tanah dan untuk percobaan di lokasi asli. (2) - Pembroran Inti (3) | Type yang menggunakan tangan (ty- pe putaran hidrolis) |

| Tekstur Tanah | Perbedaan | Obyek Pemboran | Mesin bor yang cocok |
|---------------|-------------------------------------|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Pemboran lapisan batu besar . (4) - Pemboran dengan diameter yang besar seperti pemom sumur (Pumping Test Well) | |
| Batuan | Batuan lapuk, batuan lunak. (a) | - Pemboran inti | Type putaran hidro-lis atau dengan tangan |
| | Batuan dengan (b) kekerasan sedang. | | Type yang menggunakan tangan (type putaran hidro-lis) |
| | Batuan keras. (b) | - Pemboran inti | Type putaran hidro-lis. |

Catatan

Dari tabel diatas untuk pengeboran dangkal pada tekstur tanah yang menggunakan bor tangan tidak digunakan mata bor, tabung inti dan cairan pelumas.

2.4.1. Bor Tangan

Pada sistim ini, Contoh-contoh yang terganggu dapat diambil dari kedalaman yang sudah ditentukan dengan cermat (kedalaman max 30- m, diperlukan pipa khusus).

Adapun batasan-batasan penggunaan alat bor tangan adalah sebagai berikut ; sebagaimana dijelaskan pada bab.2.3.1 bor tangan hanya bisa dilaksanakan pada formasi tanah atau batuan lunak (soft rock) sampai kedalaman lima sampai sepuluh meter.

Obyek pengeboran :

- Persiapan lubang ledakan.
- Pengambilan contoh tanah terganggu pada kedalaman dangkal.
- Penentuan permukaan air tanah pada kedalaman dangkal (antara 5 sampai 10 meter).
- Survey sub dasar dan tanggul sisi jalan yang telah ada
- Pemboran tanah berpasir diatas permukaan air tanah dan dibawah pemadatan yang sedang antara 5 sampai 10 meter
- Pemboran tanah kohesif sampai tanah kohesif dengan konsistensi sedang antara 5 sampai 10 meter.

2.4.2. Bor Mesin

Batasan penggunaan bor mesin : sebagai mana dijelaskan pada bab 2.3.2 bor mesin terbagi dua yaitu mesin bor, semi mesin bor dan mesin bor. Pada pelaksanaannya pemboran dapat dilaksanakan secara vertikal maupun secara horinsontal.

Sejak tahun 1974 sebuah perusahaan kuken di Jepang sudah berhasil menciptakan sebuah mesin bor dengan ukuran mata bor 2,5 meter dan sudah berhasil diborkan di jepang sampai kedalaman 200 meter. Bor mesin yang sering digunakan di Indonesia adalah ukuran 1 meter sampai 85 mm. Untuk pengambilan sampel yang sering digunakan Indonesia berkisar 84 mm. Sedangkan untuk bor pile, maka bor yang sering dipakai lebih kecil 1 meter.

Kedalaman bor pile yang sering digunakan pada bangunan jembatan atau bangunan bertingkat biasanya lebih kecil dari kedalaman 50 meter. Dan begitu juga jangkauan mata bor mesin yang digunakan untuk pengambilan sampel berkisar kurang lebih 50 meter. Pengeboran yang lebih dalam lagi biasanya digunakan pada proyek pertambangan dalam langkah usaha mencari sumber minyak atau alokasi tambang. Biasanya kedalaman mesin bor sampai kedalaman 400 meter untuk pemboran mesin yang dalam biasanya dibantu dengan air yang dipompakan melalui bagian dalam stang bor.

2.5. *Macam-macam Metode Pengeboran.*

Ada bermacam-macam alat bor (tools) yang dapat dipasang pada ujung kabel roda pemutar atau setang-setang bor dalam setiap hal, macam alat yang dipergunakan disesuaikan dengan macam-macam tanah dan maksud pembuatan lubang tersebut. Cara-cara, dan macam alat yang dipakai pada penggunaan alat-alat bor dengan motor penggerak, dapat diutarakan secara ringkas seperti berikut :

1. Metode Pemboran Tumbuk (Percussion Drilling)

Pemboran tumbuk dilakukan dengan memakai bermacam - macam auger dan alat-alat yang biasanya dikenal sebagai "cable tools". Cable tools ini dikatakan pada ujung cable yang diturunkan atau dijatuhkan kebawah kedalam lubang bor dengan memakai roda pemutar dan tripot atau derrick. Pemboran tumbuk biasanya dilakukan terhadap kerikil atau gravels dan pasir (sand) dimana tidak mungkin dipakai auger ataupun corebarrels.

2. Metode Pemboran dengan Air (wash boring)

Dalam bahan-bahan lunak ataupun lepas kadang-kadang dilakukan *wash boring*. Dalam hal ini air dipompakan kebawah melalui setang-setang bor ke alat pemotong atau "cutting tools" atau pahat pemotong "cutting bit" dan air pemboran ini mengangkut potongan-potongan atau hancuran tanah tersebut kembali keatas permukaan tanah. Bahan-bahan yang didapatkan ini bercampur dengan air, dan hal, ini tidak memungkinkan kita untuk mendapatkan keterangan-keterangan yang dapat dipercaya tentang keadaan asli dari bahan-bahan tersebut didalam tanah. Karena itu, wash boring tidak dianjurkan untuk dilakukan mana kala kita membutuhkan catatan-catatan yang tepat mengenai bahan-bahan yang dibor tersebut.

3. Metode Fligh Auger dan Core Cutter

Untuk pemboran menembus bahan-bahan yang lunak atau bahan - bahan yang lepas seperti lempung lanau (silt), dan pasir kelanauan (silty sand), dipakai bermacam-macam fligh auger dan core cutter. Fligh auger teristimewa baik dipakai bilamana dibutuhkan kemajuan yang tepat, walaupun tanah didapatkan tidak asli (disturbed), tetapi tanah tersebut masih menunjukkan kadar air sebagaimana aslinya, karena pada pemboran tersebut tidak dipakai pengaliran air. Core cutters dapat dipakai untuk mendapatkan inti (Core) yang sambung - menyambung dan dalam keadaan hampir asli (undesturbed).

Dalam bahan yang lunak core cutter dapat dengan mudah ditekan dengan langsung kedalam tanah tanpa diputar, dalam bahan - bahan yang lebih keras mungkin keduanya harus dilakukan yaitu dalam waktu yang bersamaan harus ditekan

sambil diputar.

4. Metode Core Barrels

Core Barrels mula - mula dikembangkan untuk pemboran dalam batuan walaupun alat ini pemakainya terutama masih untuk pemboran dalam batuan, tetapi perkembangan dalam lapangan " Core Drilling " baru - baru ini telah menghasilkan core barrels yang lebih maju sehingga dapat juga dipakai untuk mengambil / pengambilan inti (core) dari batuan - batuan yang hancur atau batuan - batuan yang lunak, juga untuk lempung keras dan kerikil serta pasir padat (dense gravels and sand). Bagaimana cara core barrels dipakai dan bagaimana cara barrels memotong suatu inti, dapat dilihat pada gambar core barrels terutama terdiri dari dua tabung.

2.5.1. *Metode pengeboran dengan bor tangan*

Sebagaimana telah dijelaskan diatas pemboran dapat memberi informasi data mengenai keadaan tanah melalui garis lubang pemboran. Di Indonesia sering kita jumpai hingga kedalaman yang cukup besar kita hanya menemukan tanah saja yang cukup besar kita hanya menemukan tanah saja atau tanah dengan gravel.

Untuk itu kita perlu menggunakan beberapa metode bor tangan yaitu :

a. *Metode bor tangan*

adalah sebuah bor tangan kita putar ataupun kita desak dengan bantuan tangan kedalam tanah (Jenis : bor skrup, bor tusuk, bor sendok), dengan cara seperti ini, kita dapat memperoleh contoh-contoh pasir (diatas permukaan air

tanah) dan lengkung atau gambut (juga dibawah permukaan air tanah) yang berkwalitas baik). Dengan menggunakan pipa sedot "Van Der Staay" kita dapat mengambil contoh pasir hingga kedalaman 10 meter dibawah permukaan air tanah.

b. Metode sistim bor kuras.

Dengan bantuan sebuah "tombak semprot" (jika perlu diberi sebuah pahat dibagian bawahnya), kita dapat menembus tanah seringkali untuk mencengah kemungkinan terjadinya runtuhan, lubang bor kita beri sebuah selubung (casing) Metode straight flush kedalaman max 65 m, (diameter 65 mm) cukup cepat, namun sukar bagi kita untuk menentukan sifat material-material yang berada dibawah dengan jalan meneliti bagian-bagian kecil yang terangkat keatas bersama-sama dengan kurasan bor. Untuk ini lebih baik digunakan sistim counter flush.

Pada sistim ini, Contoh-contoh yang terganggu dapat diambil dari kedalaman yang sudah ditentukan dengan cermat (kedalaman max 30- m, diperlukan pipa khusus).

c. Metode dengan pemboran puls

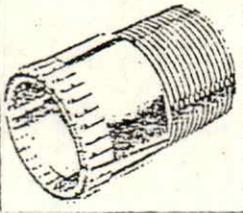
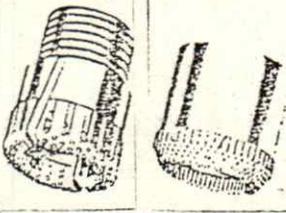
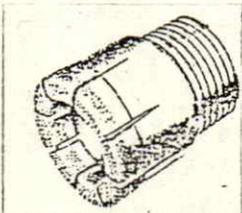
Dalam pipa bor yang didesak bor kedalam tanah, material dikeluarkan dengan sebuah puls. Plus ini terdiri dari sebuah pipa yang panjangnya 1 atau 1,5 meter dan bagian bawahnya diber sebuah ujung pemotong. Dibagikan atas dari tepi potong tersebut terdapat sebuah katup horisontal, yang menjaga agar tanah yang sudah terambil tidak dapat jatuh dari plus. Berselang-seling diangkat dan dilepaskan, seperti pada pemancangan tiang pancang. Dengan sistim ini kita dapat mencari kedalaman hingga 100 meter.

d. Metode pemboran secara rotasi

Dengan peralatan khusus (sebuah truk dengan sebuah Nordmayer mobil drilling rig tipe OX BI), kita dapat melakukan pemboran kering dengan cara rotasi dan perkusi hingga kedalaman 60 meter dengan bantuan pompa sentrifugal, kita dapat melakukan pemboran kuras straight - flush hingga kedalaman 200 meter dan pemboran counter - flush hingga 60 meter. Dengan sebuah pompa torak yang bertekanan tinggi, kita dapat melakukan pemboran inti hingga kedalam 200 meter.

2.5.2. Metode Pengeboran Dengan Bor Mesin

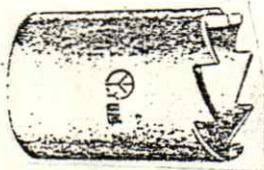
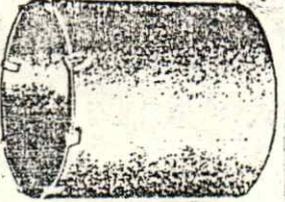
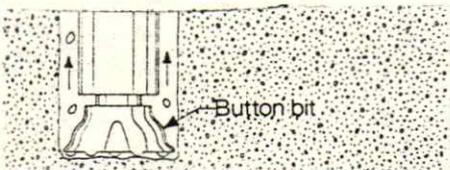
Metoda pengeboran dengan bor mesin berbeda dengan metoda bor tangan, pada metoda bor mesin gerak horizontal maupun gerak vertikal untuk menggeser mesin dan mengangkat rod - rod yang sudah diborkan kedalam tanah biasanya dibantu mesin itu sendiri dengan bantuan hidrolik.

| No. | Jenis alat bor | Diameter(\emptyset) mm | Metode -metode penggunaan alat bor |
|-----|--|-------------------------------|---|
| 1 |  <p data-bbox="294 729 504 751">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="868 495 1065 527"><i>Casing bit</i></p> <p data-bbox="868 534 1296 751">Mata bor dengan pembo- ran dengan intan digu- kan pada batuan kompak yang mempunyai kekera- san sedang sampai ker- as. Saat pembo- ran diper- lukan air pembilas.</p> |
| 2 |  <p data-bbox="294 1017 504 1038">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="868 789 1296 1038"><i>Chopping bit</i>, diperlu- kan untuk batuan kom- pak dan sedang. Pada saat melakukan pembo- ran air penguras tetap jalan dan memberikan tekan hidrolik pada rod.</p> |
| 3 |  <p data-bbox="311 1289 521 1310">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="868 1076 1065 1108"><i>Coring bit</i></p> <p data-bbox="868 1115 1296 1332">Mata bor dengan pembo- ran dengan intan digu- kan pada batuan kompak yang mempunyai kekera- san sedang sampai ker- as. Saat pembo- ran diper- lukan air pembilas.</p> |
| 4 |  <p data-bbox="311 1570 521 1591">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="868 1353 1296 1385"><i>Inpregnated coring bit</i></p> <p data-bbox="868 1391 1296 1608">Mata bor dengan pembo- ran dengan intan digu- kan pada batuan kompak yang mempunyai kekera- san sedang sampai ker- as. Saat pembo- ran diper- lukan air pembilas.</p> |
| 5 |  <p data-bbox="311 1864 521 1885">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="868 1640 1296 1672"><i>Inpregnated coring bit</i></p> <p data-bbox="868 1678 1296 1896">Mata bor dengan pembo- ran dengan intan digu- kan pada batuan kompak yang mempunyai kekera- san sedang sampai ker- as. Saat pembo- ran diper- lukan air pembilas</p> |

Gambar.4. Jenis-jenis alat bor dan ukurannya serta metode penggunaannya.

| No. | Jenis alat bor | Diameter (\emptyset) mm | Metode -metode penggunaan alat bor |
|-----|--|--------------------------------|--|
| 6 |  Gambar alat | 85 | <i>Rod tungsten carbide bit</i> , digunakan untuk memutar atau membor, dipasang pada ujung rod. Cocok pada formasi batuan lunak sampai sedang. |
| 7 |  Gambar alat | 85 | <i>wing tungsten carbide bit</i> , biasa digunakan pada pembuatan lubang yang lebar pada tanah lunak seperti, pasir dan sands tone. |
| 8 |  Gambar alat | 85 | <i>Tungsten carbide bit, type double tube swivel</i> . Alat ini biasa digunakan pada ujung casing. |
| 9 |  Gambar alat | 85 | <i>Tungsten carbide bit and reaming shell, type double tube cree lius</i> . |
| 10 |  Gambar alat | 85 | <i>Plat bit</i> , Alat ini biasanya digunakan pada formasi yang tidak keras sifatalat ini ha adalah untuk menggaruk dengan cara menekan. |

Gambar. 2.4b Jenis-jenis alat bor dan ukurannya serta metode-penggunaannya.

| No. | Jenis alat bor | (Ø) mm | Metode -metode pengguna- naan alat bor |
|-----|--|-----------|--|
| 11 |  <p data-bbox="371 670 585 702">Gambar alat</p> | 85 | <p data-bbox="849 457 1263 638"><i>Cross bit, di gunakan dengan alat pembantu pemecah cocok dengan sandy soil.</i></p> |
| 12 |  <p data-bbox="371 957 585 989">Gambar alat</p> | 850 | <p data-bbox="871 744 1278 978"><i>Bit sepatu pelindung, Ber gigi gergaji. alat ini sering di- gunakan pada formasi pasir.</i></p> |
| 13 |  <p data-bbox="371 1234 585 1266">Gambar alat</p> | 160 | <p data-bbox="892 1032 1278 1287"><i>Bit pipa pelindung, Alat ini sering di- gunakan apabila casing di borkan ke tanah secara pe- nekanan hidrolik atau alat yang lain yg sejenis.</i></p> |
| 14 |  <p data-bbox="371 1510 585 1542">Gambar alat</p> | 145 | <p data-bbox="892 1298 1263 1478"><i>Dart valve bailers, di gunakan pada ta- nah clay dan pasir halus.</i></p> |
| 15 |  <p data-bbox="385 1808 599 1840">Gambar alat</p> | | <p data-bbox="892 1574 1278 1755"><i>button bit, digunak- pada batuan kompak dengan menggunakn mata bor intan.</i></p> |

Gambar. 4. Jenis-jenis alat bor dan ukurannya serta metode-
penggunaannya.

B A B III

DATA - DATA STRUKTUR
LAPISAN TANAH PADA BEBERAPA LOKASI PENGEBORAN*3.1 Data boring rencana jembatan sungai Tikke di Kabupaten Mamuju.*

Data diskriptif tanah pada lokasi ini diperoleh dengan cara wash boring, pengeboran dicapai sampai kedalaman 30 m dengan menggunakan alat YSO, alat ini mampu mengebor sampai kedalaman 150 m pada batuan kompak. Hasil pengeboran yang didapatkan rata-rata keadaan terganggu. Data hasil pengeboran untuk dua abutment dapat dilihat pada lampiran V-2 dan lampiran V-3.

3.2 Data boring rencana jembatan sungai Karossa di Kabupaten Mamuju

Data boring rencana sungai Karossa didapatkan dengan cara terganggu dengan menggunakan alat bor mesin YSO. Pada saat melakukan pengeboran sering terjadi hambatan, atau kemacetan yang disebabkan terjepitnya mata bor pada kedalaman 15 m sampai dengan 25 m (lihat lampiran V-5 ,lampiran V-6, dan lampiran V-7).

3.3 Data boring pier jembatan Lasape di Kabupaten Pinrang.

Lasape yang berlokasi pada sungai Saddang di Kabupaten Pinrang Propinsi Sulawesi Selatan, dimana panjang bentang jembatan 132 meter dan lebar jembatan 6 meter, dengan rangka tras Belanda, jembatan tersebut menghubungkan Kabupaten Pinrang dengan Kabupaten Polmas.

Bangunan bawah pada pier jembatan tersebut memakai pipa pancang, selesai dibangun pada tahun 1987, tidak lama setelah dibangun pier tersebut hanyut dibawa banjir, pada tahun berikutnya bangunan tersebut dibangun ulang pada saat pemancangan terakhir sudah selesai yang kedua kalinya terancam lagi oleh banjir, ternyata kekuatan yang dimiliki tiang pancang tersebut tidak bisa meredam derasnya arus banjir, sehingga hanyut bersama - sama pohon yang terbawa arus sungai (lihat lampiran V-10, lampiran V-11 lampiran V-12 dan lampiran V-13).

BAB.IV

ANALISA DAN TEKNIS PEMECAHAN MASALAH PENGEBORAN DALAM PADA BEBERAPA LOKASI PENGEBORAN

4.1 *Permasalahan Umum*

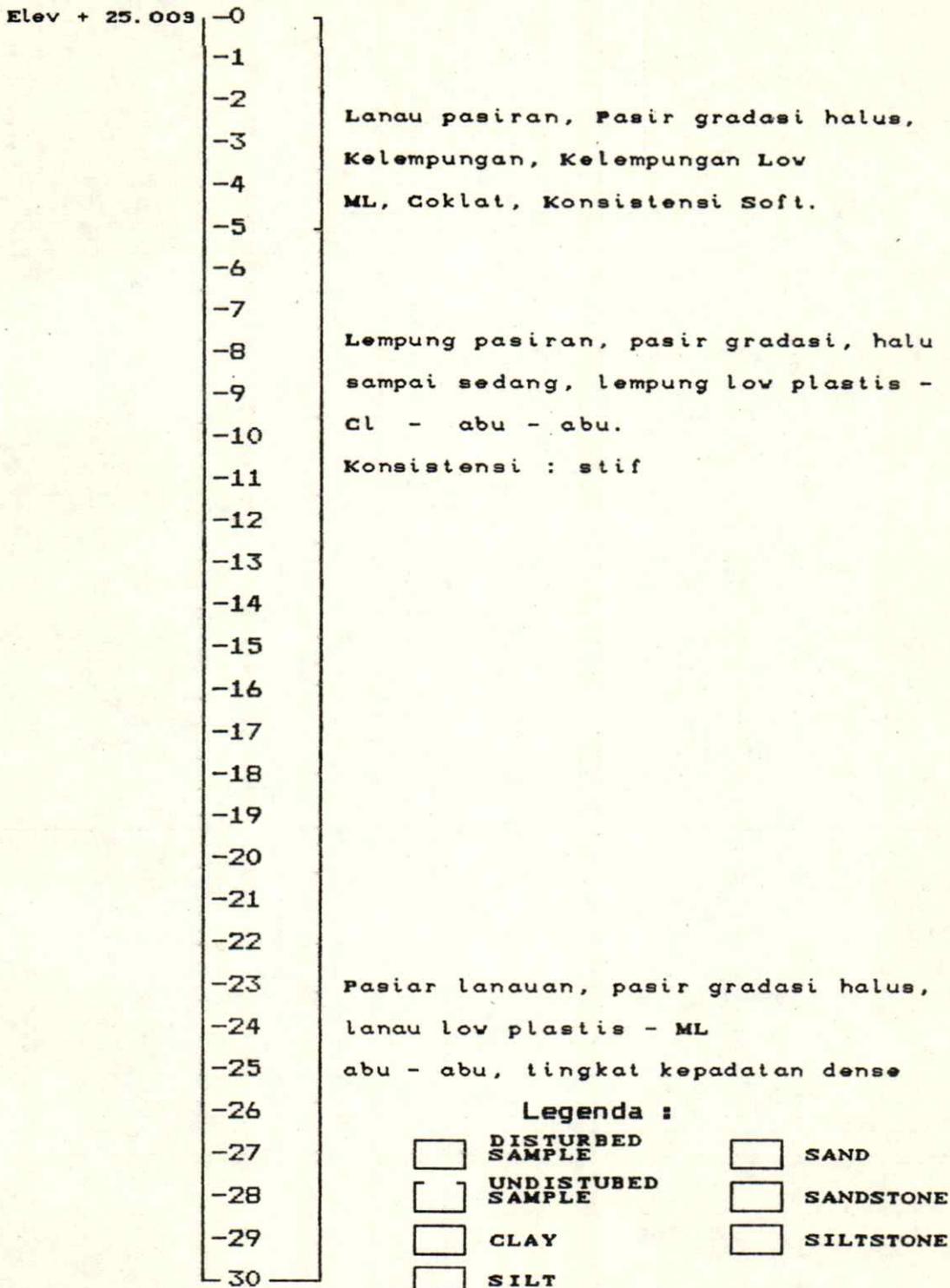
Seperti yang dijelaskan pada bab II, bahwa tujuan pemboran adalah untuk memberikan informasi data mengenai keadaan bawah tanah melalui garis lubang pemboran dan sekaligus berfungsi sebagai lubang untuk bor - pile. Namun dalam setiap pelaksanaan pemboran terkadang para master bor gagal dalam melaksanakan tugasnya, disebabkan oleh karena banyaknya hambatan atau tantangan yang dialami dilapangan, misalnya ;

Dudukan mesin bor dan penurunan casing pada arus air yang *sangat deras*, *terjepitnya mata bor dan casing*, *sulitnya mata bor menembus lapisan berikutnya*, seperti :

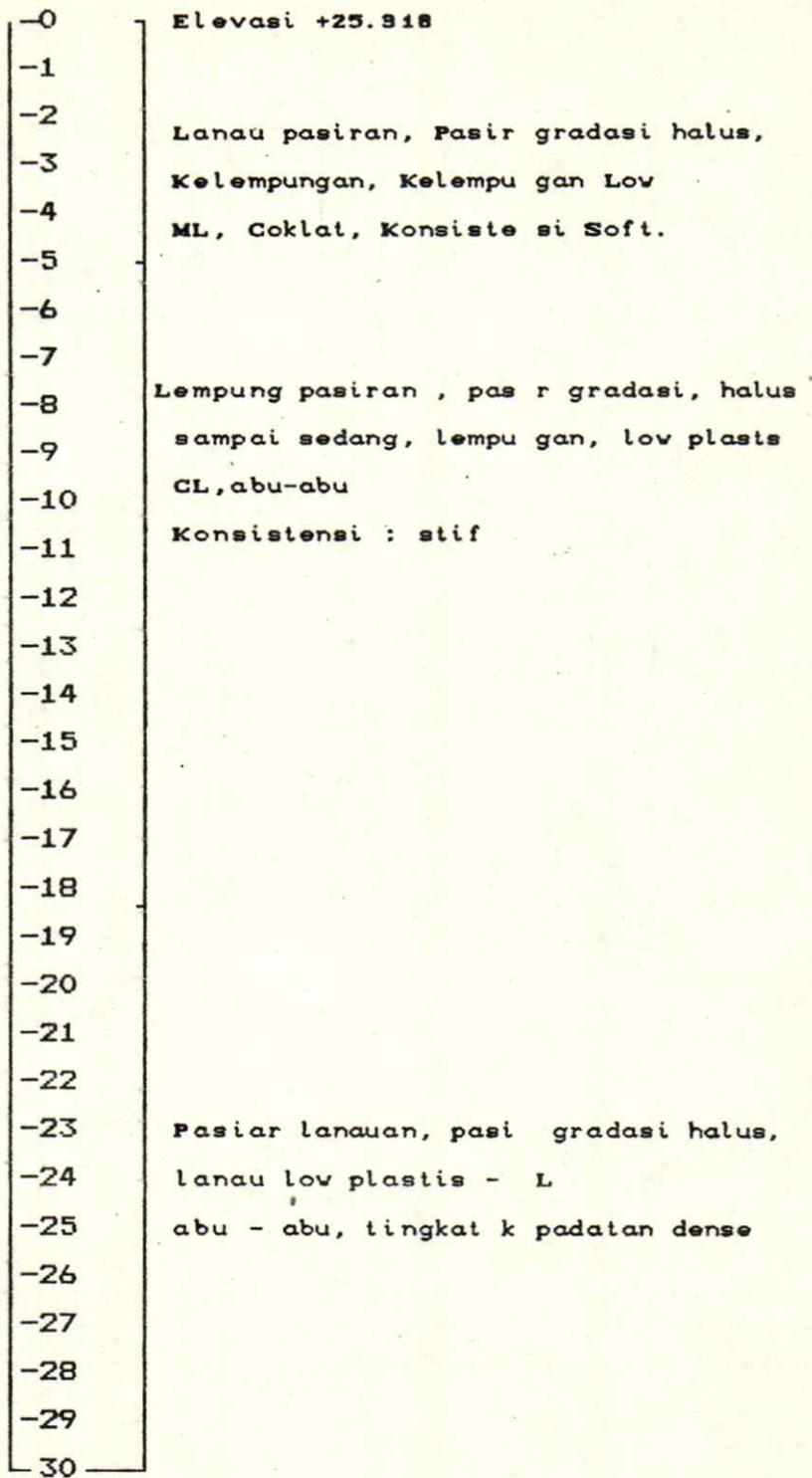
1. Pengeboran pada lokasi abutment jembatan Tikke (Mamuju)
2. Pengeboran pada lokasi abutment dan pier jembatan Karossa (Mamuju)
3. Pengeboran pada lokasi pier jembatan Lasape (Pinrang)

4.1.1 Pengeboran dilokasi abutment jembatan Tikke

Data diskriptif hasil pengeboran.



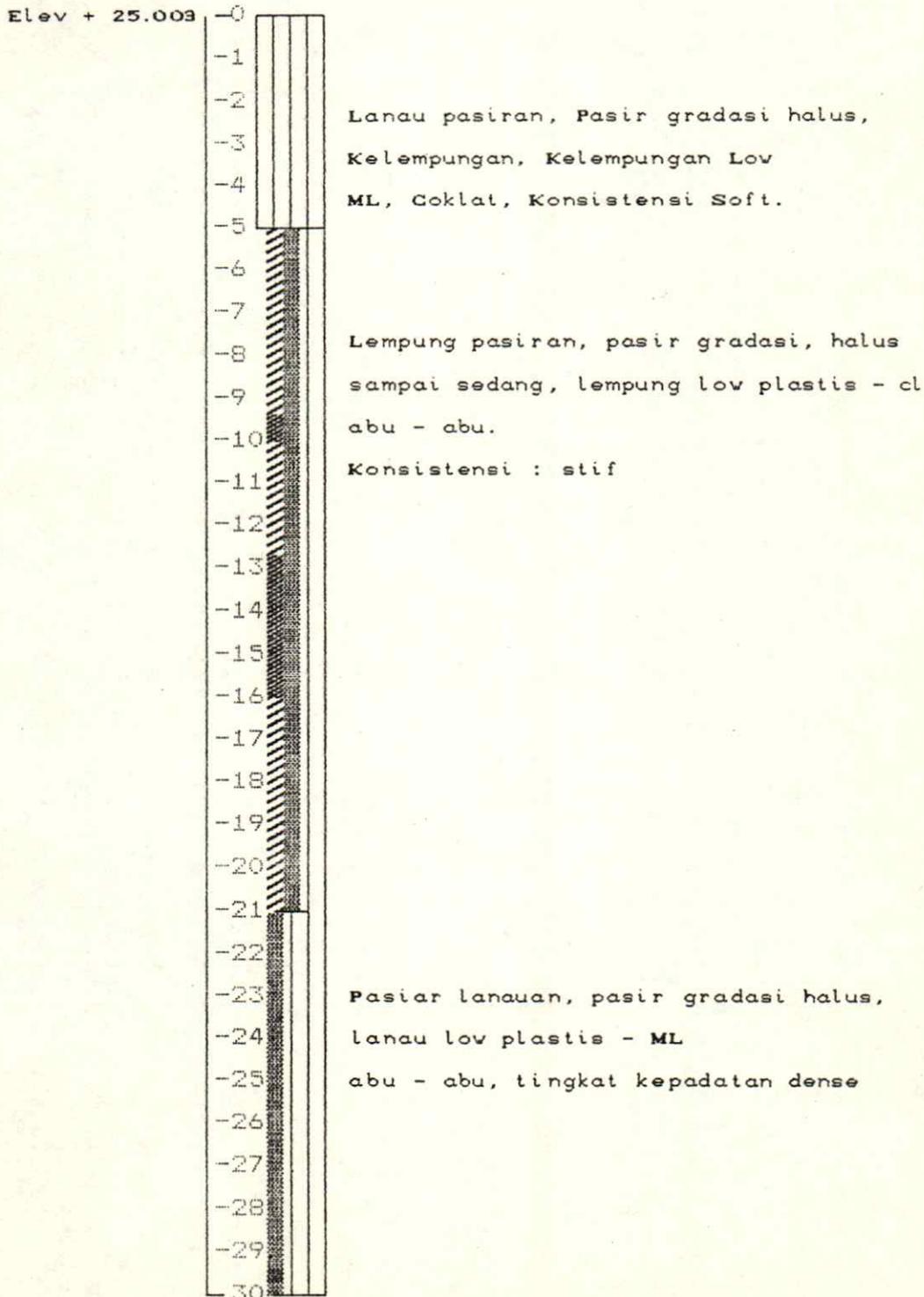
Gambar. 4.1 a Data pengeboran pada abutment arah Donggala.



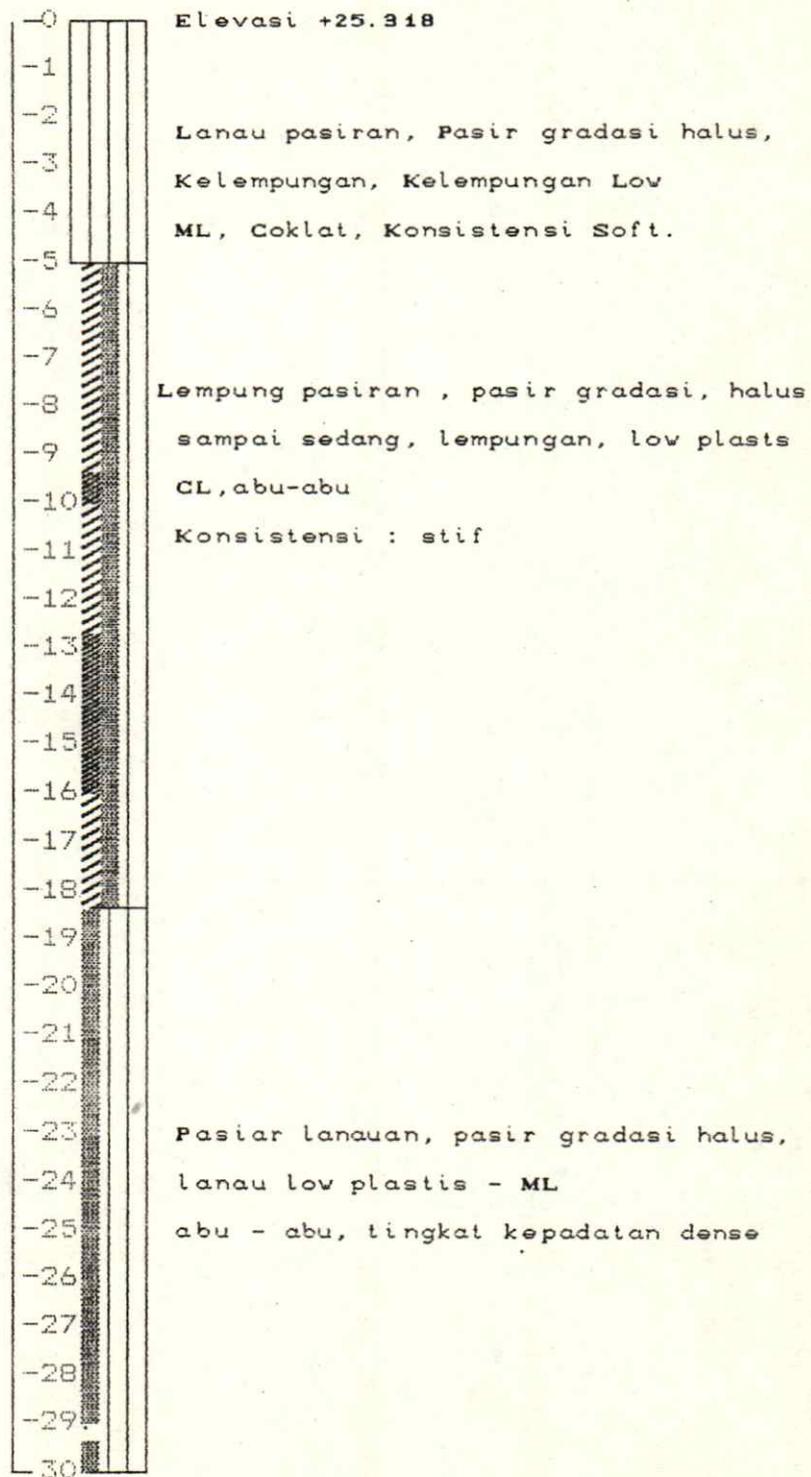
Gambar. 4.1 b Data pengeboran pada abutment arah Mamuju

4.1.1 Pengeboran dilokasi abutment jembatan Tikke kabupaten Mamuju.

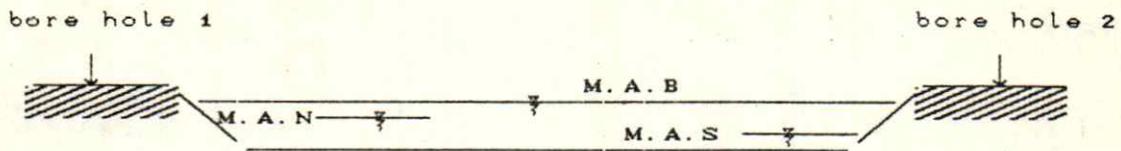
Data diskriptif hasil pengeboran.



Gambar. 4.1 a Data pengeboran pada abutment arah Donggala.



Gambar. 4.1 b Data pengeboran pada abutment arah Mamuju

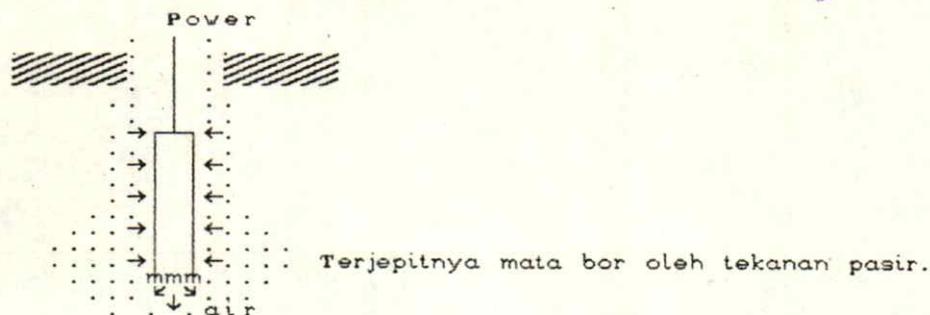


Gambar.4.2 Lokasi titik pengeboran

4.1.1.1 Sistem pengeboran

Sesuai dengan tujuan pemboran pada lokasi abutment jembatan tikke yaitu untuk memperoleh diskriptif tanah pada setiap kedalaman (lapis) dan sekaligus penentuan kedalaman tanah yang memberikan pada pelaksanaan pengeboran digunakan sistim bor putar (rotary drilling) type YBM 3, diameter 5,5 " (in) dengan kedalaman batas pemboran max.100 m, tanpa jepitan , buatan Jepang. Pengeboran dilakukan diatas tanah datar dengan jenis mata bor cross bit untuk lapisan tanah pasir.

Pemboran inti dilakukan dengan dengan sistim wash boring dan coring serta pengambilan contoh tanah secara stratigrafi(perlapis) Usaha untuk mendapatkan untuk mendapatkan core inti secara cering pada lapisan tersebut mengalami hambatan akibat terjepitnya mata bor oleh runtuhan dan tekanan material berbutir kasar (pasir).



Gambar. 4.3 Pengeboran Tanpa casing

4.1.1.2 Permasalahan dan penyebab terjepitnya mata bor pada pelaksanaan dilokasi abutment jembatan Tikke

Seperti telah diuraikan di atas bahwa pada pelaksanaan pengeboran dilokasi abutment jembatan Tikke mengalami suatu hambatan karena terjepitnya mata bor oleh tumpukan tekanan pasir seperti gambar 4.3.

Pasir adalah jenis tanah berbutir kasar yang memiliki sifat: *Non kohesif, berbutir tunggal, density besar, permeabilitas tinggi serta mudah mengalami " liquifiction "* bila menerima beban dinamis akibat getaran bor.

- *Non kohesif* adalah sifat tanah berbutir kasar yang tidak memiliki ikatan diantara butir butiran.
- *Density besar* adalah sifat tanah berbutir kasar dengan kepadatan tinggi.
- *Permeabilitas tinggi* adalah sifat tanah berbutir kasar yang mudah melewatkan air.

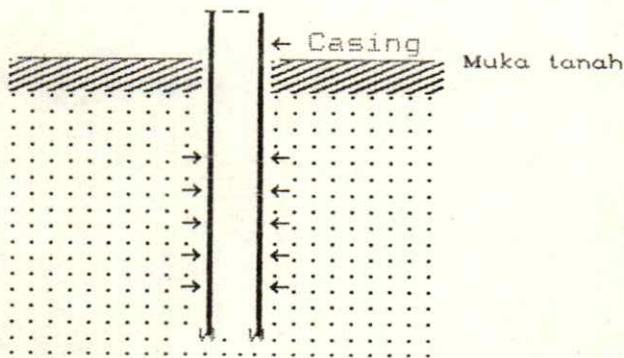
- Liquifiction adalah sifat tanah berbutir kasar yang mudah mengalami pengaliran bersama air akibat adanya getaran .

4.1.1.3 Analisa dasar dan design equipment

Seperti data - data yang telah diuraikan pada lokasi pemboran di abutment jembatan Tikke Kabupaten Mamuju yang mana bahwa pelaksanaan pengeboran terdapat suatu hambatan akibat terjepitnya mata bor oleh tanah berbutir kasar. Untuk hal tersebut maka muncullah para pemikiran drilling masterunk dapat mengatasi permasalahan, yaitu dengan metode :

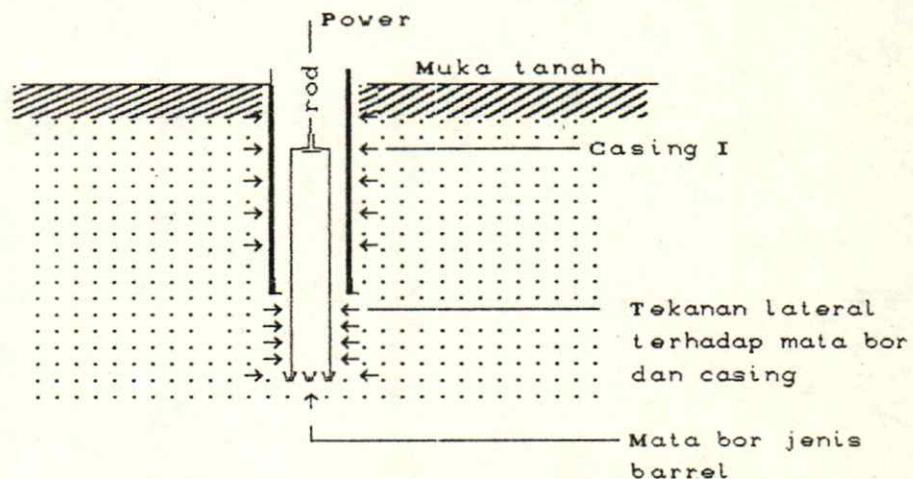
- Memancang casing dengan sistim rotary sampai kedalaman jepitan mata bor .

Casing yang dipancang dengan sistim rotary pada power tertentu dengan semprotan air dimaksudkan untuk dapat mengatasi jepitan seperti yang diperlihatkan dalam gambar 4.4.



Gambar. 4. 4
Pengeboran Casing

Dalam gambar 4.4, Terlihat bahwa mata bor yang terjepit sudah dapat teratasi dengan adanya casing , dan pengeboran dapat berfungsi kembali, tetapi sementara pengeboran berlanjut terus mata bor kembali tdk dapat berfungsi (berputar), karena terjadi kejadian seperti gambar 4.5 atau mata bor kembali terjepit,selanjutnya casing di pancangkan untuk mengikut dan sekligus mengatasi jepitan pada mata bor, mata bor kembali berfungsi, kejadian ini berlangsung terus sampai power pemutar casing , tidak dapat lagi berfungsi oleh karena casingnya juga ikut terjepit.



Gambar. 4.5
Pengeboran dengan menggunakan Casing

b. Double casing

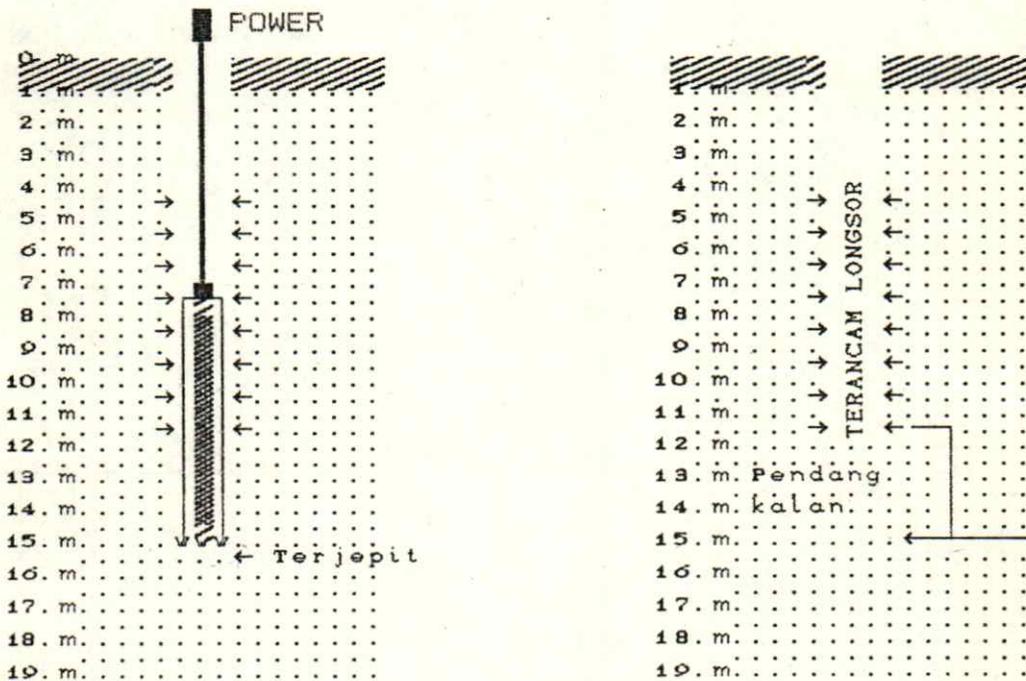
Metode ini digunakan untuk dapat mengatasi jepitan mata bor dan casing. Double casing adalah suatu metode untuk mengatasi jepitan casing dan mata bor akibat tekanan lateral tanah berbutir, hal ini dapat terjadi akibat pemboran dan pengambilan sample tanah pada suatu kedalaman pemboran .

Pengambilan sampel dan getaran bor pada suatu kedalaman mengakibatkan ruang didasar bor kosong sehingga kecenderungan dari material tanah untuk turun / runtuh akibat berat butiran , tekanan air dan getaran mata bor sehingga mata bor dan casingnya terjepit. Perhatikan gambar 4.7 (i), Casing (2) pada gambar (i), harus terlindung dari gaya - gaya lateral yang disebabkan oleh sifat - sifat dan perilaku pasir dengan tujuan agar casing (i) dapat diborkan lebih dalam lagi. Urutan pelaksanaan pengeboran double casing, dapat kita lihat urutan langkah kerjanya pada gambar diatas (gambar i). Untuk formasi yang kepadatannya sedang panjang casing (1 m sampai dengan 3 m). Tujuannya adalah untuk memudahkan pelaksanaan dilapangan . Untuk pasir yang sangat padat sebaiknya menggunakan casing yang agak pendek (0,5 m sampai 1 m) dan diborkan secara bertahap . Pengeboran dilaksanakan sampai batas kesanggupan power kemudian dilanjutkan pengeboran casing (i). Setiap melakukan pengeboran casing penyemprotan air kedalam casing tetap dilakukan dan begitu juga pembersihan bagian dalam casing sampai mata bor masuk lapisan tanah keras.

Sebagai mana telah dijelaskan diatas betapa pentingnya kegunaan air dalam pengeboran dalam , air tidak hanya berfungsi sebagai pelumas mata bor akan tetapi bisa juga berfungsi sebagai wash boring (injeksi air pada pasir padat tujuannya untuk memisahkan dan menggerakkan butiran - butiran

tersebut dari kondisi padat (menyatu) menjadi terpisah dan akhirnya terbawah diatas tanah dasar, kesempatan siklus pemutaran material berbutir kasar tersebut didalam casing akibat injeksi air tersebut dapat memudahkan mata bor berputar didalam 'Casing'.

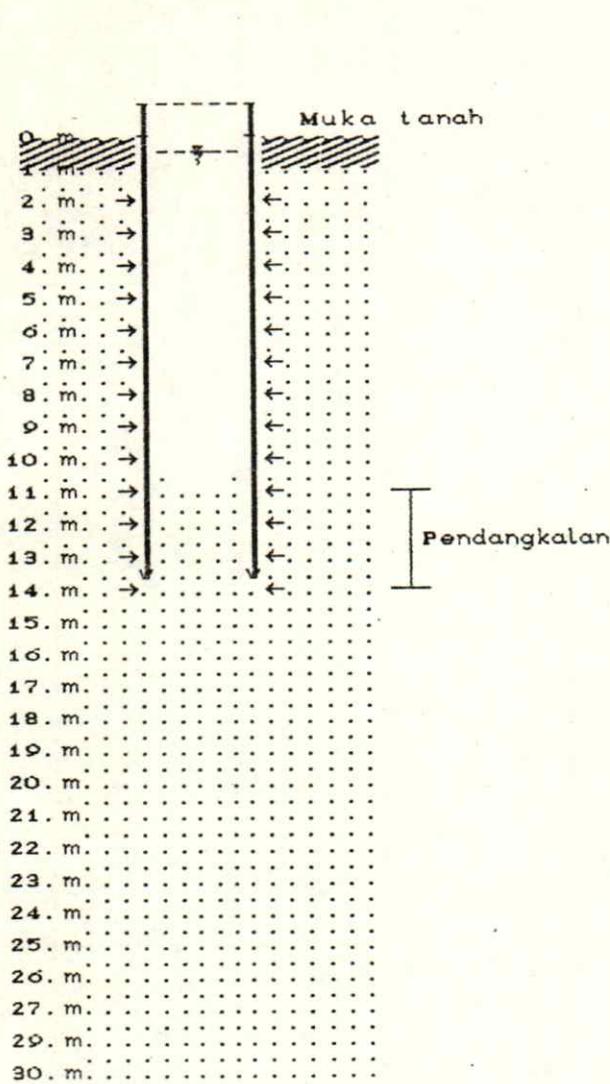
c. Prosedur pelaksanaan dengan sistim doble casing



. Gambar.. (a)....
Pengeboran tanpa casing, terlihat pada gambar(a) sudah mulai ada longSOR pasir dan menjepit mata bor.

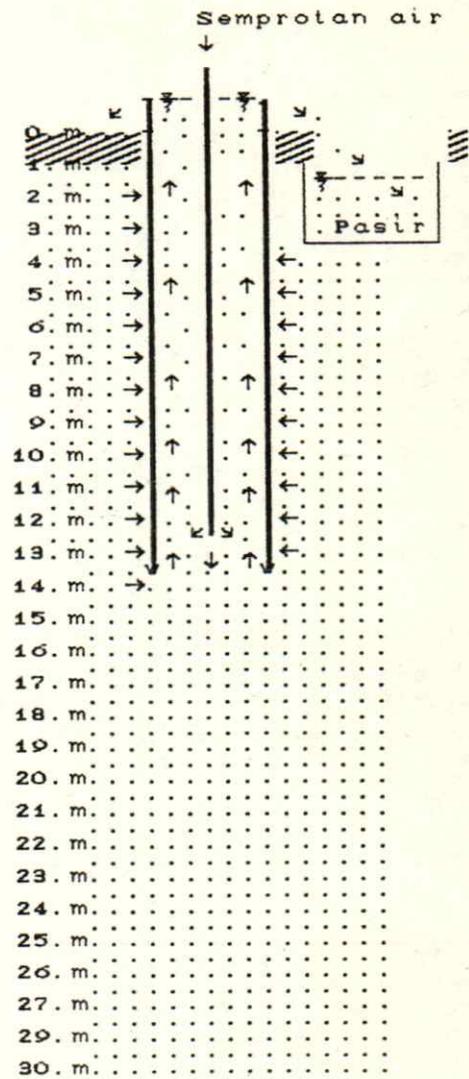
. Gambar... (b)
Mata bor dicabut, setelah pencabutan mata bor terjadi pendangkalan pada borhole.

Gambar.4.7
Pengeboran tanpa Casing



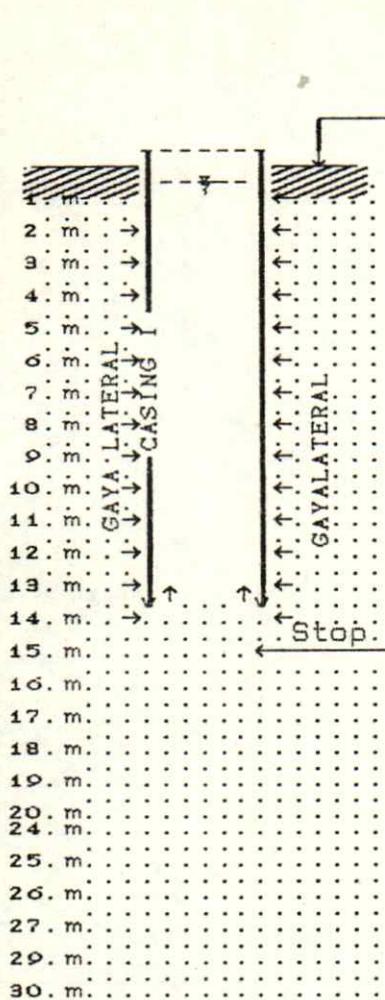
Gamabr (c)

Casing diborkan kedalam lobang secara bertahap boleh menggunakan air bila dianggap perlu.



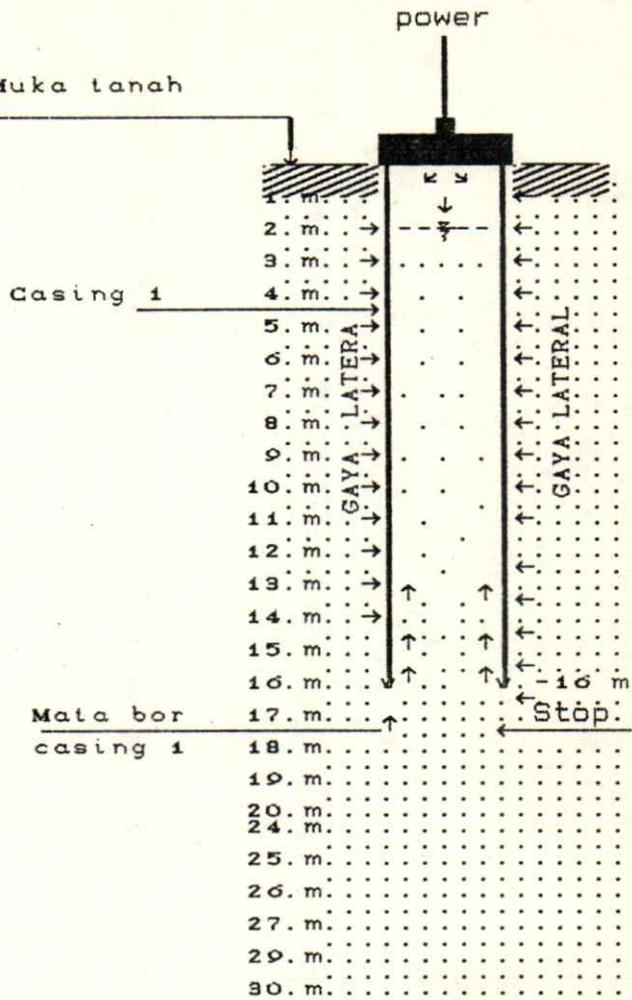
Gambar (d)

Pembersihan borhole dengan semprotan air dengan maksud agar pasir tersebut keluar bersama-sama air dan ditampung diluar



Gambar (e)

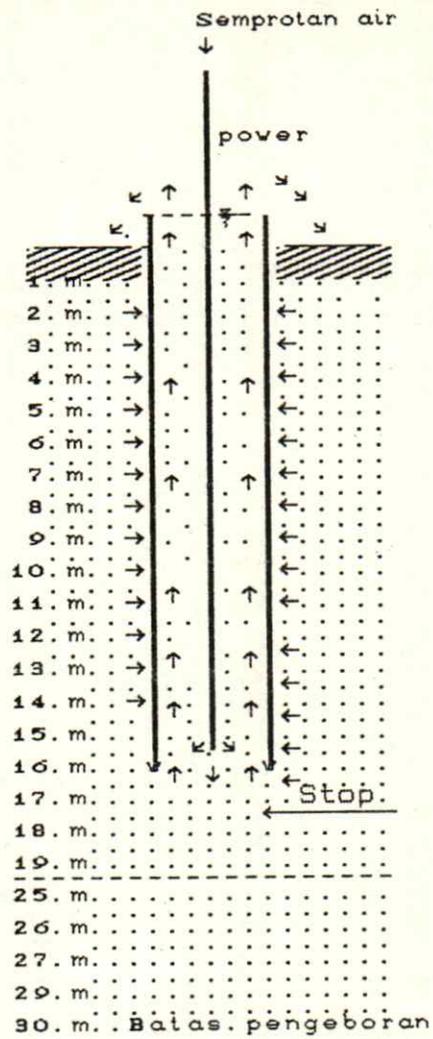
Terlihat pada gambar (e), bahwa casing sudah bersih



Gambar (f)

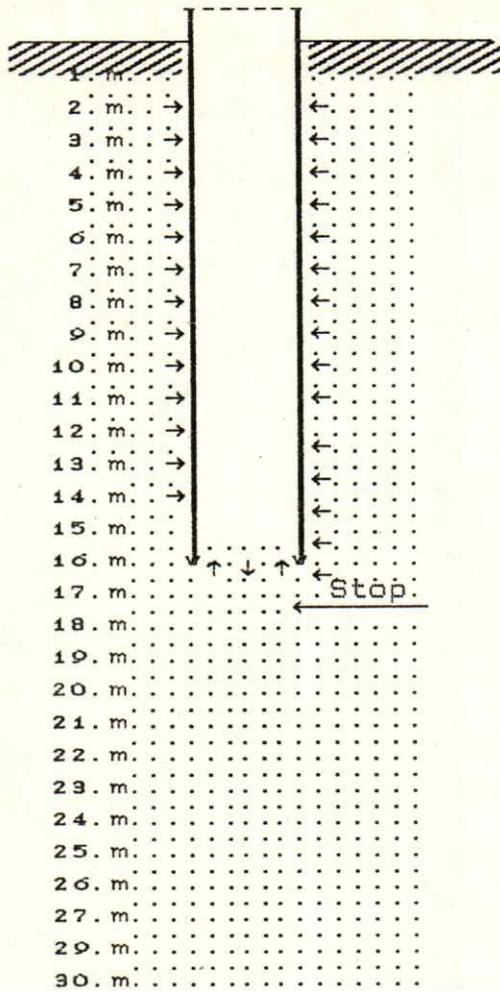
Setelah pembersihan, pekerjaan selanjutnya adalah pengeboran casing sampai kedalaman - 16 m, pemboran casing dilakukan beberapa kali secara bertahap dengan variasi ukuran sampai kedalaman tertentu.

Power < jepitan.



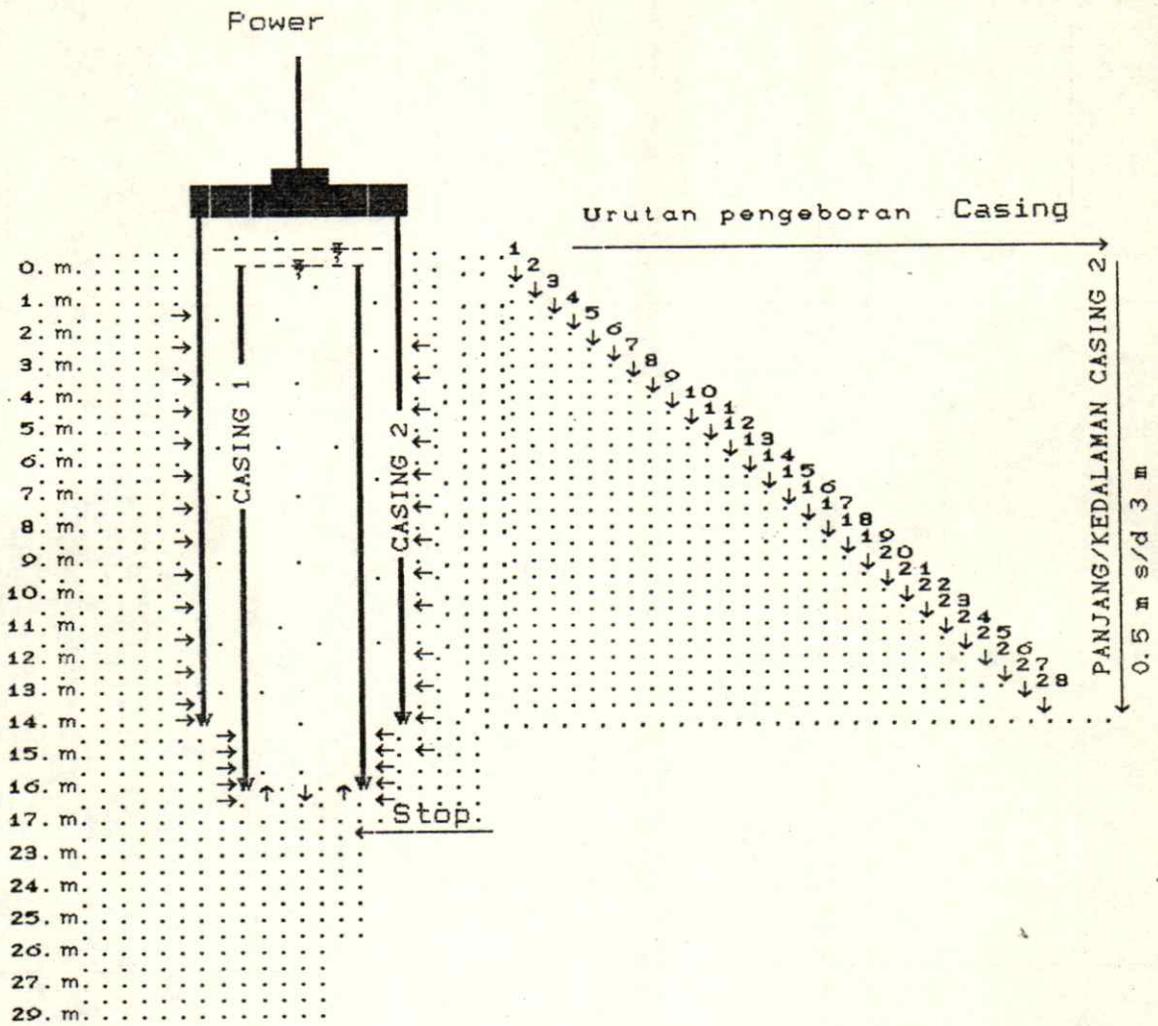
Gambar. (g)

Setelah terjadi jepitan, maka perlu dilakukan pembersihan casing, seperti yang pernah dilakukan pada gambar(d).



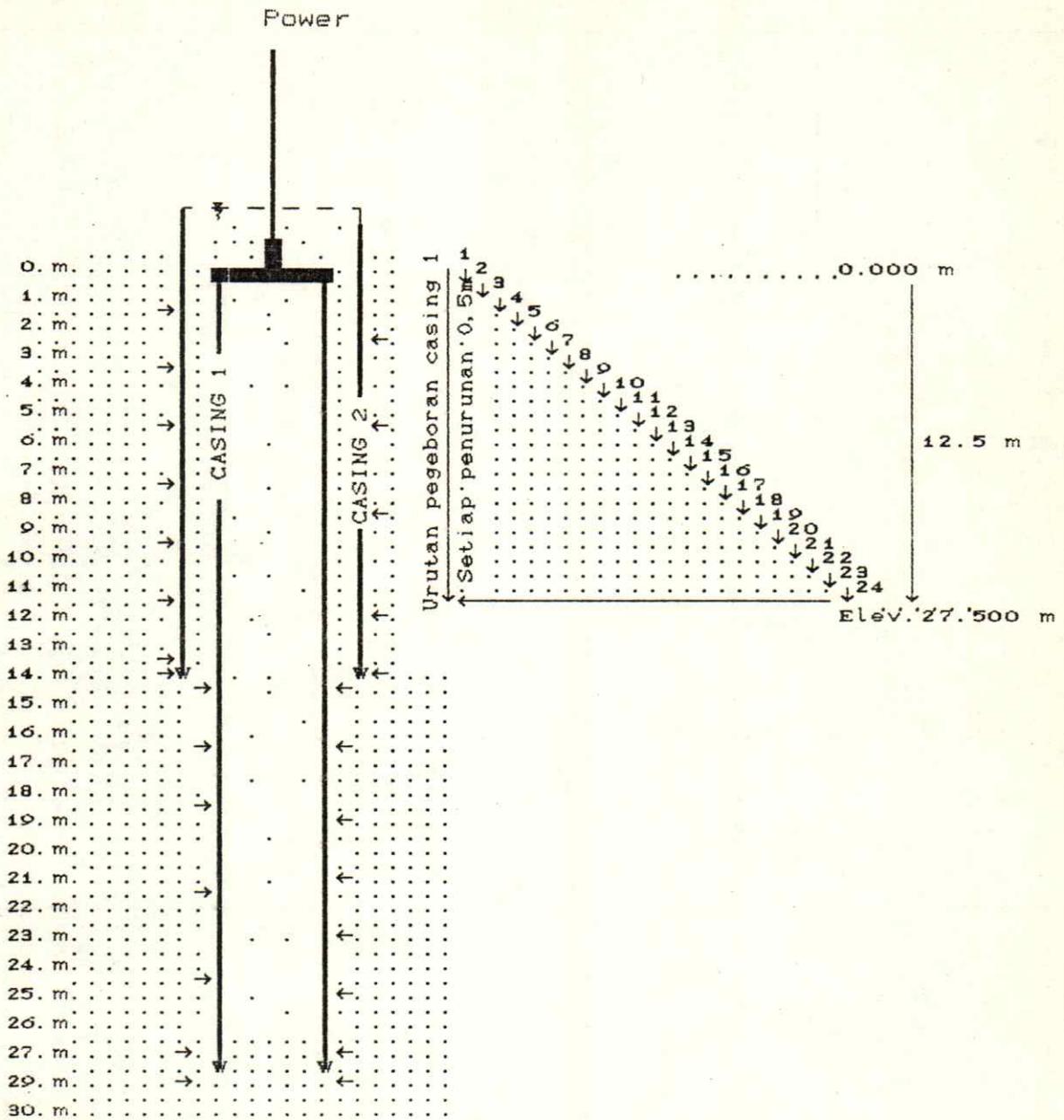
Gambar (h)

Pada gambar (h), terlihat bahwa bagian dalam casing sudah bersih.



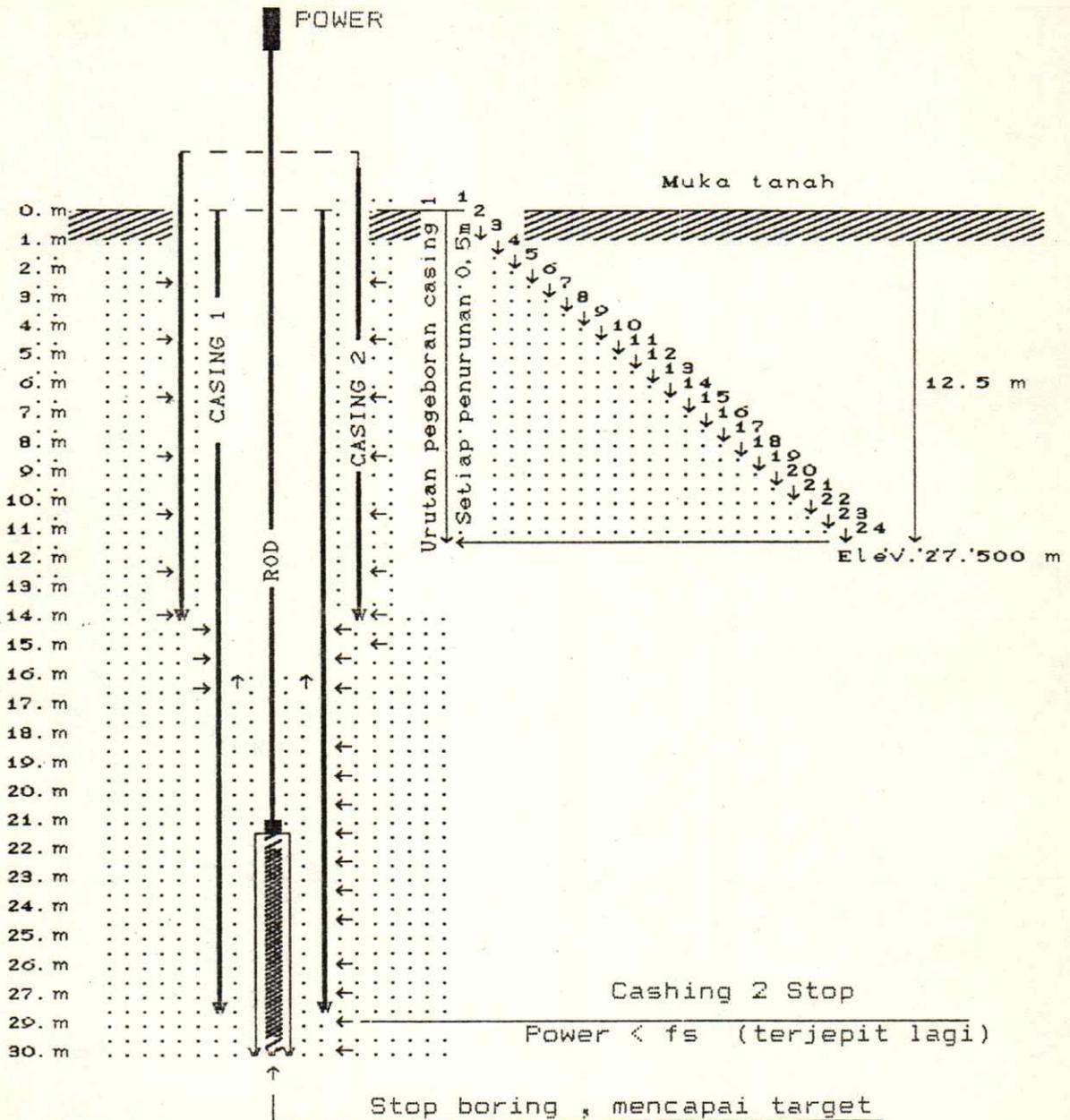
Gambar. (i)

Pengeboran dengan double casing



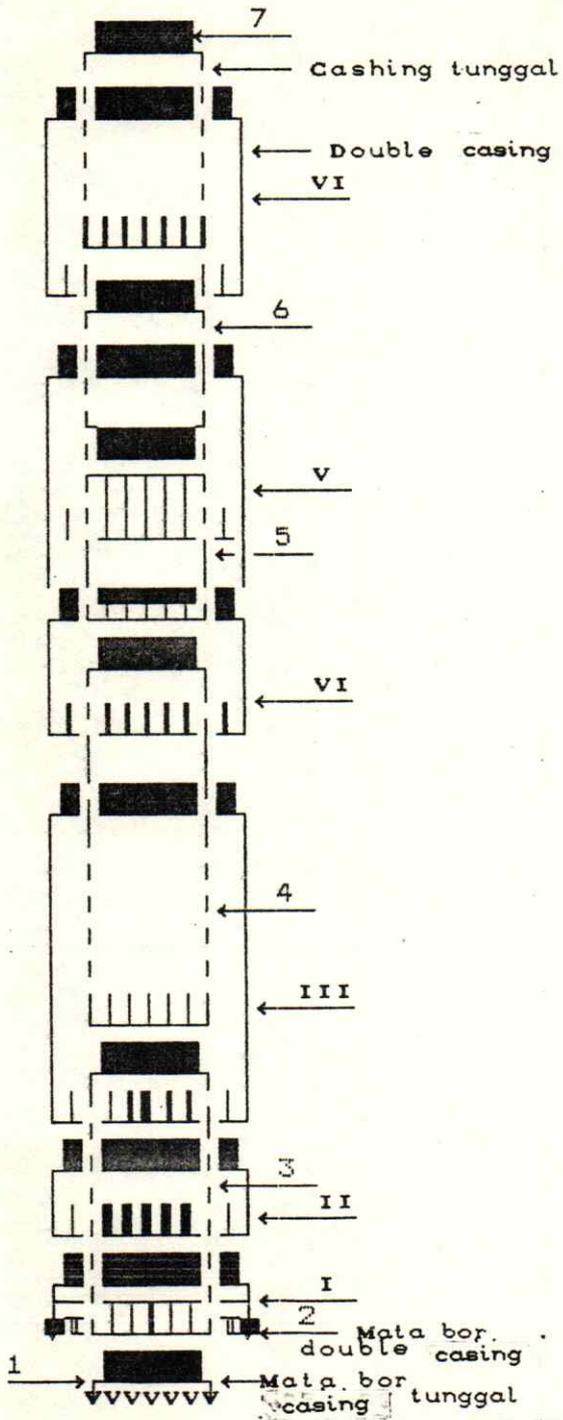
Gambar 4.8)

Pengeboran casing (2) sampai elevasi - 27.5 m
 Cara pengeboran casing ini sama seperti diatas



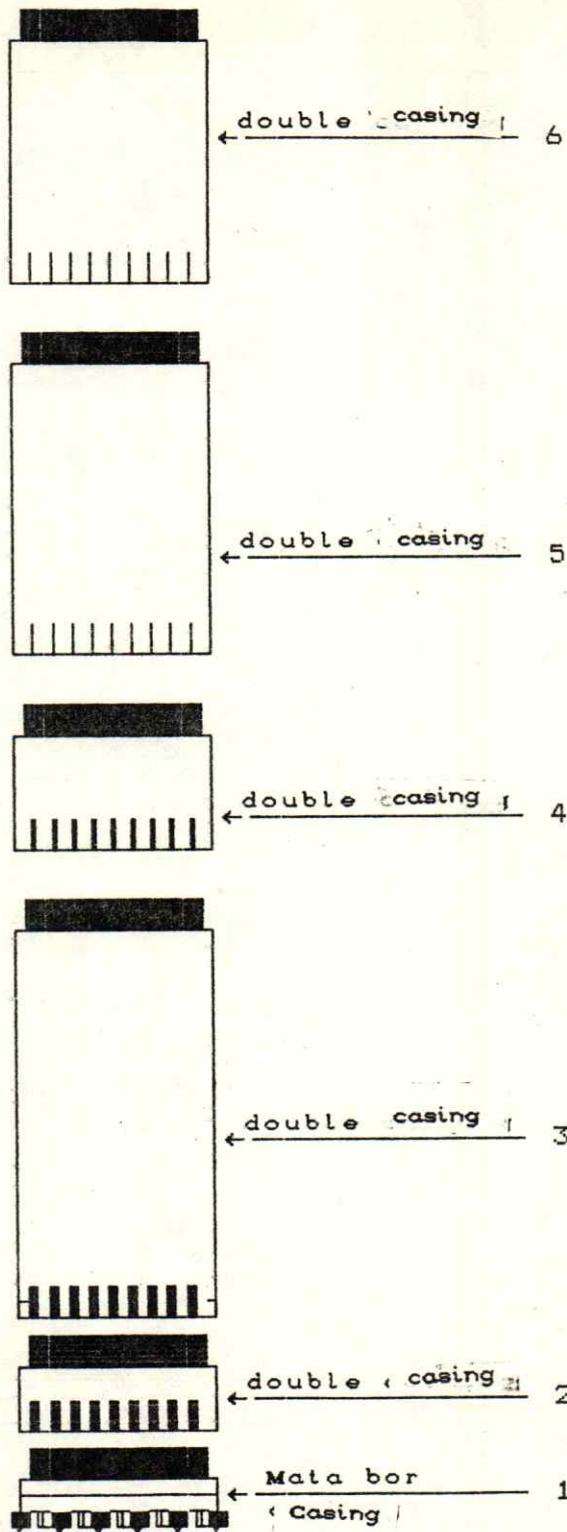
Gambar 47.9

Pengeboran mata bor cross bit bisa dilaksanakan dengan sitim double casing seperti uraian diatas (Gambar 47.a - i) maka jepitan yang terjadi pada mata bor dan casingnya dapat teratasi hingga pengeboran mencapai bedrock (lapisan tanah keras).



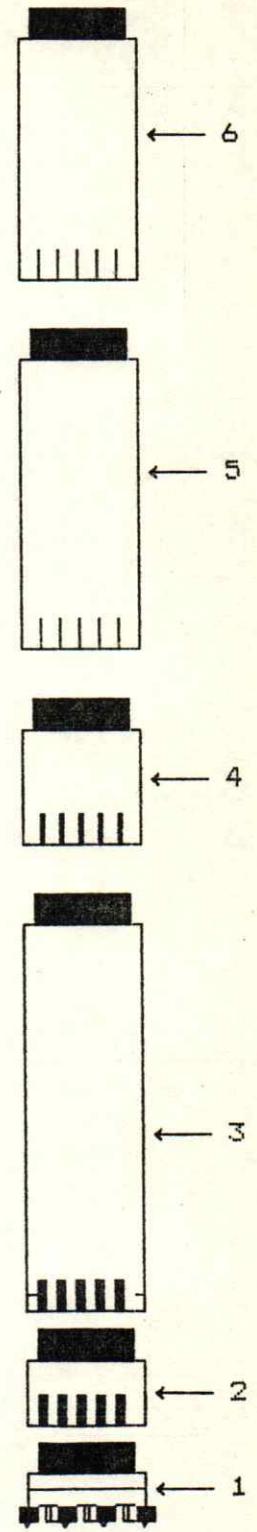
Gambar 4.10 Urutan pemasangan double casing dan casing tunggal.

URUTAN PEMASANGAN
DOUBLE casing



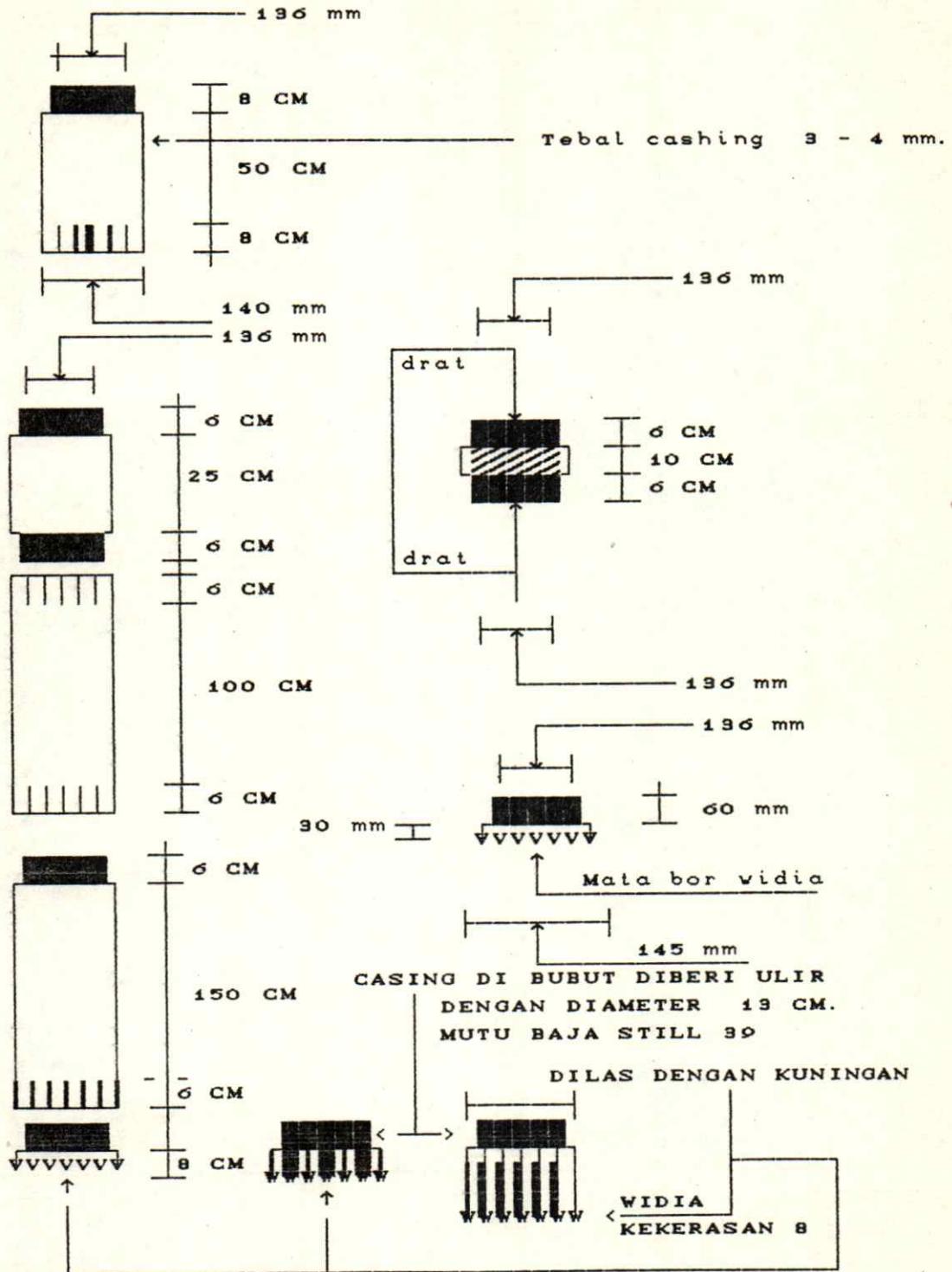
Gambar 4.11
urutan pemasangan
double casing

URUTAN PEMASANGAN
CASHING TUNGGAL



Gambar 4.12
Urutan pemasangan
casing tunggal

d. Design double Casing



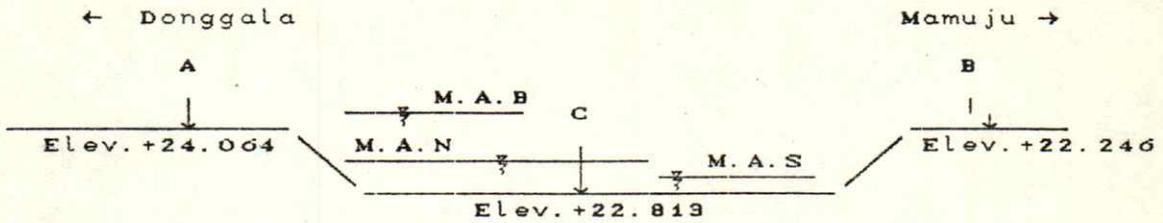
Gambar 4.13

design double casing

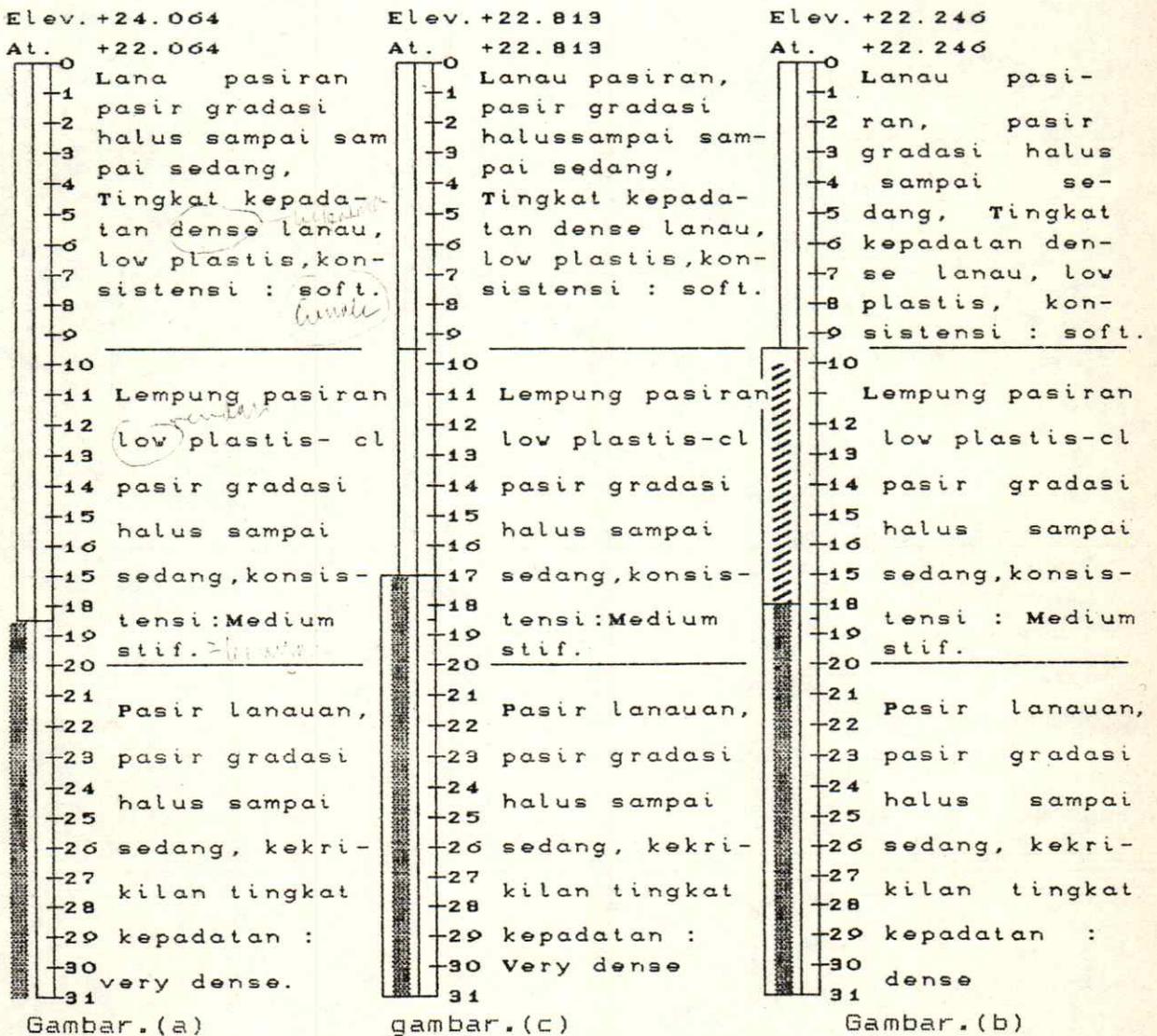
4.1.1.4 Metode pelaksanaan double casing

Urutan - urutan pelaksanaan double casing, adalah sebagai berikut : Untuk formasi pasir yang sifatnya menjepit, langkah pertama yang harus dilakukan ada pengeboran casing tunggal hal ini dilakukan sampai batas power yang dimiliki mesin selanjutnya baru di dilakukan pengeboran double casing. Urutan pelaksanaan casing tunggal dapat diperhatikan pada gambar 4.7.(D) yaitu mulai dari 1 sampai 7, untuk double casing mulai dari nomor I sampai VI.

4.1.2 Pengeboran dilokasi abutment dan pier jembatan karossa di kabupaten Mamuju.



Gambar 4.14 Data letak titik bor hole

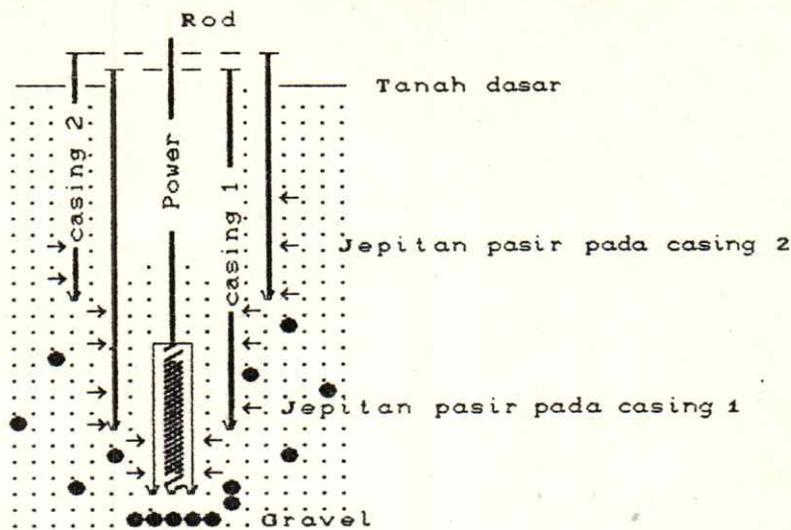


Gambar 4.15 Data - data hasil pengeboran

4.1.2.1 *Sistim pelaksanaan pengeboran*

1. Pemboran dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor putar (rotary drilling), merek YBM - 3 buatan Jepang.
2. Pemboran dilaksanakan diatas tanah datar dengan jenis mata bor yang digunakan :
 - Cross bit untuk lapisan pasir.
 - Cor berrel untuk lapisan cadas.
3. Pemboran inti tanah dilakukan dengan dengan sistim wash boring dan coring.
4. Pengambilan contoh inti tanah diambil secara stratigrafi.
5. Usaha untuk mendapatkan cor inti secara kering sampai kedalaman 15 m tidak mengalami hambatan, tetapi kedalaman 15 meter kebawah usaha tersebut selaluagal dengan terbatasnya power yang tersedia. Pauer tersebut tidak mampu menggerakkan atau memutar mata bor yang selalu terjepit dan

menembus gravel kiriman.

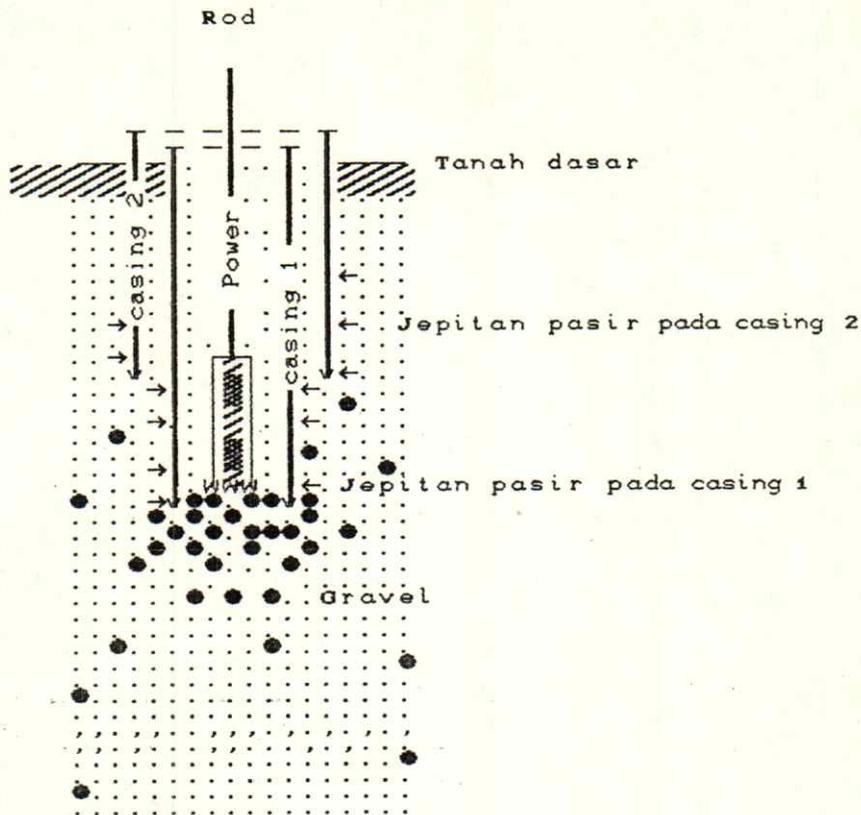


Gambar 4.16 Mata bor mendahului Casing 1 dan casing 2

4.1.2.2 Permasalahan dan penyebab terjepitnya mata bor pada pelaksanaan pengeboran dilokasi abutment jembatan Karossa

Permasalahan pelaksanaan pengeboran dilokasi Karossa, pada dasarnya hampir sama dengan permasalahan dilokasi abutment jembatan Tikke, namun permasalahan untuk lokasi ini bukan hanya mata bor dan casing terjepit juga mata bor sulit untuk menembus tumpukan gravel (gambar.4.16 dan gambar 4.17) sehingga sulit untuk mendapatkan cor inti secara kering.

4.1.2.3 Analisa dasar dan design equipment



Gambar. 4.17
Pengeboran Double casing

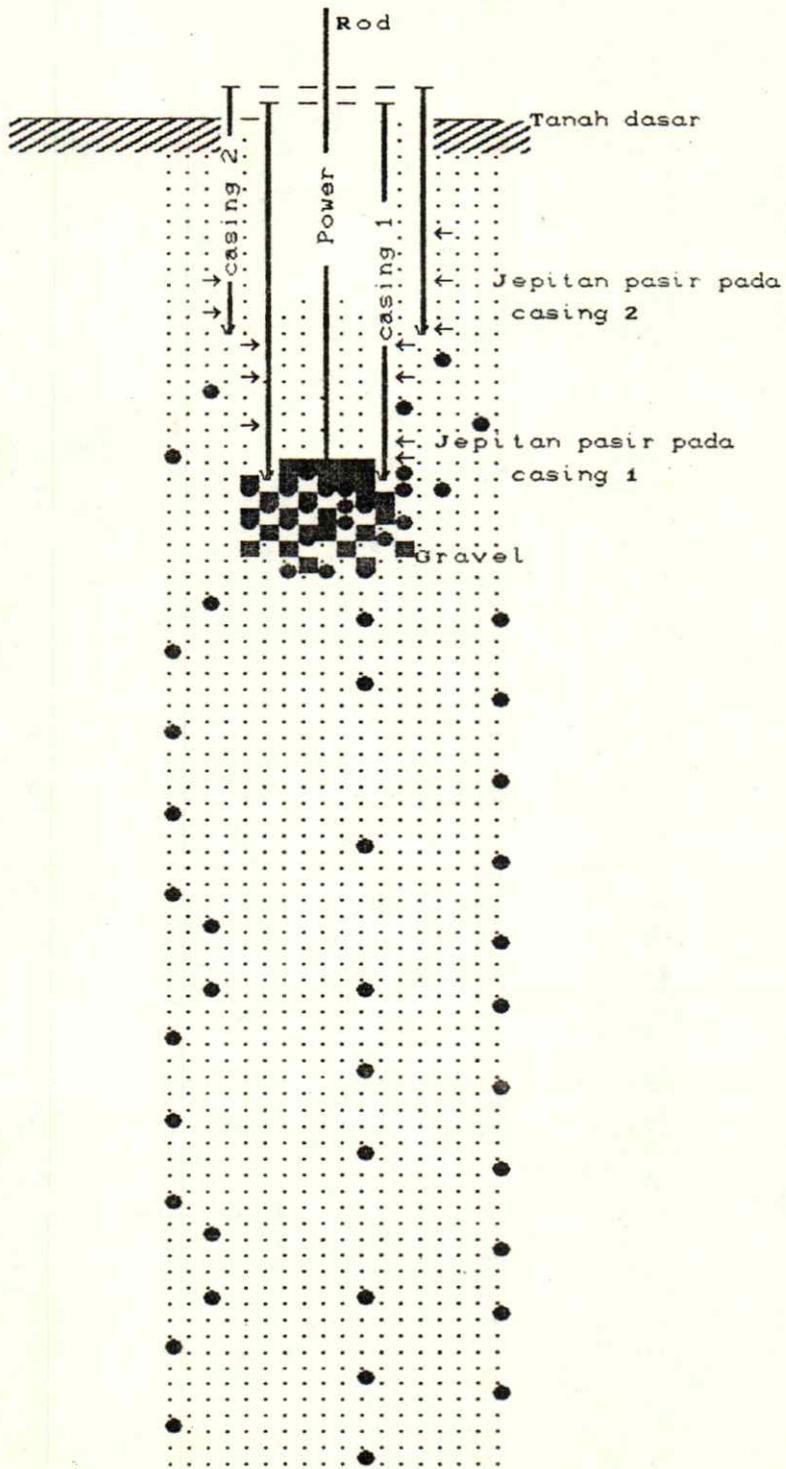
Terjepitnya casing oleh tekanan pasir dan gravel serta sulitnya mata bor menembus tumpukan gravel dalam keadaan terganggu gambar 4.17, oleh karena itu, untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut, maka ada beberapa alternatif yang dapat dilakukan oleh para master bor, antara lain :

- Pengeboran dilakukan yang diikuti oleh casing dan atau double casing untuk menghindari jepitan tanah pasir (prosedurnya sama dengan pengeboran dilokasi abutment jembatan Tikke).
- Pengeboran dapat dilakukan setelah di injeksi, untuk

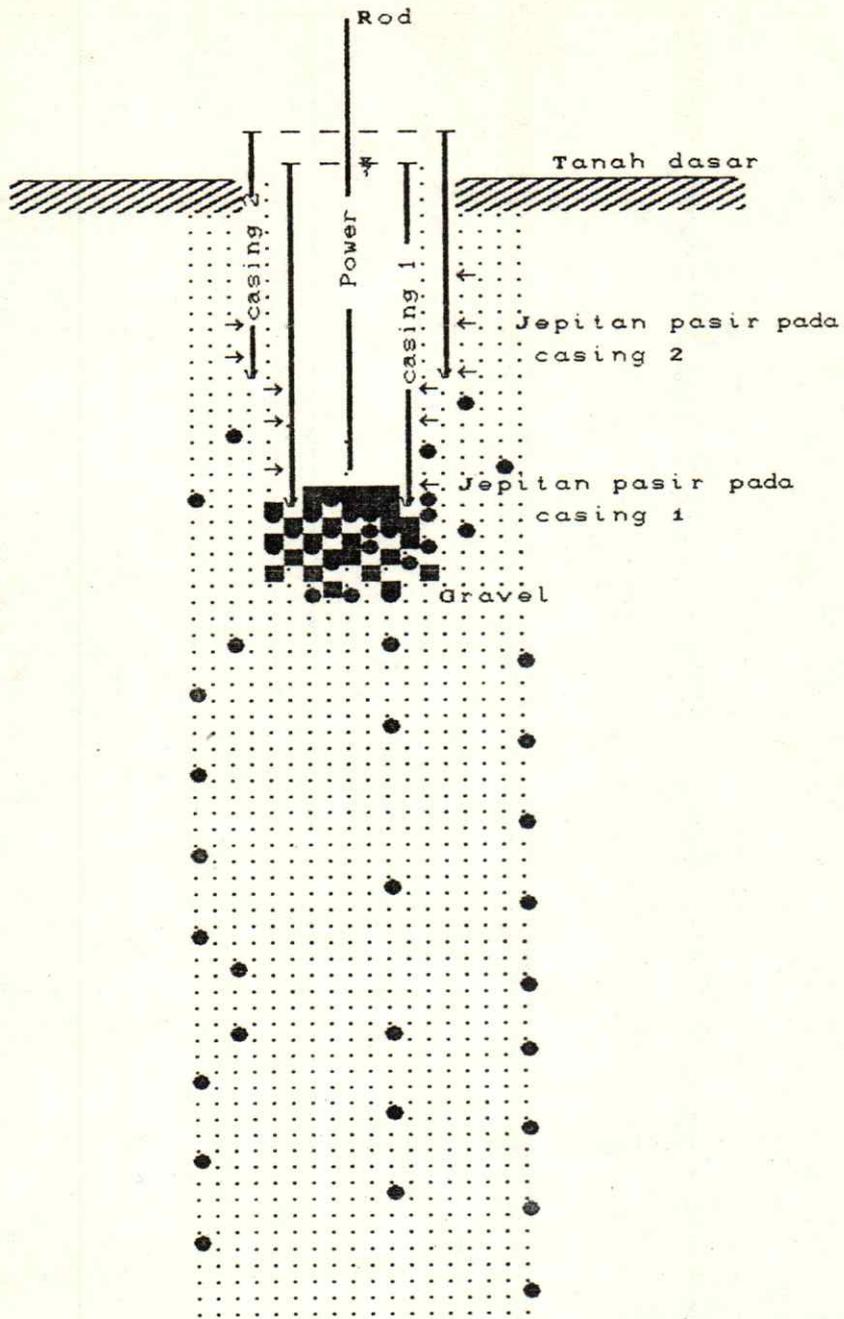
mengikat material tumpukan gravel, sehingga pada saat pengeboran sementara berlangsung, material tumpukan gravel tidak dapat bergeser, dan mudah ditembus oleh mata bor.

Sistim pemboran yang dilakukan, dengan terlebih dahulu diinjeksi dimaksudkan untuk dapat mengikat material kasar seperti gravel dan lain sebagainya, yang sulit ditembus mata bor akibat material tersebut ikut berotasi bila berputar.

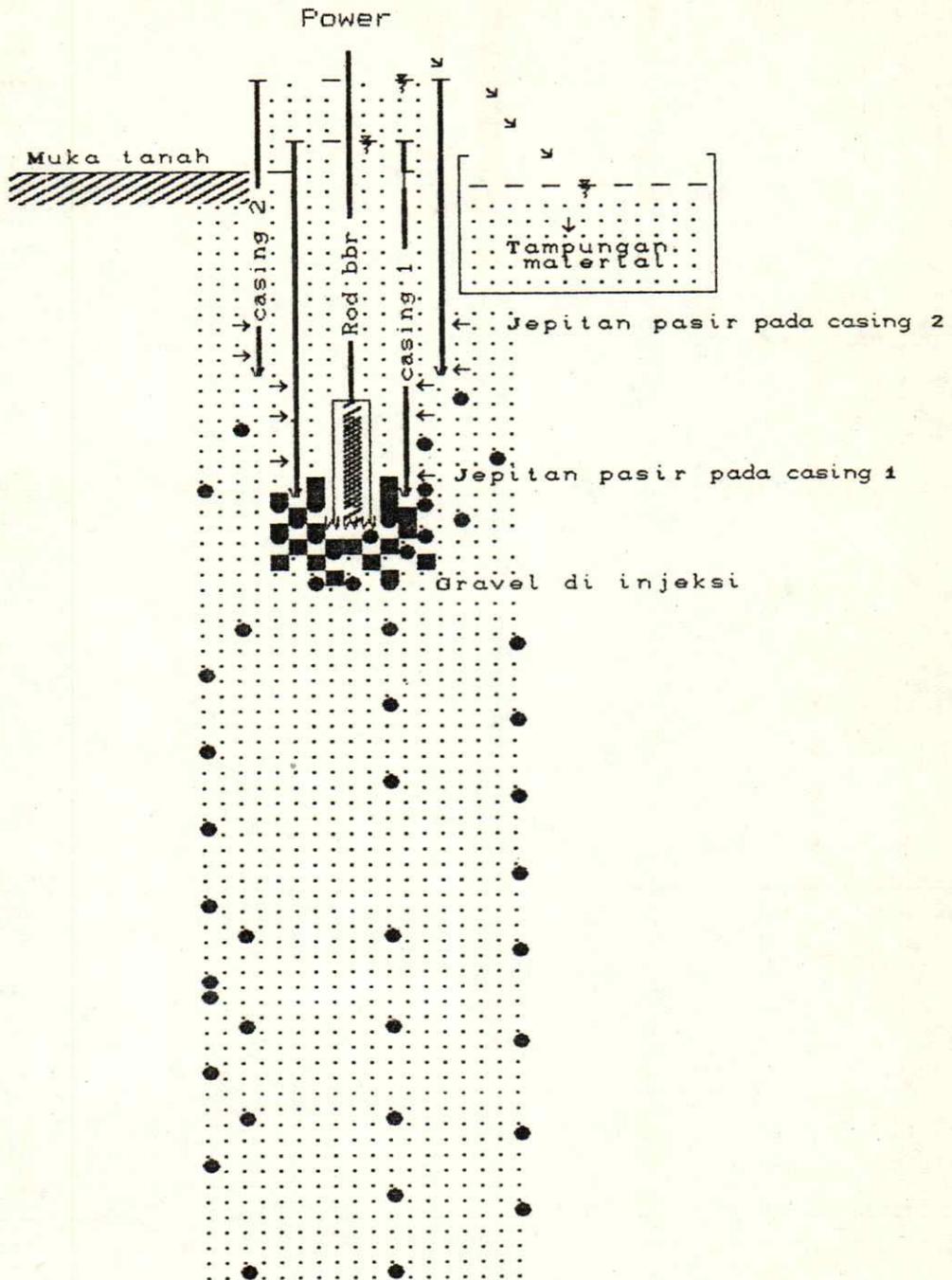
- Pengeboran dilaksanakan dengan menggunakan jenis mata bor duren (mata intan) untuk menghancurkan tumpukan gravel.
- Penggunaan sistim ini paling tepat pada formasi tanah keras seperti batuan gravel yang sudah di injeksi.
- Pengeboran dengan menggunakan mata bor intan kecepatan mesin bor tidak bisa terlalu cepat dan jangan lupa menggunakan air pembilas untuk menjaga keausan mata bor.



Gambar 4.18 Injeksi air semen



Gambar. 4.19 Pembersihan Casing



Gambar. 4.20 Pengeboran setelah Injeksi

Dengan metode pelaksanaan pengeboran seperti yang dijelaskan diatas (casing tunggal, casing ganda dan injeksi

serta mata bor intan), maka permasalahan pada pelaksanaan pengeboran dapat teratasi, dan pemboran dapat mencapai lapisan tanah keras.

4.1.2.4. Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan pengeboran pada Jembatan Karossa pada dasarnya sama dengan metode pelaksanaan pengeboran pada Jembatan Tikke. Tapi dalam hal ini pelaksanaan pengeboran pada Jembatan Karossa lebih mendahulukan penggunaan sigle **casing** dari pada penggunaan double **casing** . Dalam pelaksanaannya single **casing** di borkan sampai batas dimana kekuatan mesin bor tidak mampu memutar **casing** akibat terjepitnya **casing** (mata bor). Selanjutnya untuk mengatasi hal tersebut digunakan double **casing** agar mata bor dan **casing** sebelumnya dapat kembali bekerja dan mengebor hingga mencapai kedalaman yang diinginkan dan tidak mengalami hambatan seperti yang dialami oleh **casing** pertama.

Terjepitnya mata bor dan **casing** pada Jembatan Karossa bukan hanya karena jepitan pasir tapi juga diakibatkan karena jepitan gravel yang mendesak **casing** sisi luar dan dalam **casing** . Sehingga untuk mengatasi hal ini perlu diadakan injeksi atau pengeboran dengan cara penekanan mata bor jenis intan. Dimana pengeboran dengan cara injeksi ini air didalam **casing** harus diperhatikan jangan sampai kosong agar air semen yang diinjeksi tidak terganggu dalam pengikatannya. Setelah penginjeksian harus ditunggu 2 hari dan selanjutnya pengeboran dengan mata bor intan atau dengan mata bor jenis yang lain bisa dilakukan



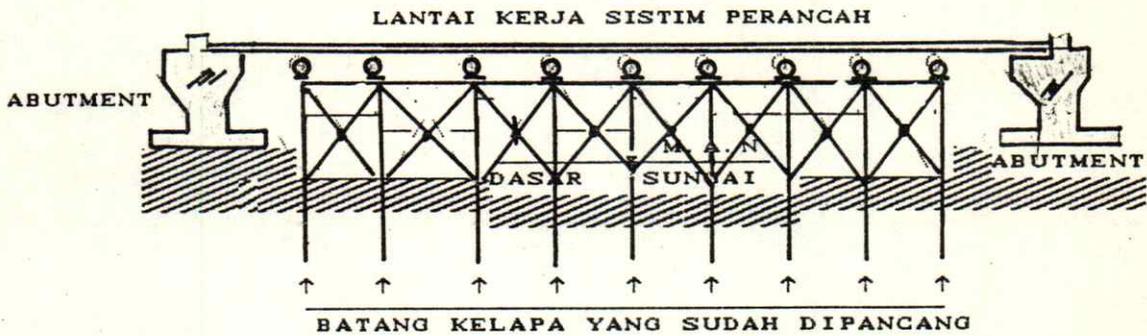
4.1.3 PENGEBORAN PADA LOKASI PIER JEMBATAN LASAPE (PINRANG)

Seperti halnya pengeboran yang dilakukan pada beberapa lokasi seperti yang telah diuraikan didepan, bahwa pengeboran dimaksudkan untuk mendapatkan data - data tanah dari permukaan hingga beberapa puluh meter kedalaman tanah guna penentuan kedalaman tanah pendukung terhadap konstruksi yang akan dibangun diatasnya. Namun permasalahan pengeboran dilokasi ini (Lasape) tidak semudah seperti permasalahan pengeboran dilokasi pier dan abutment jembatan Tikke dan Karossa, yang mana dalam hal ini adalah sistim bagan atau dudukan mesin (sistim perancah, sistim peluncuran, sistim kantilever dan semi kantilever serta ponton). Pemilihan dan alternatif penggunaan sistim bagan, tergantung dari kesigapan engineering dilapangan, sistim mana yang lebih tepat digunakan serta kurang resiko. Ada beberapa sistim bagan dan alternatif penggunaannya dan sekaligus pemasangan rangka jembatan antara lain adalah :

a. Sistim perancah

Faktor - faktor yang perlu di pertimbangkan untuk alternatif penggunaan sistim ini, adalah :

- Lokasi / titik pengeboran terletak pada sungai yang dangkal
- Kecepatan arus air rendah
- Rata-rata digunakan dimusim kemarau



Gambar 4.21 Sistem perancah

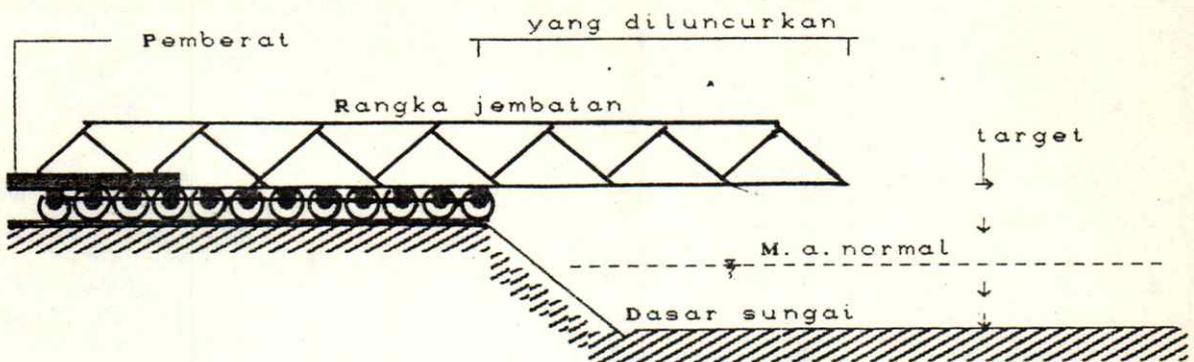
Sebelum pelaksanaan dengan metode dengan sistem perancah maka ada beberapa hal, yang perlu dikontrol :

- Perkiraan daya dukung tanah lebih besar terhadap tegangan yang akan terjadi ($q_u \text{ tanah} > q_u \text{ beban}$).
- Balok dan tiang perancah harus mampu terhadap beban diatas
- Lendutan diujung balok kantilever lebih kecil dari lendutan yang di izinkan ($\delta \text{ izin} > \delta \text{ terjadi}$).

b. Sistem peluncuran

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan untuk alternatif pemilihan penggunaan sistem peluncuran adalah :

- Lokasi sungai dalam
- Kecepatan arus air tinggi
- Dasar sungi banyak mengandung bongkah
- Rel peluncuran cukup memadai



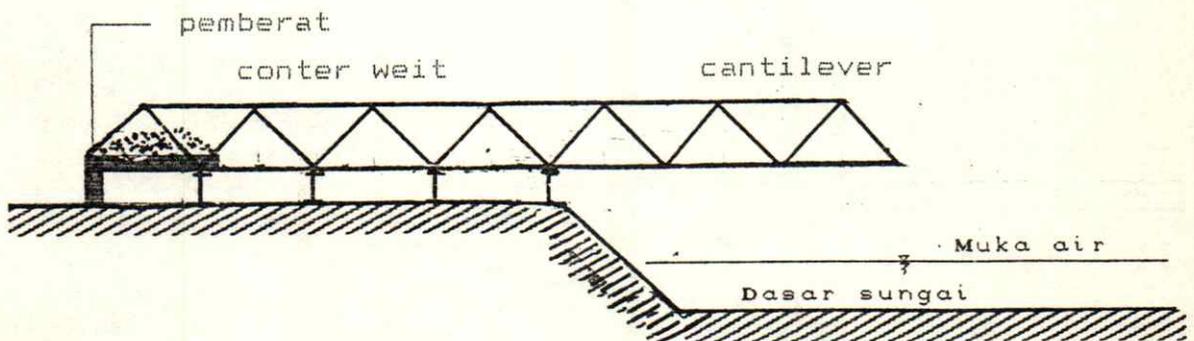
Gambar. 4.22 Sistim peluncuran

c Sistim Kantilever,

Sistim ini digunakan bila memenuhi kriteria antara

lain :

1. Peralatan kantilever cukup memadai.
2. Lokasi pengeboran pada sungai yang dalam.
3. Kecepatan arus tinggi.
4. Digunakan musin penghujan.

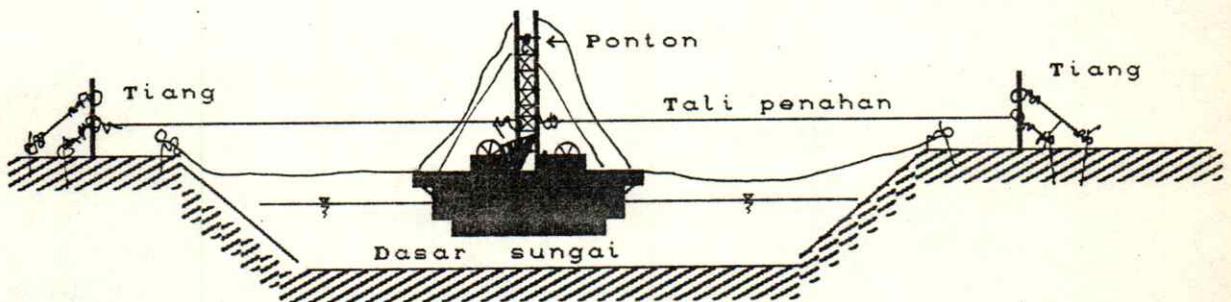


Gambar. 4.23 Sistim Kantilever

d. Sistim Ponton,

Sistim ini digunakan bila memenuhi kriteria antara lain :

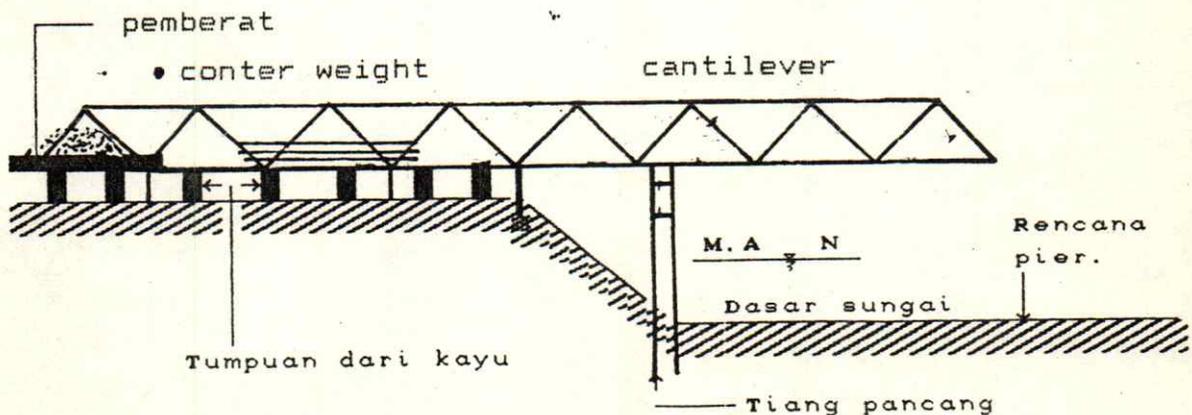
1. Lokasi Pengeboran terletak pada lokasi yang dalam.
2. Kecepatan arus rendah umumnya digunakan pada musim kemarau.



Gambar. 4. 24 Sistim Ponton.

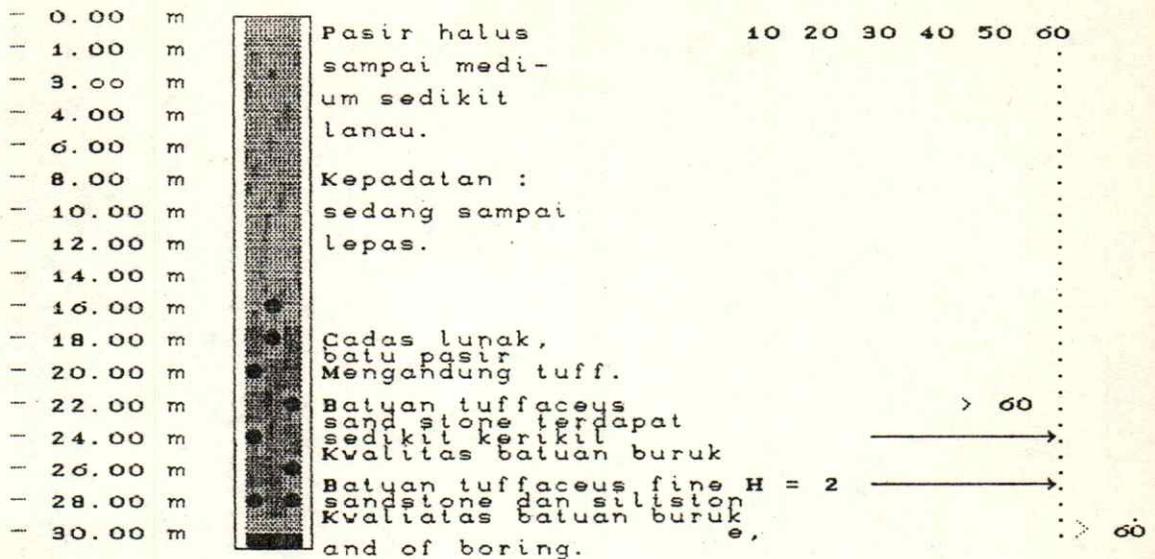
e. Sistim Semi Kantilever

Penggunaan sistim ini biasanya pada sungai yang dalam dan arusnya deras, dasar sungai banyak mengandung batu - batuan besar. Semua komponen cantilever dipasang diatas air sungai.



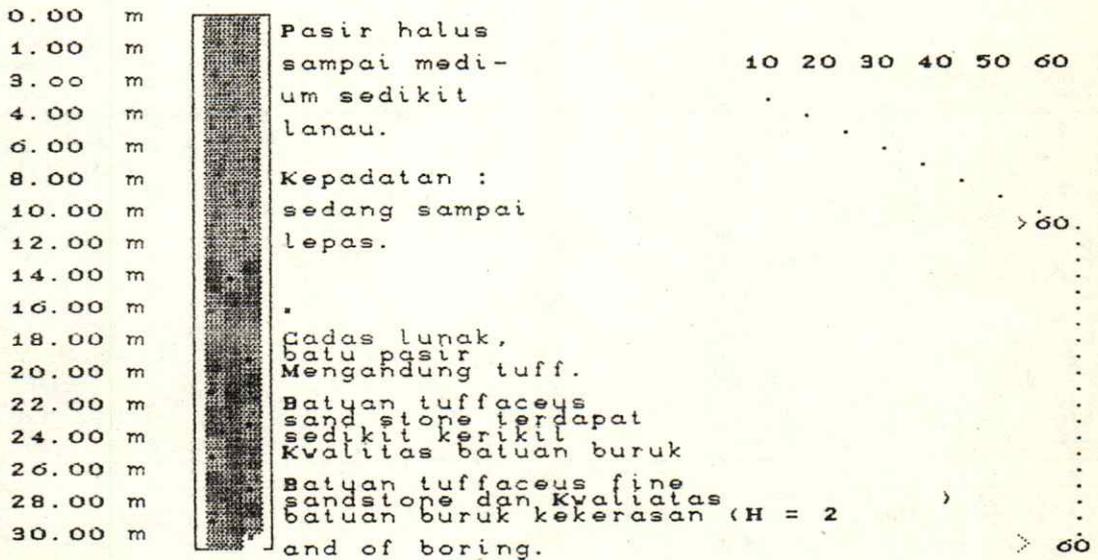
Gambar 4.25 Sistim semi kantilever

BORHOLE : B1.



Gambar. 4.28 Data - data pengeboran

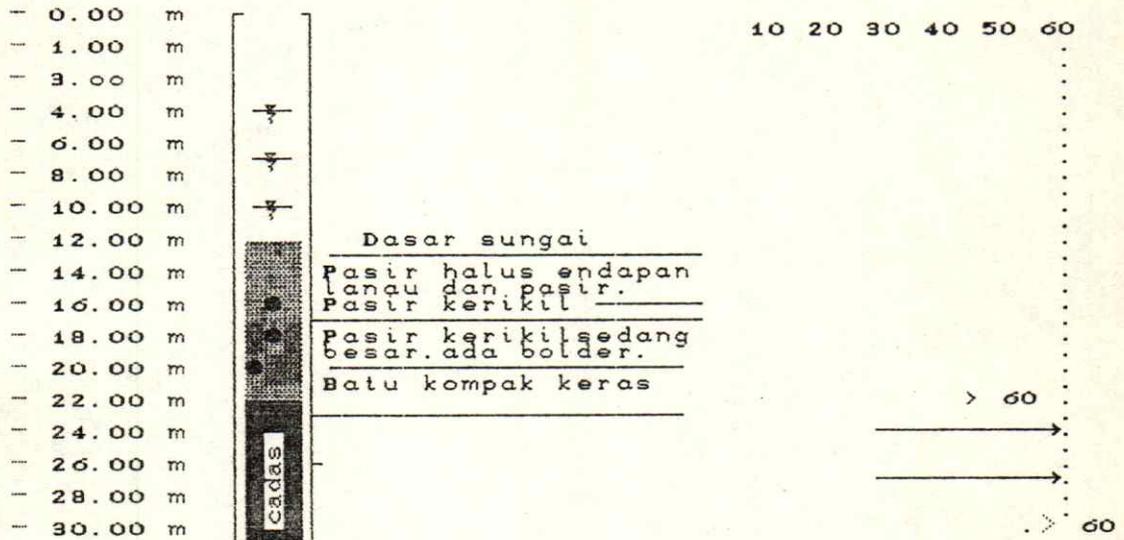
BORHOLE : B2. (a)
Pengeboran diatas ponton



Gambar. 4.29 Data - data hasil pengeboran

●). Pengeboran pilot hole (A)

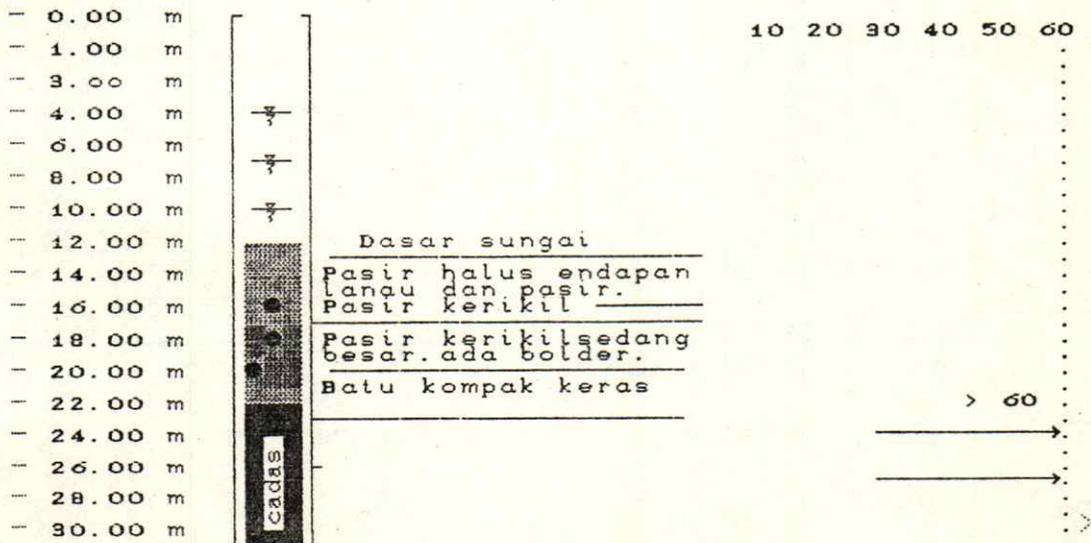
Pengeboran diatas kanti lever
July, 1989 oleh PPTM Bandung.



Gambar. 4. 30
Data-data hasil pengeboran

●). Pengeboran pilot hole (B)

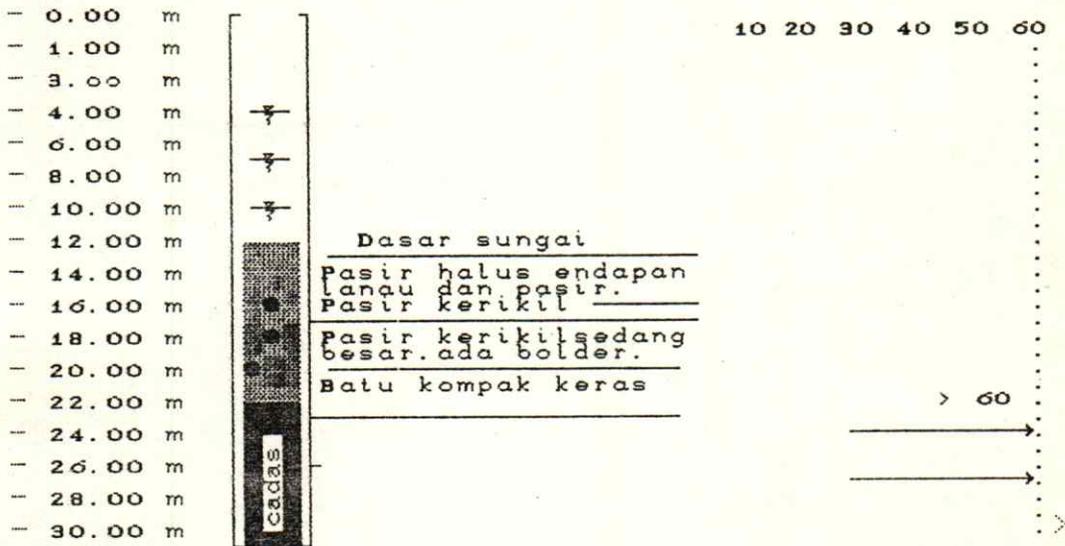
Pengeboran diatas kanti lever
July, 1989 oleh PPTM Bandung.



Gambar 4. 31
Pengeboran diatas cantilever

●). Pengeboran pilot hole (C)

Pengeboran diatas kanti lever
 July, 1989 oleh PPTM Bandung.



Gambar 4.32 Data pengeboran

●). Pengeboran pilot hole (A)

Pengeboran diatas kanti lever
July, 1989 oleh PPTM Bandung.



Gambar.4.33 Data pengeboran

Tabah yang didapatkan dari hasil pengeboran pada daerah sungai, ternyata umumnya terdiri dari pasir dan kerikil (bolder). Sehingga pengeboran pada daerah sungai selalu mengakibatkan jepitan pada mata bor dan atau casingnya. Akan tetapi alternatif dengan sistim ponton tersebut hanya dapat digunakan pada saat penyelidikan dan penentuan tanah dasar pendukung, karena waktunya relatif singkat.

Tetapi pada saat pengeboran untuk bor pail metode tersebut sangat sulit digunakan, mengingat waktu yang dibutuhkan relatif lama (kecuali musim kemarau panjang). Sehingga pada saat pengeboran pier jembatan lasape digunakan

sistim kantilever, yang mana rangkanya telah siap dilapangan.

4.1.3 1 Sistim pengeboran dan dilokasi abutment dan pier jembatan Lasape

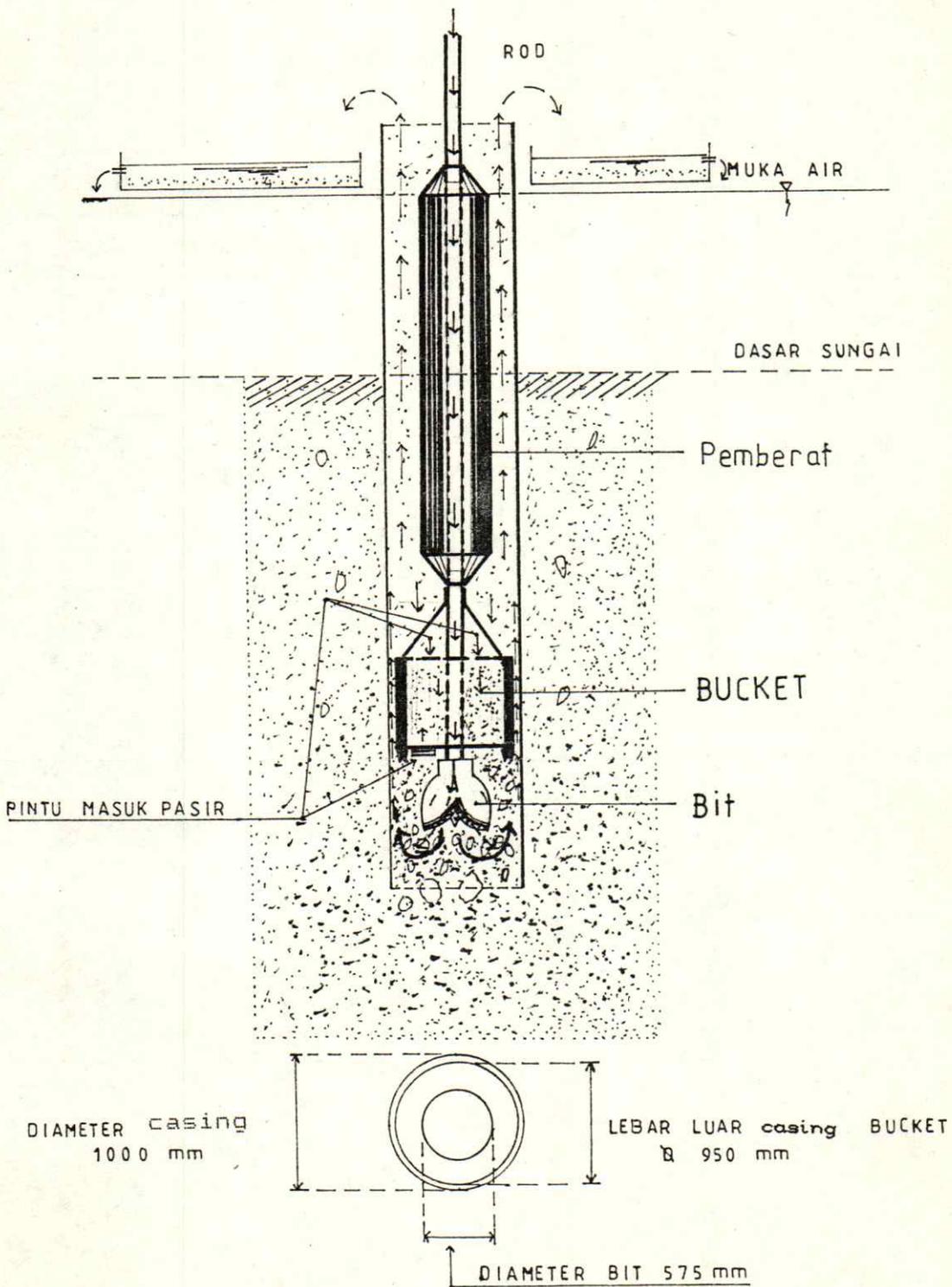
Pengeboran pada lokasi ini, bukan hanya penentuan struktur lapisan tanah dan batas daya dukung tanah (bedrock) akan tetapi adalah juga untuk bor pile, yang mana pada pelaksanaan pengeboran untuk penentuan batas daya dukung digunakan cross bit pada lapisan pasir dan core barrel pada lapisan cadas yang berukuran BX Size dengan ukuran diameter 140 mm sedangkan untuk bor pile digunakan antara lain :

- a. Mata bor Bit (kekerasan mata bor sekitar delapan).

- b. Bucket bit (572,5 mm)

- c. R.Barrell (Diameter 600 mm)

Namun pada pelaksanaan pengeboran untuk lokasi pier jembatan lasape bukan hanya sulitnya penurunan casing, pada arus air yang deras, akan tetapi juga terjepitnya mata bor dan casing serta sulitnya mata bor menembus boulder kiriman

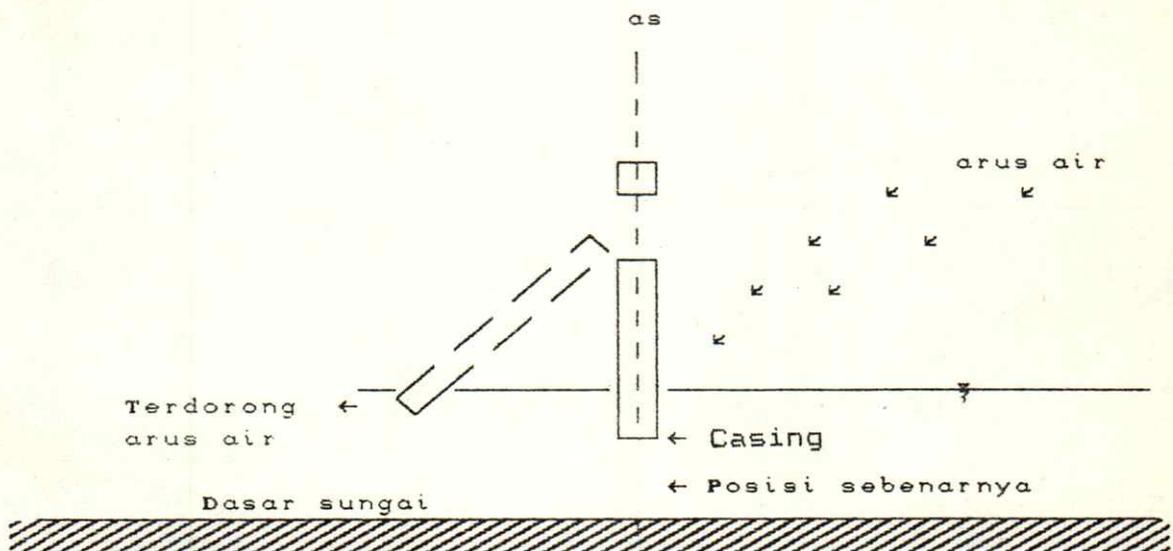


Gambar 436 Pemboran dengan bucket bit

4.1.3.2 Permasalahan dan penyebab hambatan pada pelaksanaan pengeboran untuk bor pile pada pier jembatan Lasape

Ada beberapa permasalahan pada pelaksanaan pengeboran dilokasi ini antara lain :

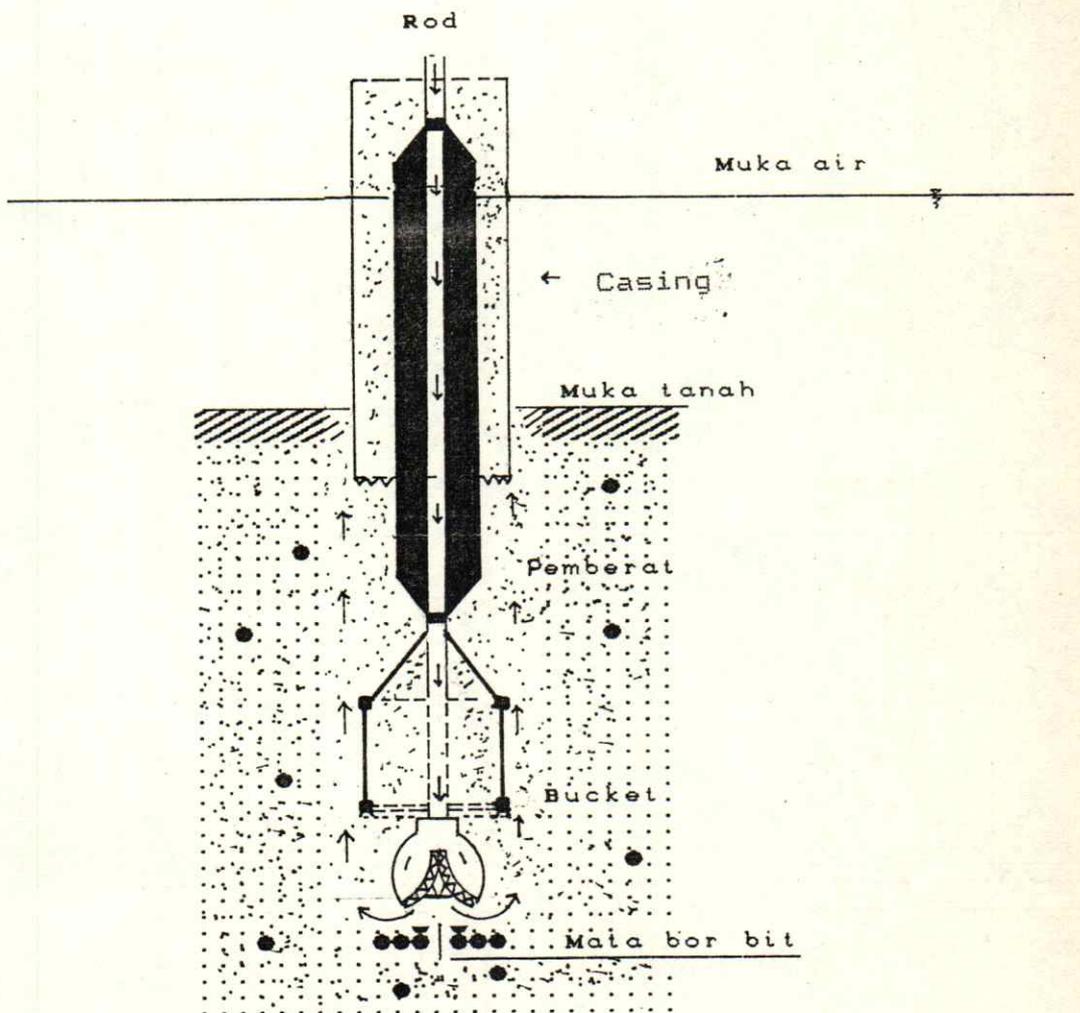
- a. Permasalahan sulitnya pemancangan casing dengan posisi dan titik yang ditentukan (titik bor pile) pada pelaksanaan pengeboran dilokasi ini disebabkan oleh karena kecepatan arus air tinggi yang memberikan tekanan lateral pada casingnya sehingga casing dapat bergeser dari titik yang ditentukan. Penurunan casing ini dilakukan berulang kali namun selalu gagal



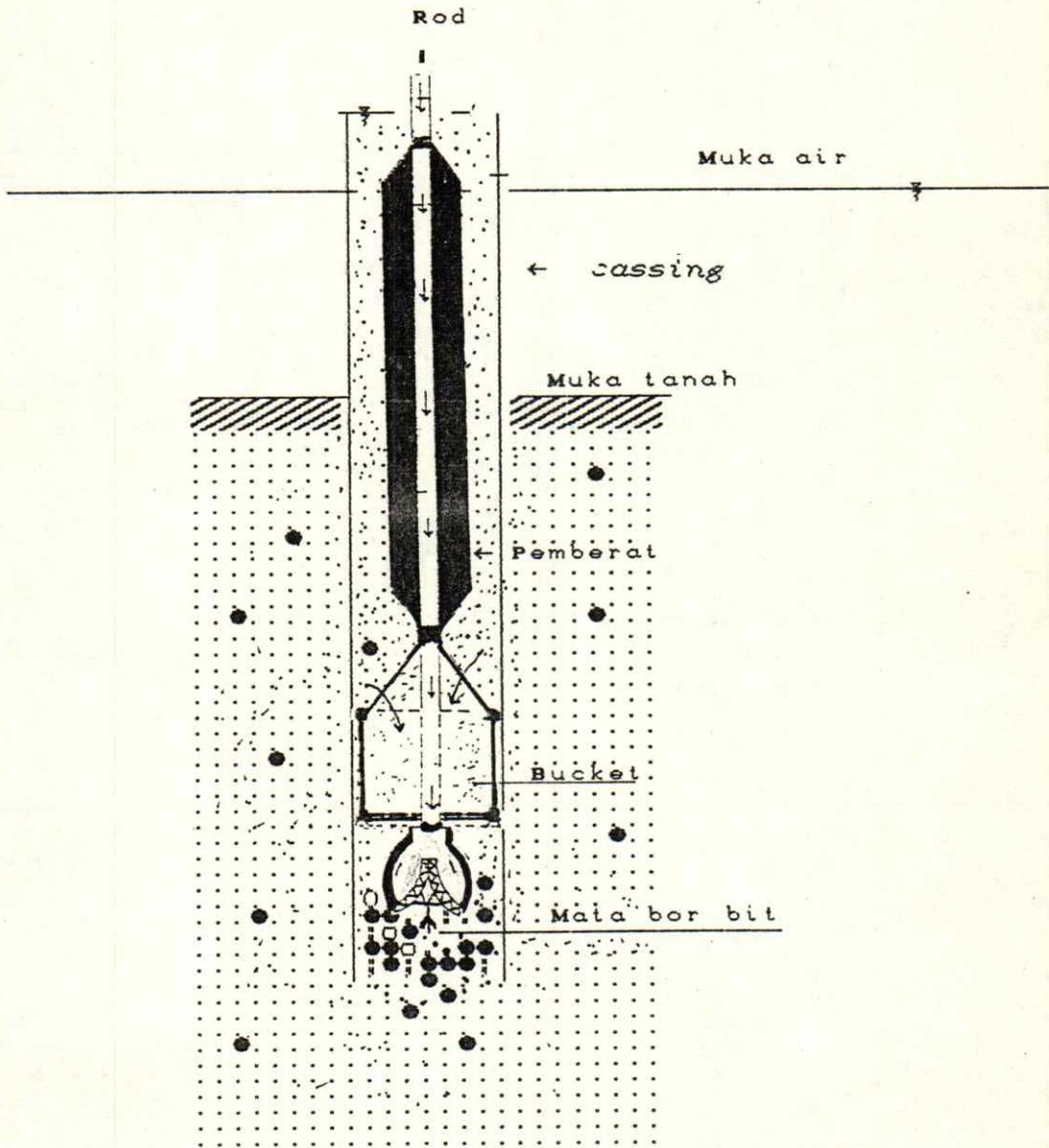
Gambar. 4. 97. Penurunan Casing

- b. Seperti pengeboran pada beberapa lokasi yang uraikan didepan (Lokasi pengeboran pier dan abutmen jembatan Tikke dan Karossa). Yang mana pada pelaksanaan pengeboran mata bor dan casingnya selalu terjepit oleh tumpukan dan

tekanan tanah berbutir kasar. Pada pelaksanaan pengeboran untuk lokasi ini (pier jembatan Lasape), terjadi permasalahan seperti kejadian diatas yaitu terjepitnya mata bor(lihat gbr.a)tetapi disamping itu mata bor juga tidak dapat menembus tumpukan gravel atau bolder sama seperti tadi(lihat gambar b) akibat ikut berputarnya tumpukan tersebut bila mata bor berputar.



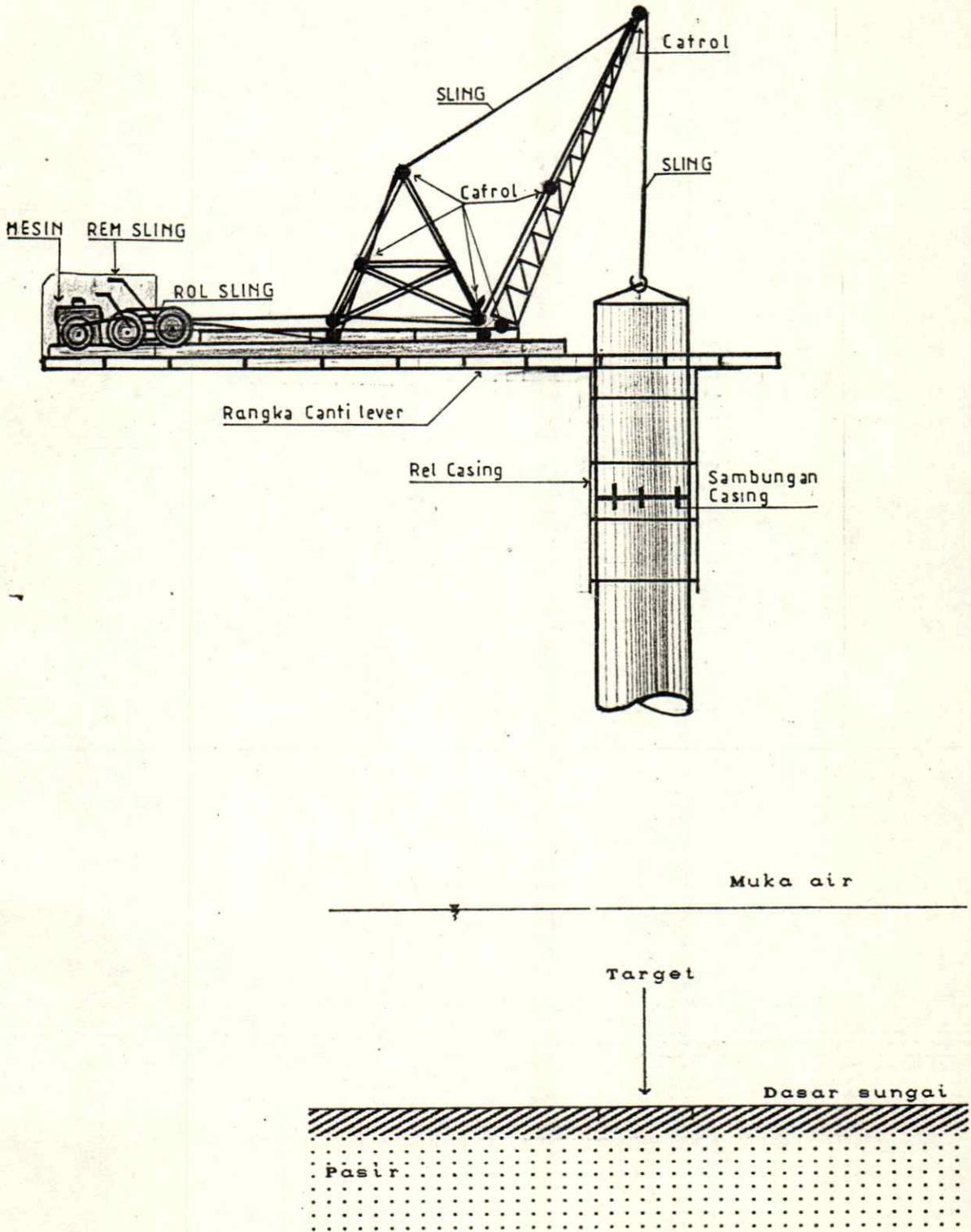
Gambar 4.38 Pengeboran dengan bucket bit. (a)



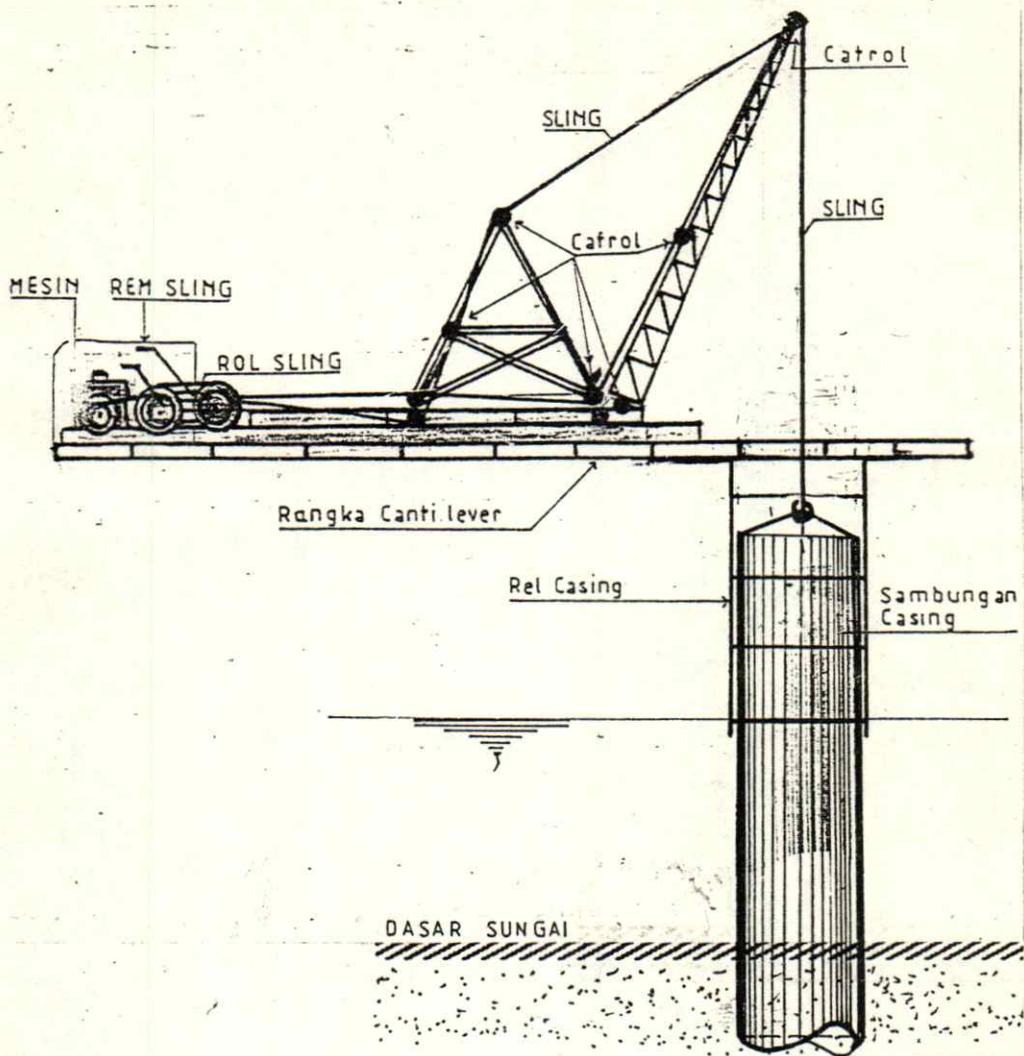
Gambar 4.39 (b) Pengeboran bucket bor

4.1.3.3 Analisa dasar dan design equipment

Pada permasalahan pelaksanaan penurunan casing dilokasi ini selalu terjadi kegagalan oleh tekanan air dengan kecepatan tinggi sehingga posisi casing begeser dari titik yang telah ditentukan, oleh hal tersebut maka pada pelaksanaan penurunan casing dibuatkan rel seperti gambar. (a), sehingga casing dapat jatuh bebas dengan suatu kecepatan yang tidak berpengaruh oleh kecepatan /- tekanan air dan akhirnya jatuh tepat pada titik bor pile yang telah ditentukan didasar sungai.



Gambar 4.40 Casing sebelum diluncurkan



Casing setelah dijatuhkan bebas
 Pada rel peluncurannya, dan tepat
 dititik yang sudah direncanakan.

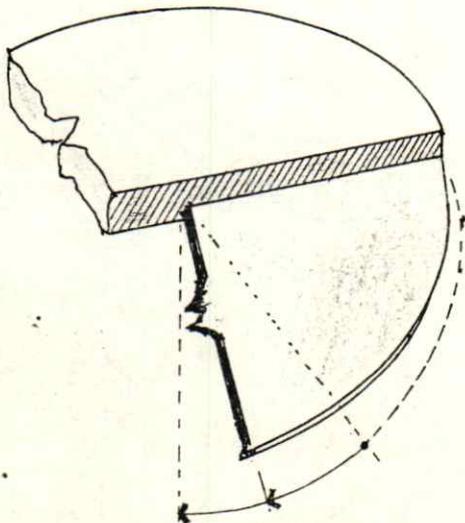
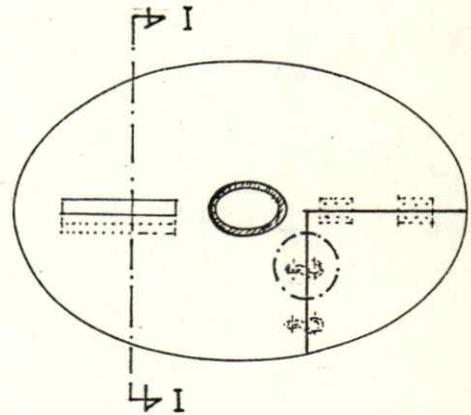
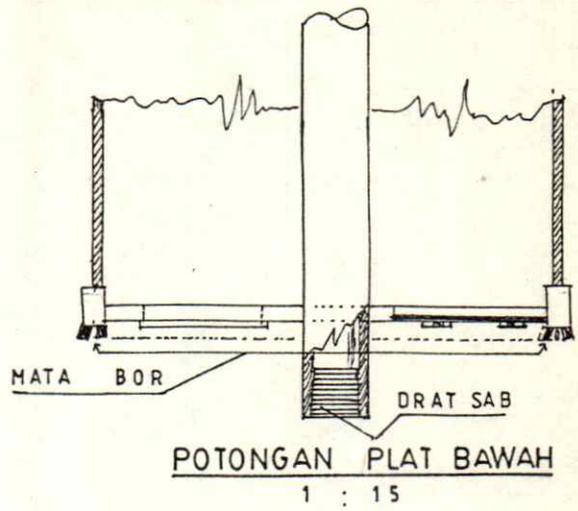
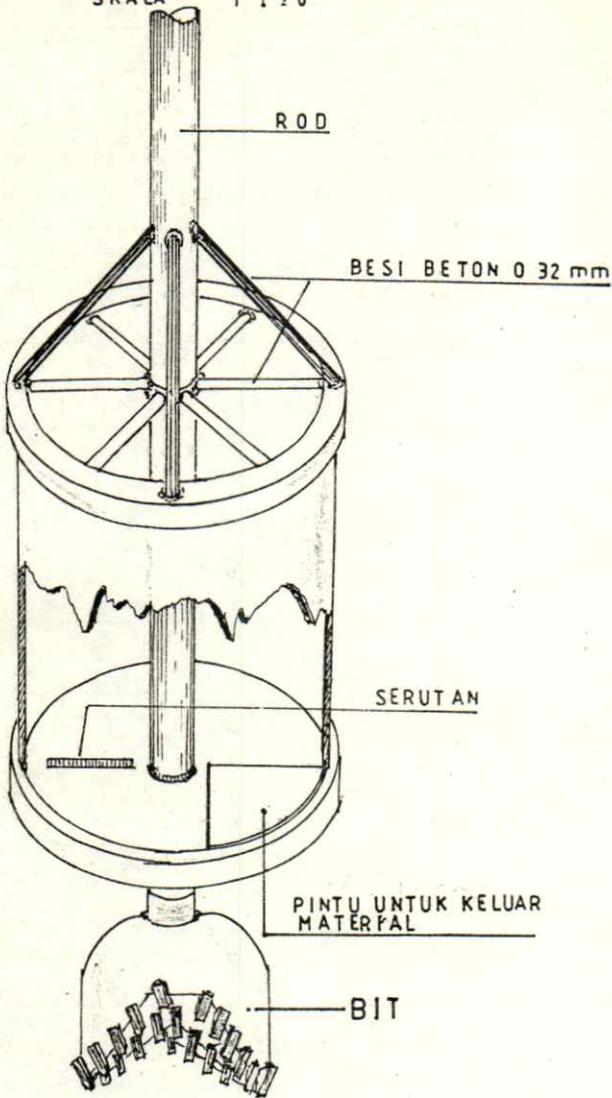
Gambar. 4. 41. Peluncuran Casing kelitik
 yang sudah ditetapkan.

Sulitnya mata bor menembus lapisan tanah berikutnya pada pengeboran dilokasi ini akibat mata bor terjepit oleh runtuhan, tumpukan dan tekanan tanah bebutir kasar, seperti permasalahan yang telah diperlihatkan dalam gambar (4. 39. a) didepan, dapat teratasi dengan memancarkan Casing dan mengikuti mata bor pada pengeboran dalam

Design bucket bit

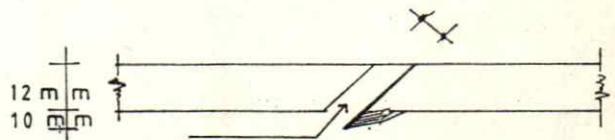
PERSPEKTIF BUCKET BIT

SKALA 1 : 20



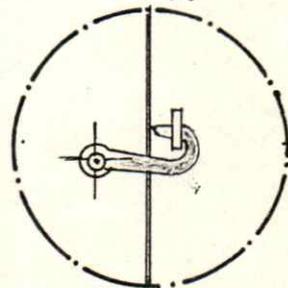
PERSPEKTIF PINTU BUKAAN

1 : 10



POT. 1-1
PLAT SERUT

1 : 10

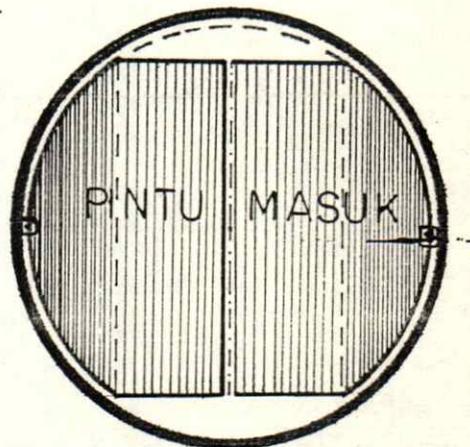
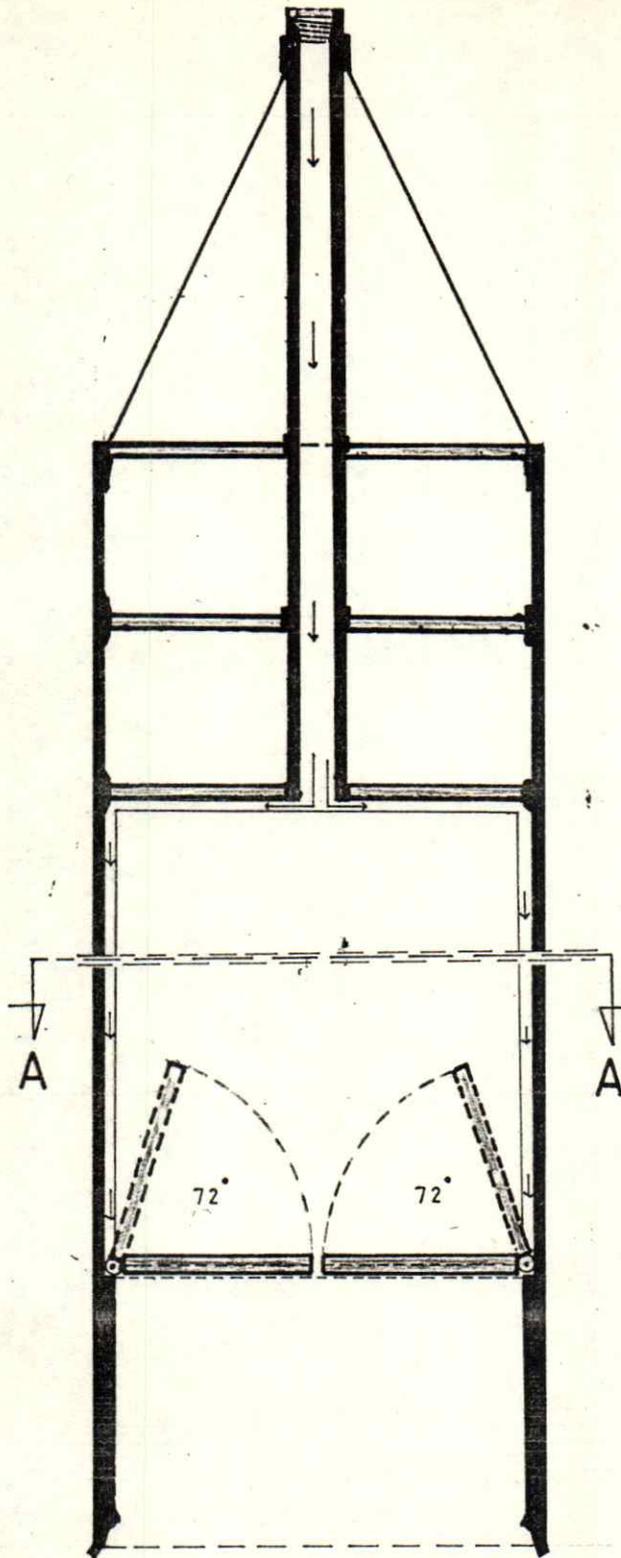


DETAIL S

1 : 10

Gambar 4.42

Design ringo barrel.

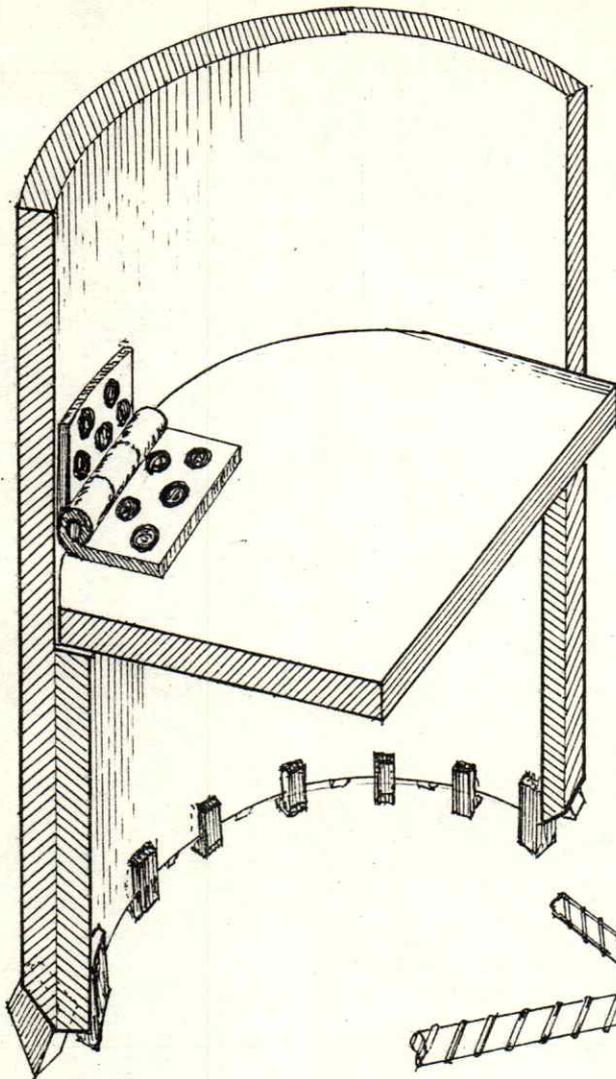


Tampak atas
Potongan A-A
SKALA 1 : 10

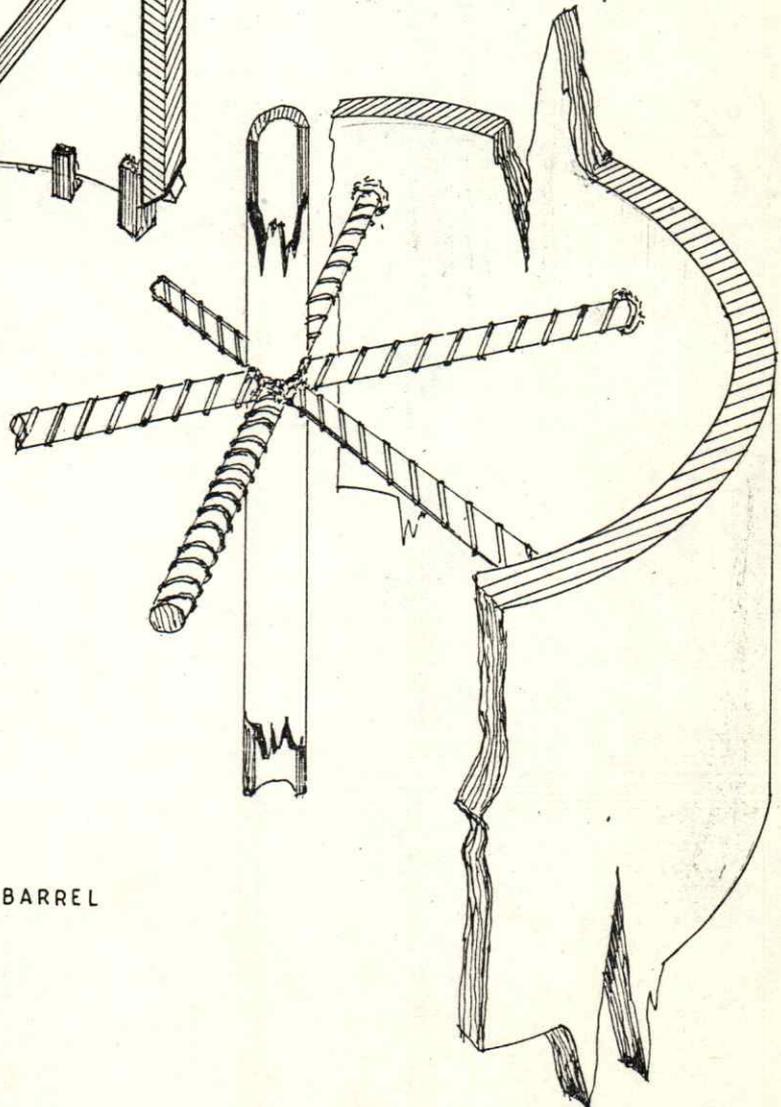
Gambar 4.43
DENAH RINGO BARREL
SKALA 1 : 10

DETAIL PERSPEKTIF PLAT BUKAAN
SKALA 1 : 20

IV - 43

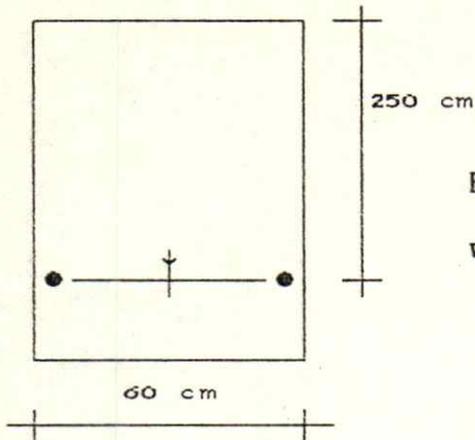


DETAIL PERSPEKTIF BESI
PENGAJU SILANG
SKALA 1 : 20



Gambar 4.44

DESIGN PINTU RINGO BARREL

Perhitungan Kekuatan Pintu dan Engsel Ringo Barell

Berat Material didalam Casing :

$$\begin{aligned}
 wt &= \frac{1}{4} \pi (0.6) * 2.50 * 1,8 \\
 &= 2.737 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

Gambar 4.46
Kontrol baut

Diameter baut 12 mm

$$\begin{aligned}
 P_q &= \frac{1}{4} (3.14) (1.2)^2 * 0.6 * 1400 \\
 &= 722.336 \quad \text{Kg.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5 \varnothing_{1,2} &= 5 * 722,336 \\
 &= 3611,68 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

$$= 3.6 \text{ ton} > W_t \rightarrow \text{OK Terhadap plat.}$$

Terhadap Melesak

$$\bar{\sigma}_m = 2 * \bar{\sigma}_m$$

$$P_{\text{melesak}} = d \cdot t_{\text{min}} * \bar{\sigma}_m$$

$$= 1,2 * 1,2 * 2 * 1400$$

$$= 4032 \text{ Kg}$$

$$= 4.032 \text{ Ton} > 2,737 \text{ Ton} \rightarrow \text{OK}$$

$$W_t = \frac{1}{4} (\pi) (\phi)^2 * 0,6 * 1400$$

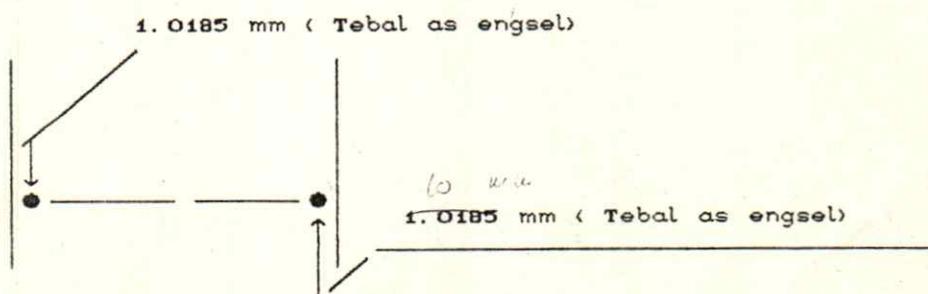
$$= \frac{4 W_t}{\pi (0.6) (1400)}$$

$$= \sqrt{\frac{4 W_t}{\pi (0.6) (1400)}}$$

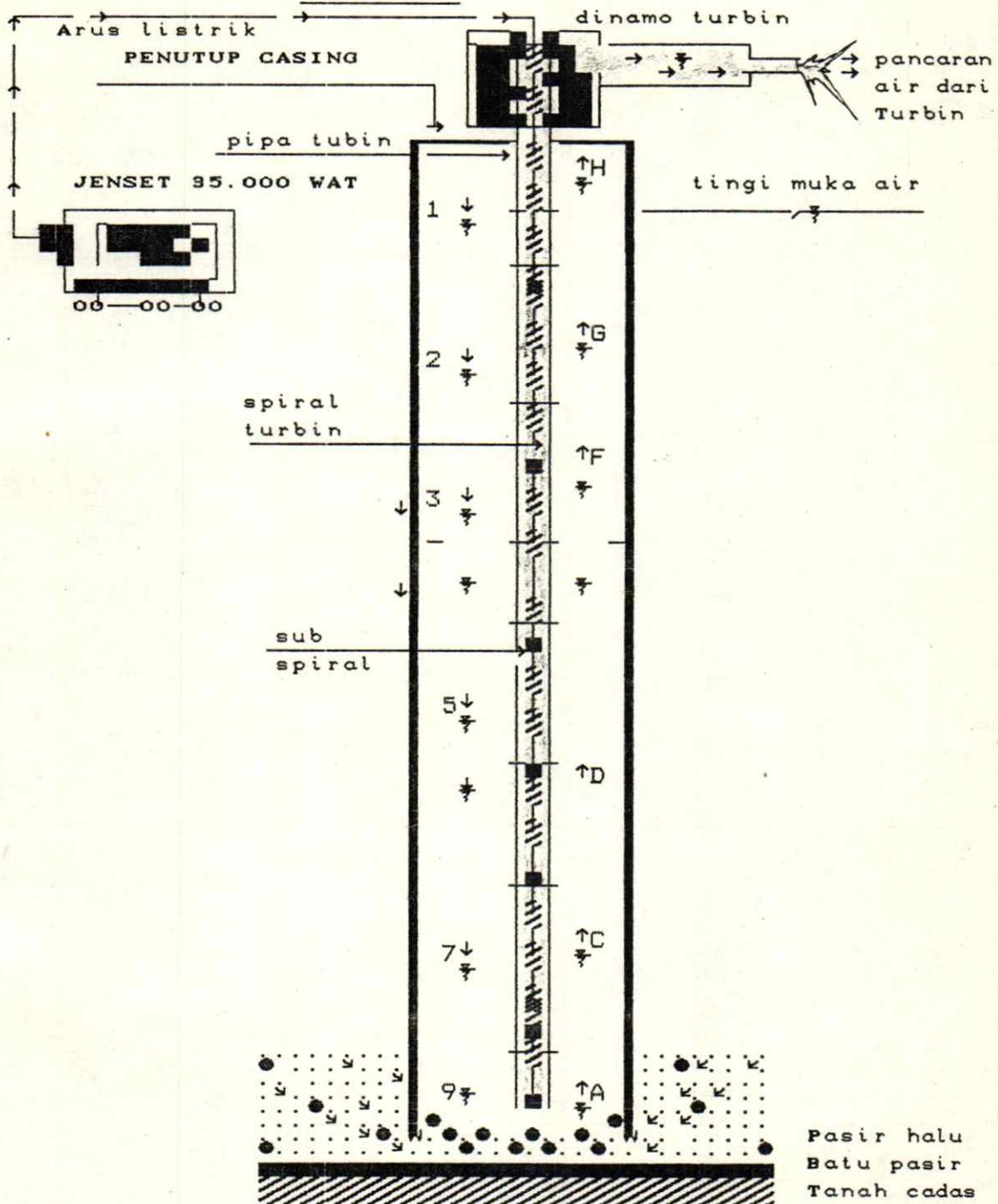
$$= \sqrt{\frac{4 (2737)}{3.14 (0.6) (1400)}}$$

$$= 2,037 \text{ cm (Untuk dua pintu).}$$

$$\text{Untuk satu pintu} = \frac{2,037}{2} = \underline{1,0185 \text{ mm.}}$$



Pembersihan casing

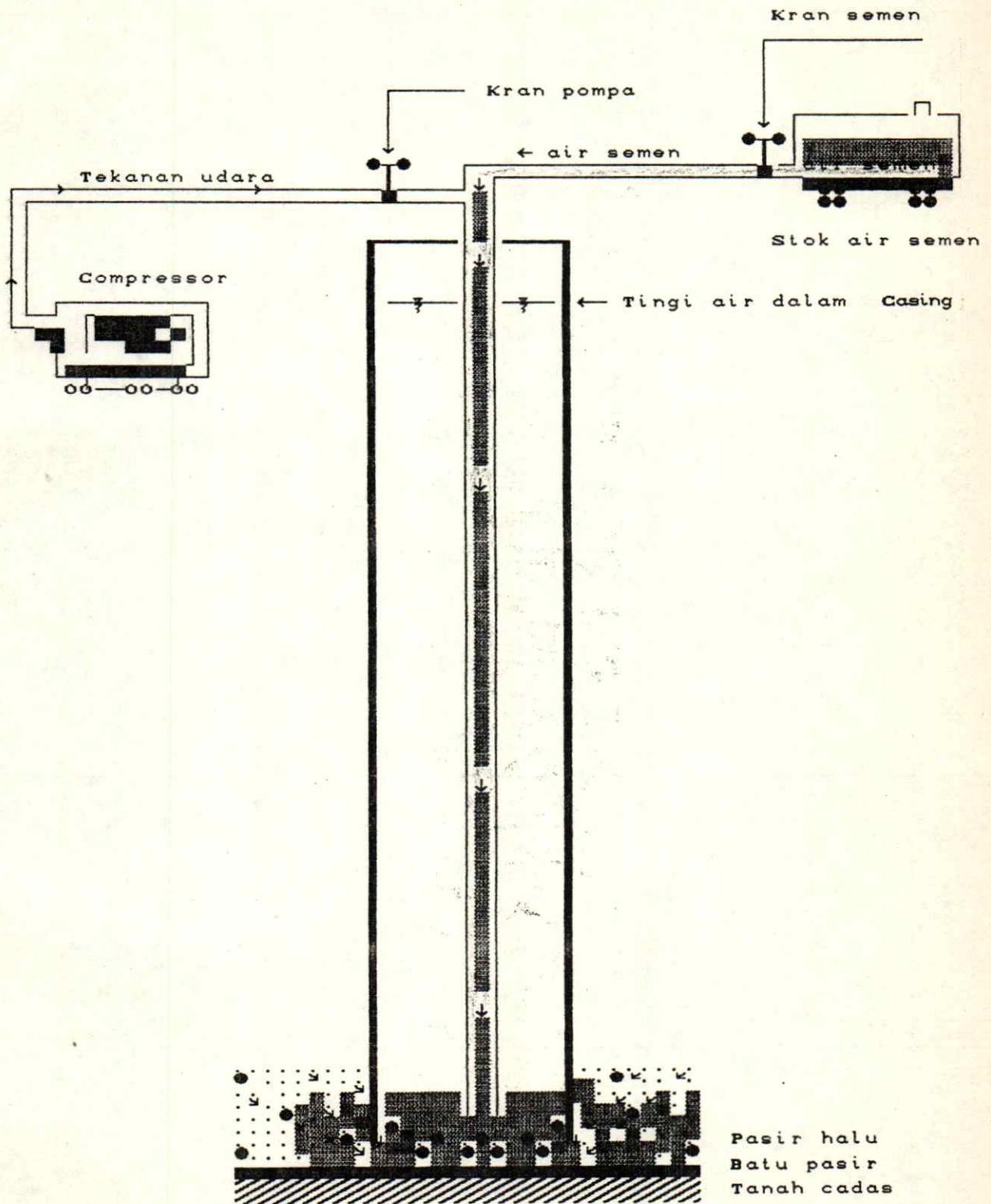


Gambar. 4.47 Pembersihan casing sebelum di injeksi dengan air semen.

4.1.3.4. Metode Pelaksanaan

Metode pengeboran di lokasi Jembatan Lasape Kabupaten Pinrang berbeda dengan metode pengeboran pada jembatan Tikke dan Karossa. Metode pengeboran pada lokasi ini menggunakan power yang lebih besar dan diameter *casing* serta mata bor juga digunakan yang lebih besar. Urutan pelaksanaan Metode tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Casing* diluncurkan dari atas kantilever dengan menggunakan rel peluncur dengan tujuan agar dapat mencapai titik sasaran yang sudah ditetapkan berdasarkan design .
2. Dalam posisi tegak *casing* dipancangkan dengan double hammer sampai batas kalendering 10 pukulan sama dengan 10 mm (*Casing* tidak dapat turun lagi).
3. Usaha untuk menurunkan *casing* digunakan bantuan alat bor (Bucket bit) sampai dapat mengebor sampai 1 m dibawah ujung *casing* selanjutnya dilakukan pemancangan Double hammer agar supaya (*casing* tersebut dapat turun kembali sampai mencapai kedalaman hingga *casing* dan mata bor tidak dapat lagi menembus lapisan berikutnya akibat adanya bolder kiriman.
4. Untuk mengatasi hambatan yang ditimbulkan oleh bolder kiriman tersebut atau gravel kiriman yang menumpuk di ujung mata bor dilakukan pengeboran *Ringo Barrel* agar gravel yang menumpuk pada ujung *Casing* tersebut dapat



Gambar 4.48 Injeksi air semen

Sambungan Rod

Ringo Barrel

Saluran Air

Mata Bor

Casing Ø 1 m

140 mm

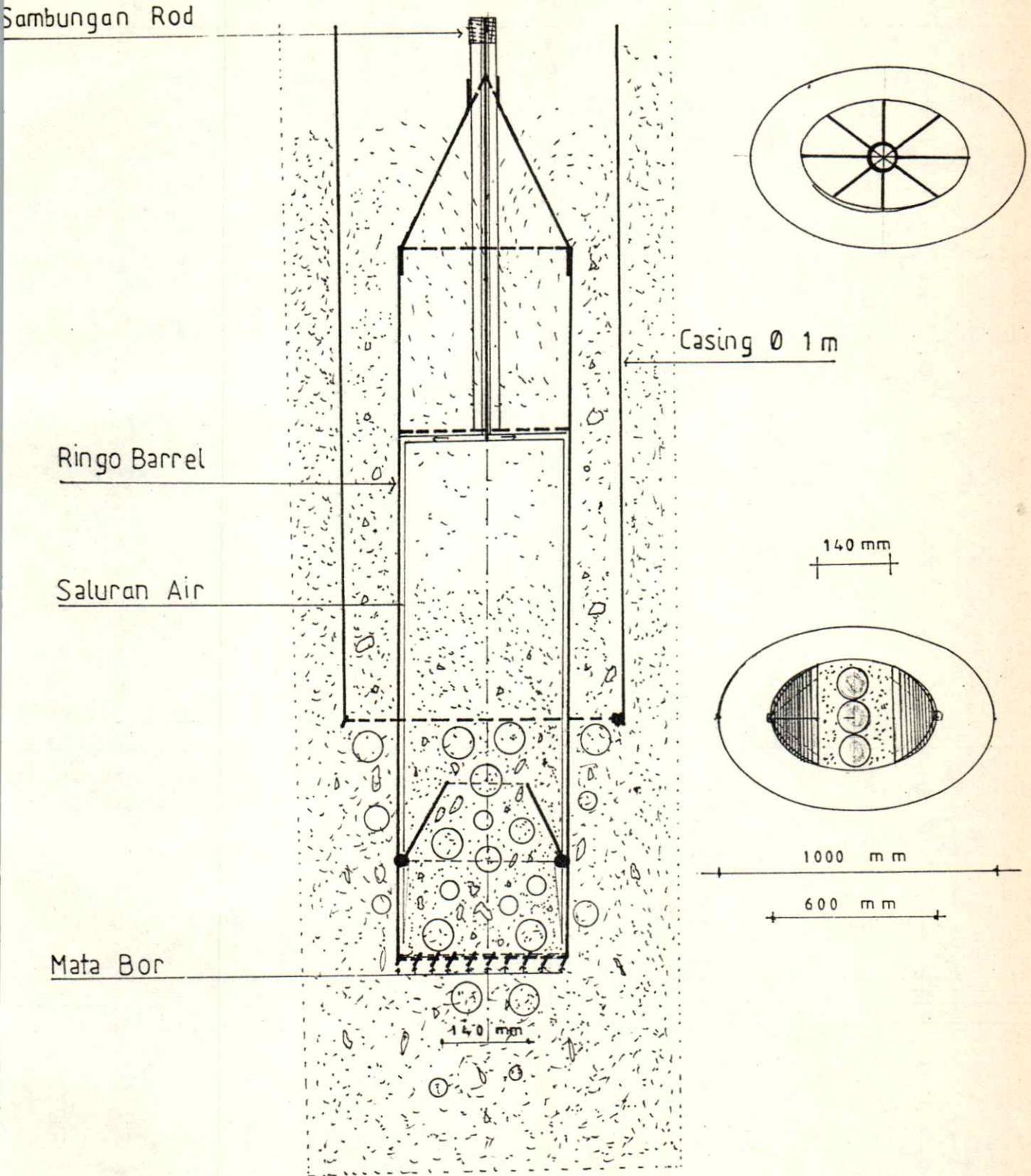
1000 mm

600 mm

140 mm

Gambar 4.48 Pengeboran ringo barrel

c



diangkat keatas permukaan.

5. Setelah bolder kiriman yang menumpuk diujung mata bor berhasil diangkat keatas permukaan, maka selanjutnya dapat dilanjutkan pengeboran Bucket bit. Hal ini dilaksanakan berulang kali sampai mendapat tanah atau batuan compak, cadas lunak.
6. Kemudian langkah selanjutnya diadakan injeksi apabila terjadi pendangkalan material-material didalam casing akibat pembersihan dan perilaku mata bor. Sistem injeksi pada lokasi pengeboran ini sama halnya seperti yang dilakukan pada Jembatan Karossa, yaitu penginjeksian batu atau gravel kiriman yang sifatnya untuk mengikat sementara antara butiran kasar sampai halus. Setelah penginjeksian ditunggu beberapa hari (semen sampai keras) baru bisa dilaksanakan pengeboran selanjutnya dengan menggunakan mata bor bit, mata bor bit ini fungsinya adalah untuk menghancurkan gravel menjadi butiran yang sangat halus dan dapat dikeluarkan melalui distribusi air yang di semprotkan melalui rod kemudian keluar melalui bagian atas casing dan ditampung pada suatu tempat untuk dapat di endapkan dan digunakan sebagai suatu perbandingan untuk langkah berikutnya. Setelah berhasil di injeksi maka pemboran selanjutnya dapat dilaksanakan dengan menggunakan mata bor bit sampai pada lapisan yang sangat keras .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN - SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat penulis kemukakan dari permasalahan pengeboran dalam adalah :

Dari hasil pengamatan penulis setelah mengikuti survey dan pengeboran di beberapa lokasi antara lain ; jembatan Tikke, jembatan Karossa, dan khususnya jembatan Lasape metoda pengeboran konvensional yang dilaksanakan belum tepat sehingga untuk mendapatkan hasil yang maksimal tidak tercapai, Kegagalan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain : *Derasnya arus air, kedudukan mesin bor yang kurang stabil, terjepitnya mata bor akibat runtuhnya pasir dan gravel, sulitnya mata bor menembus lapisan dalam akibat bolder kiriman atau pendangkalan akibat runtuhnya dinding lubangbor. Terjepitnya mata bor oleh tanah berbutir kasar khususnya pasir, disebabkan karena tanah pasir adalah tanah yang bersifat; nonkohesif, density besar, berbutir tunggal, serta mudah mengalami "liquifiction" bila menerima bebandinamis akibat getaran dari mata borsendiri. Sifat-sifat*

yang dimiliki pasir seperti tersebut diatas, menyebabkan pasir mudah melepas diri dari massanya dan menekan/membebaninya mata bor dalam, sehingga mata bor sulit berputar.

5.2 SARAN - SARAN

Untuk mengantisipasi hal semacam itu disarankan lebih tepatnya penggunaan beberapa sistim dan metoda, antara lain adalah :

- Untuk lantai kerja pada lokasi yang dalam dan arusnya tinggi, sangat tepat dilaksanakan sistim kantilever
- Untuk formasi tanah pasir dan gravel yang selalu runtuh, sangat tepat menggunakan casing tunggal, apabila hal itu dianggap tidak berhasil untuk menembus lapisan berikutnya maka, dipakai sistim double casing dengan bantuan wash boring dan dilengkapi mata bor.
- Pendangkalan pasir akibat runtuhnya pasir dapat diatasi dengan cara injeksi air semen
- Bolder kiriman akibat washboring dapat diatasi dengan menggunakan Ringo barrel untuk membuat suatu lobang pengeboran yang dalam, dibutuhkan suatu pengamatan serta pengambilan data - data yang lebih akurat untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan dapat dipertanggung jawabkan.

D A F T A R P U S T A K A

1. BRAJA M.DAS (1988) : " *Mekanika Tanah dan Prinsip rekayasa Geoteknik,* Erlangga Surabaya.
2. BOWLES J.E (1991) : " *Sifat-sifat Fisis dan Geateknis Tanah* " Erlangga Jakarta.
3. CRAIG.R.F (1989) : " *Mekanika Tanah* " Nova Jakarta.
4. DRISCOL Ph.D.Fg (1987) : " *Ground Water And Wells* " Published by Johnson Filtration Systems Inc, St Paul Minnesota.
5. DODY SETIA GRAHA (1987) : " *Batuan dan mineral,*" Erlangga Bandung.
6. HOLTZ ROBERT.D dkk (1981): " *Geotechnical Engineering Prentice* " Hall, Luc,Englewood Cliffs, New Jersey.
7. J. A. KATILI dkk (1963) : " *Geologi,*" Erlangga Jakarta.
8. LARS FORSSBLAD (1988) : " *Kompaksi Urukan Tanah dan batuan*" batuan," Erlangga Jakarta.

9. LANGE.M DAN MANOVA (1991) : " *Geologi Umum* " Gaya media pratma
Jakarta.
10. MITCHELL.J.K.(1976) : " *Fundamentals Of Soil Behavior.*"
New York.
11. SHIRLEY LH, Ir (1987) : " *Geoteknik dan Mekanika tanah* "
Erlangga Jakarta.
12. SMITH. M. J (1984) : " *Mekanika Tanah*" Erlangga Bandung
13. SUYONO SOSRO ,Ir (1989) : " *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi
terjemahan L .R Taulu pradaya
Pranata Paramita Jakarta.*
14. TERZAGHI K dkk (1967) : " *Soil Mechanics in engineering
Practice*", and edition, John -
wiley, New work.
15. VERHOEF P.N.W (1989) : " *Geologi Untuk Teknik Sipil* "
Erlangga Jakarta.
16. WESLEY L.D, (1977) : " *Mekanika Tanah*" Erlangga jakarta.

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------|
| - Daftar lampiran | V- i |
| - Gambar Situasi Sungai Tikke | V- 1 |
| - Data hasil pengeboran pada abutment arah Donggala (Titik bor B) | V- 2 |
| - Data hasil pengeboran pada abutment arah Mamuju (Titik bor A) | V- 3 |
| - Gambar Situasi Sungai Karossa | V- 4 |
| - Data hasil pengeboran pada abutment arah Donggala (Titik bor B) | V- 5 |
| - Data hasil pengeboran pada Pier Sungai Karossa (Titik bor C) | V- 6 |
| - Data hasil pengeboran pada abutment arah Mamuju (Titik bor A) | V- 7 |
| - Summary of Laboratory Test Result | V- 8 |
| - Gambar Situasi (Tampak atas) Jembatan Baru dan Jembatan lama Lasape. | V- 9 |
| - Gambar Situasi Lokasi Titik Bor | V-10 |
| - Data hasil Pemboran Pilot Hole Pier I | V-11 |
| - Data boring Log and S.P.T Test Result Pier I (B1) | V-12 |
| - Data boring Log and S.P.T Test Result Pier I (B2) | V-13 |
| - Lampiran Foto-Foto | V-14 |

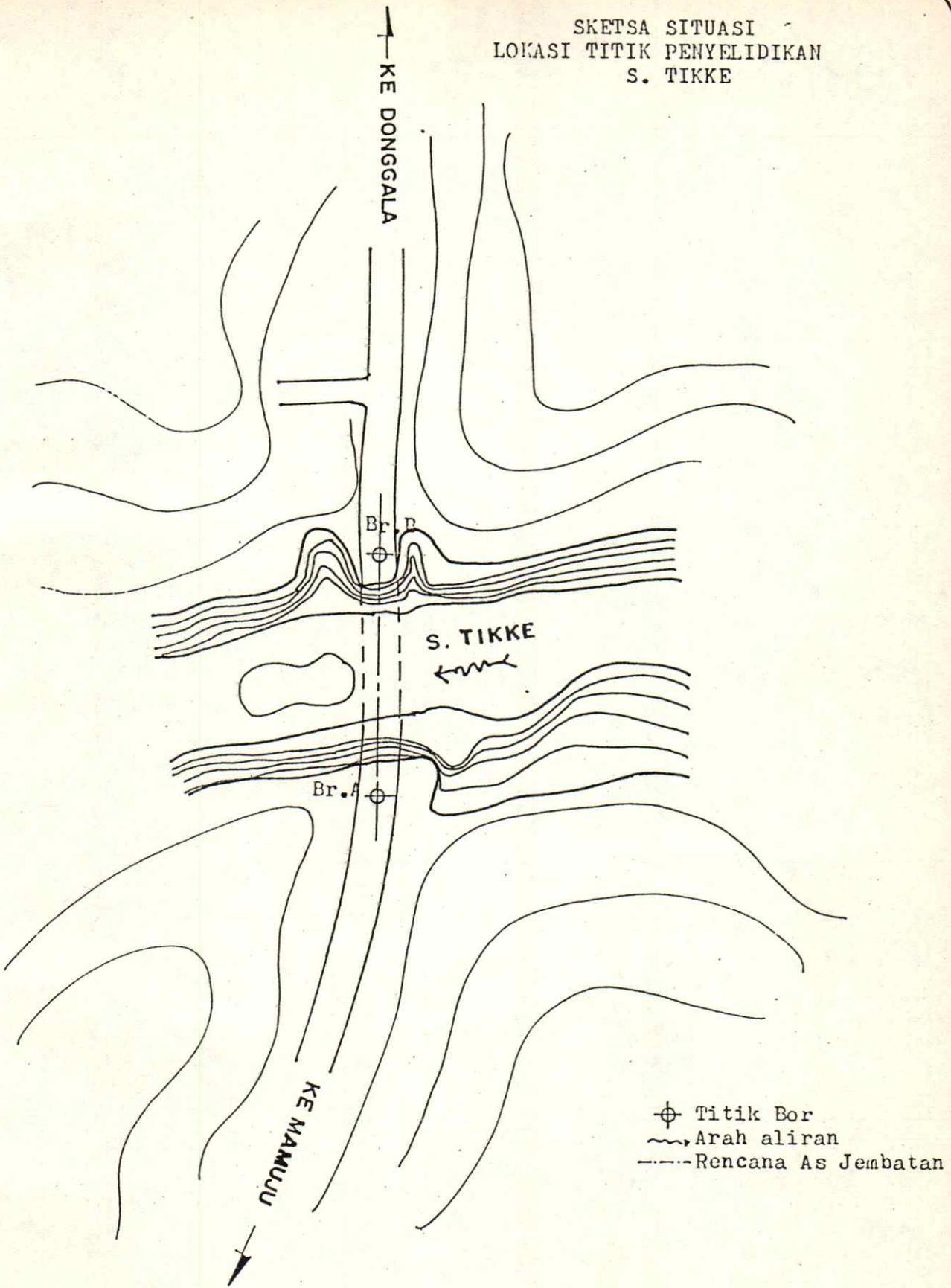
LAMPIRAN - LAMPIRAN

PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN 390 M
DI PROPINSI SULAWESI SELATAN

PENYELIDIKAN TANAH DAN MATERIAL

JEMBATAN S. TIKKE

SKETSA SITUASI
LOKASI TITIK PENYELIDIKAN
S. TIKKE

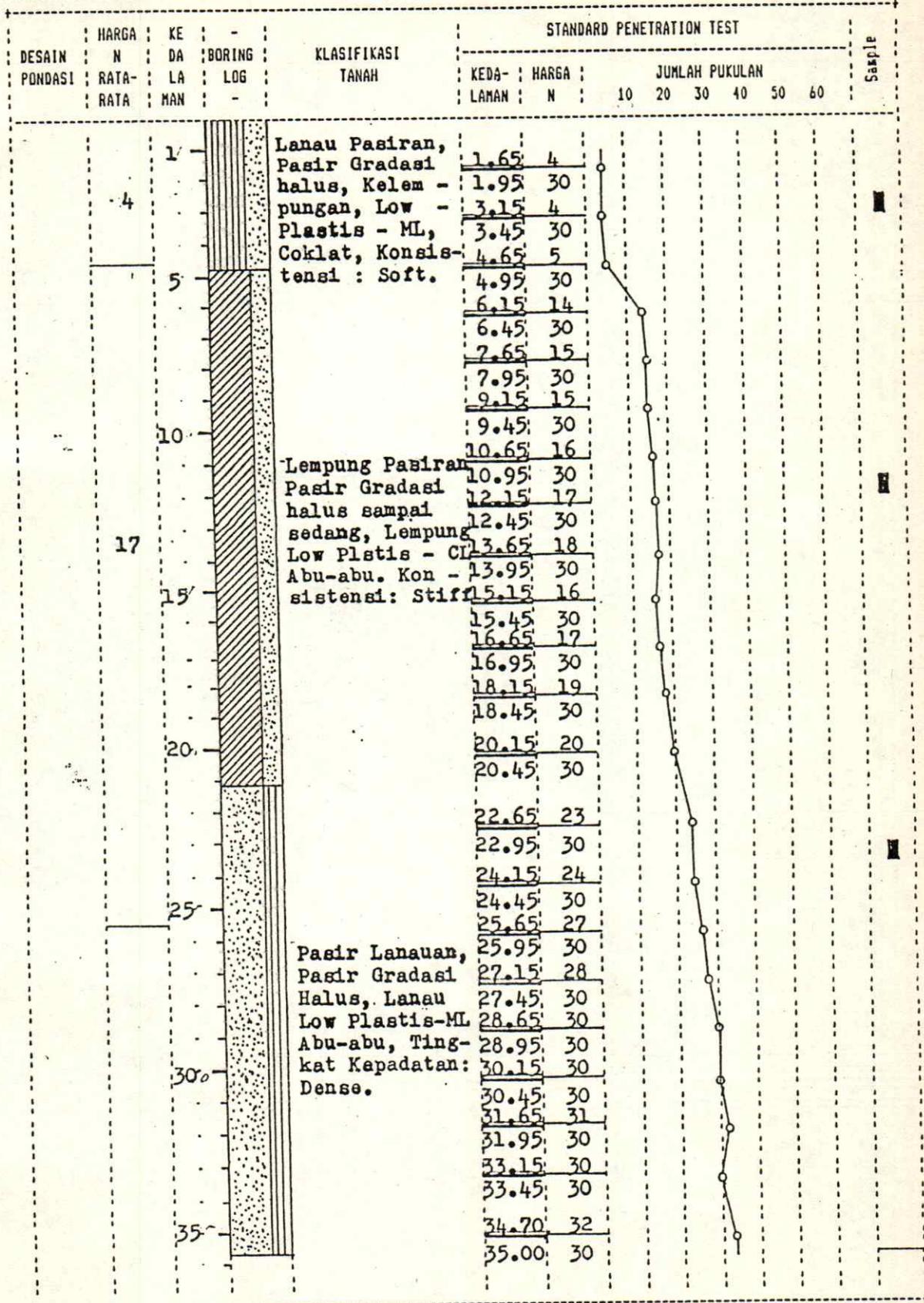


- ⊕ Titik Bor
- ~ Arah aliran
- - - Rencana As Jembatan

PROYEK : JEMBATAN S. TIKKE
 TITIK BOR B (ABUTMEN ARAH DONGGALA)

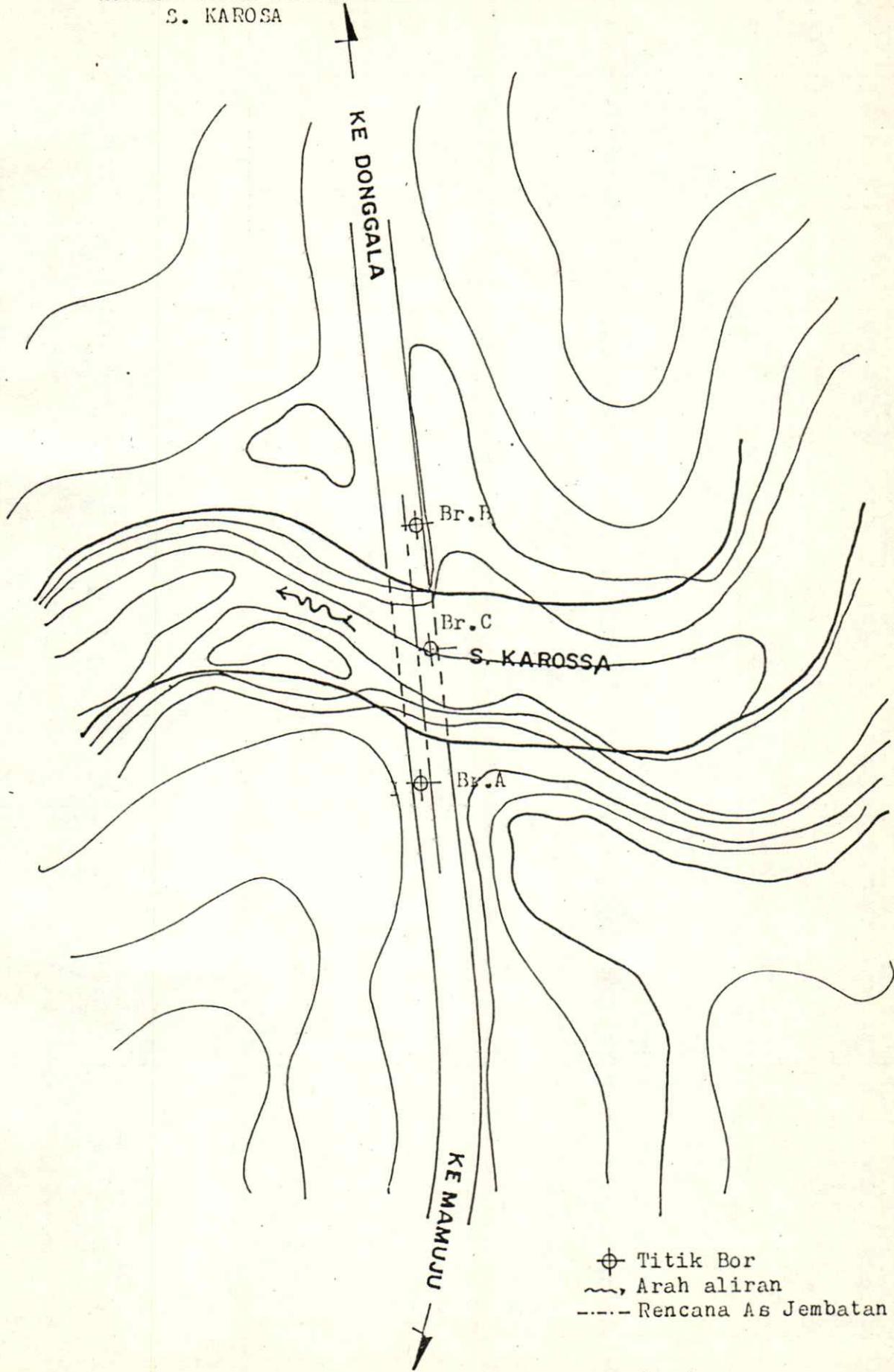
ELEVASI MUKA TANAH = + 25.003

ELEVASI MUKA AIR TANAH = + 22.053



■ Undisturbed Sample

SKETSA SITUASI
LOKASI TITIK PENYELIDIKAN
S. KAROSA

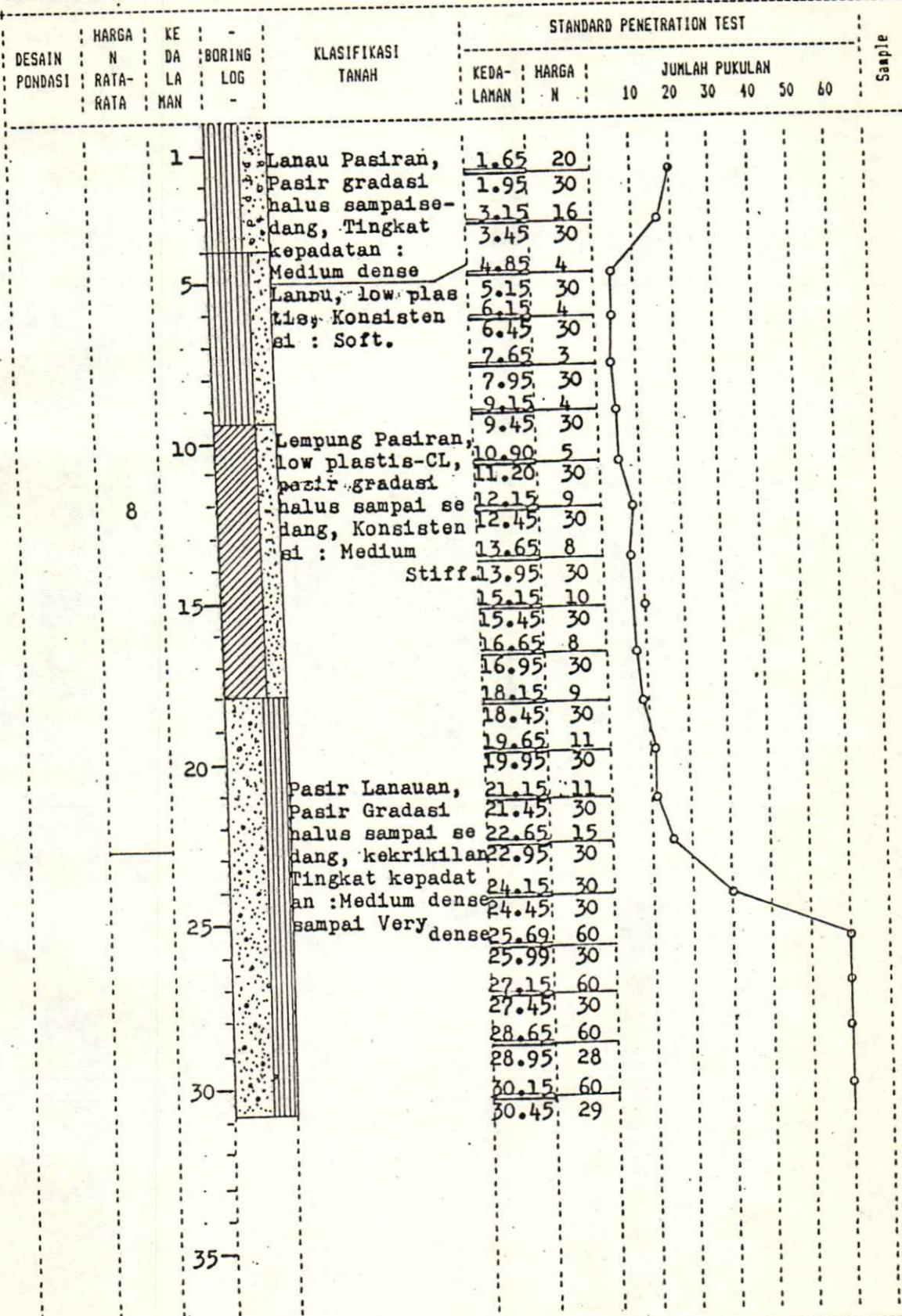


- ⊕ Titik Bor
- ~ Arah aliran
- Rencana As Jembatan

PROYEK : JEMBATAN S. KAROSA
TITIK BOR C (PIER JEMBATAN)

ELEVASI MUKA TANAH = + 22.813

ELEVASI MUKA AIR TANAH = + 22.702

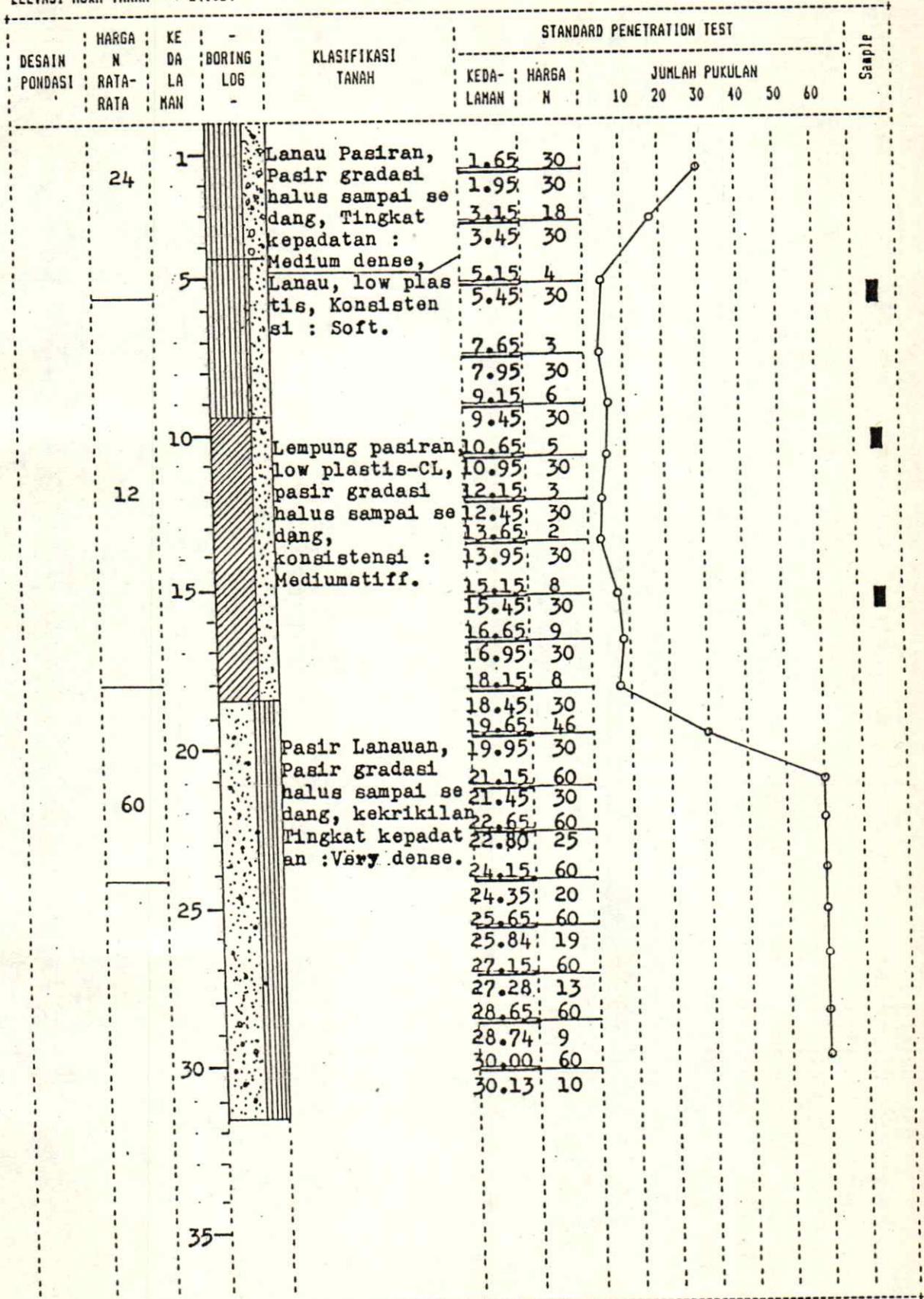


Undisturbed Sample

PROYEK : JEMBATAN S. KAROSA
 TITIK BOR B (ABUTMEN ARAH DONGGALA)

ELEVASI MUKA TANAH = + 24.064

ELEVASI MUKA AIR TANAH = + 22.792



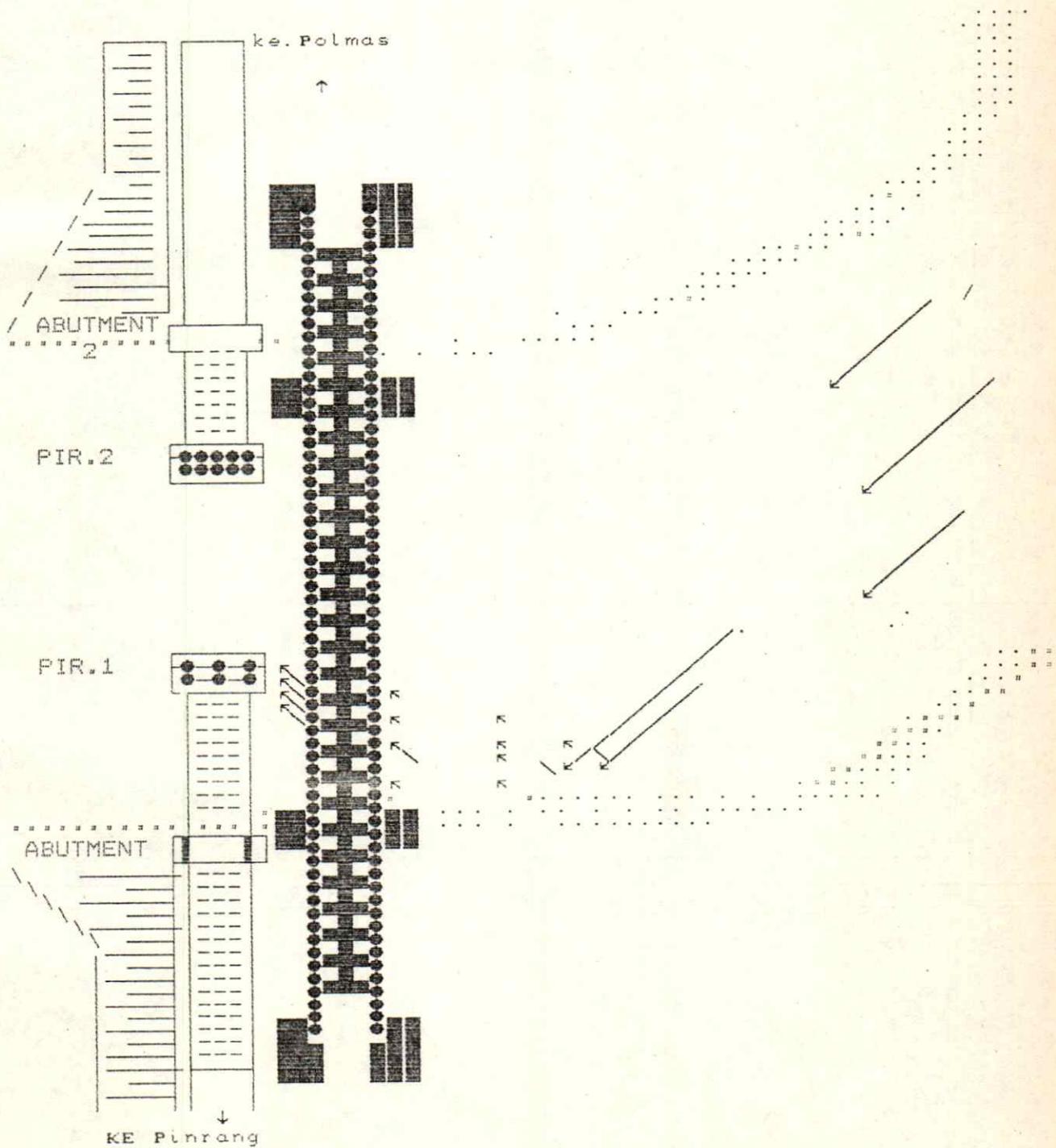
■ Undisturbed Sample

JEMBATAN: S. KAROSA

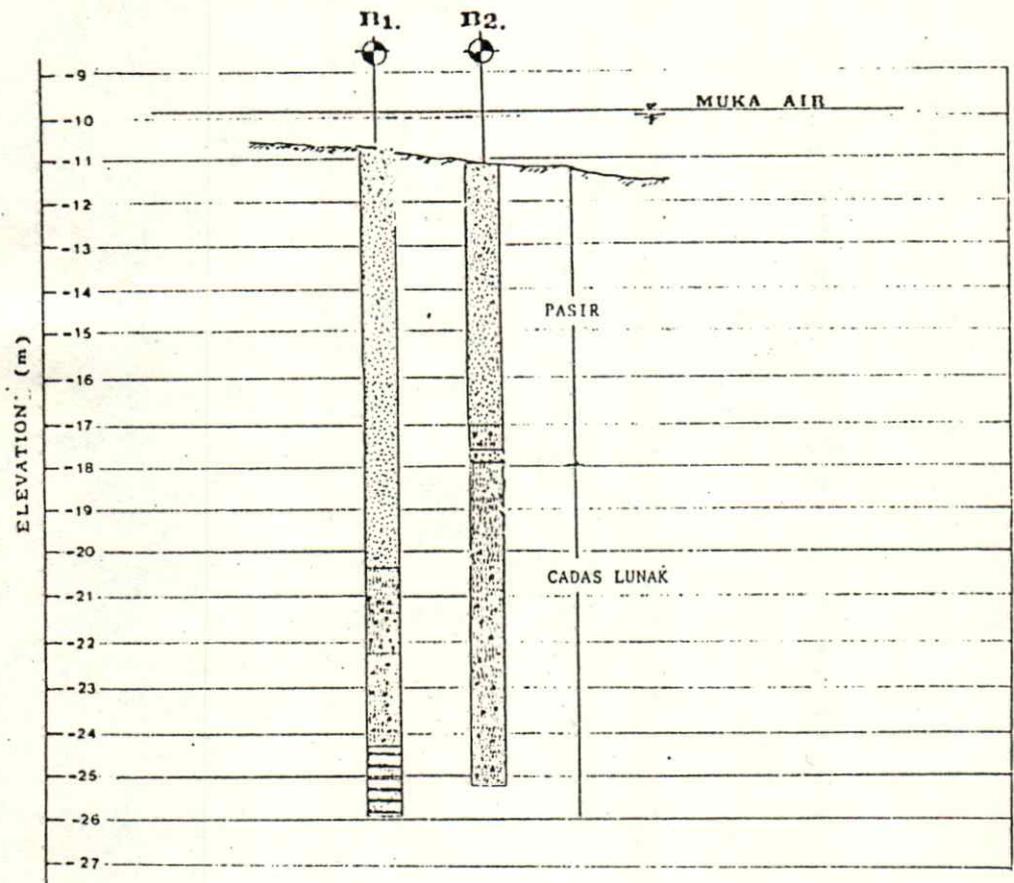
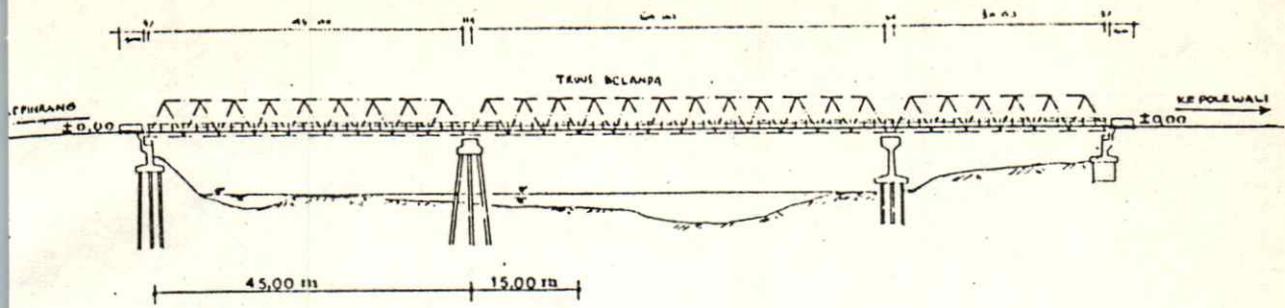
| Sample No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Bore Hole No. | in M : 5.50-6.00 : 10.00-10.50 : 15.50-16.00 : 5.50-6.00 : 10.00-10.50 : 15.50-16.00 | | | | | |
| Sample Depth | in 2 : 0.00 : 0.00 : 0.00 : 0.00 : 0.00 : 0.00 | | | | | |
| Gravel | in 2 : 24.00 : 30.00 : 28.00 : 24.00 : 25.00 : 28.00 | | | | | |
| Sand | in 2 : 68.00 : 55.00 : 60.00 : 69.00 : 58.00 : 60.00 | | | | | |
| Silt | in 2 : 8.00 : 15.00 : 12.00 : 7.00 : 17.00 : 12.00 | | | | | |
| Clay | in 2 : 40.20 : 38.00 : 48.80 : 40.80 : 38.25 : 40.50 | | | | | |
| Liquid Limit | in 2 : 28.44 : 22.15 : 29.09 : 28.39 : 21.61 : 27.47 | | | | | |
| Plastic Limit | in 2 : 11.76 : 15.85 : 11.71 : 12.41 : 16.64 : 13.03 | | | | | |
| Plasticity Index | in 2 : - : - : - : - : - : - | | | | | |
| Shrinkage Limit | in 2 : 2.601 : 2.611 : 2.632 : 2.628 : 2.591 : 2.611 | | | | | |
| Specific Gravity | in t/m ³ : 1.26 : 1.45 : 1.43 : 1.43 : 1.40 : 1.39 | | | | | |
| Dry Density | in cm/sec : - : - : - : - : - : - | | | | | |
| Coefficient of Permeability | in 2 : 40.82 : 30.59 : 32.05 : 38.66 : 32.95 : 33.58 | | | | | |
| Water Content | in t/m ³ : 1.78 : 1.90 : 1.68 : 1.89 : 1.86 : 1.86 | | | | | |
| Wet Density | in t/m ³ : 1.06 : 0.80 : 0.84 : 0.83 : 0.85 : 0.88 | | | | | |
| Void Ratio | in 2 : 0.51 : 0.44 : 0.46 : 0.45 : 0.46 : 0.47 | | | | | |
| Porosity | in 2 : - : - : - : - : - : - | | | | | |
| Degree of Saturation | in kg/cm ² : 0.19 : 0.23 : 0.14 : 0.16 : 0.48 : 0.48 | | | | | |
| Unc. Comp. Compressive Strength | in kg/cm ² : 0.09 : 0.10 : 0.08 : 0.07 : 0.20 : 0.17 | | | | | |
| Cohesion | in kg/cm ² : - : - : - : - : - : - | | | | | |
| Cohesion eff. | in Degree : 9.00 : 8.00 : 7.00 : 10.50 : 7.50 : 8.00 | | | | | |
| Angle of Internal Friction | in Degree : - : - : - : - : - : - | | | | | |
| Angle of Internal Friction eff. | in 2 : - : 5.916x10 ⁻³ : 7.616x10 ⁻³ : - : 16.250x10 ⁻³ : 3.6.250x10 ⁻³ | | | | | |
| Coef. of Consolidation | in t/m ³ : - : 0.2887 : 0.2203 : - : 0.2325 : 0.3645 | | | | | |
| Compression Index | in t/m ³ : - : 0.2887 : 0.2203 : - : 0.2325 : 0.3645 | | | | | |

menunjukkan ada beberapa macam tanah yang mempunyai sifat - sifat dan perilaku tertentu.

Perhatiakan gambar dibawah ini.



LASAPE BRIDGE LONGITUDINAL SECTION



SKALA VERTIKAL

CAMBAR SITUASI LOKASI TITIK-TITIK BOR

1 : 100

BORING LOG AND S.P.T. TEST RESULTS

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| PROJECT : JEMBATAN SUNGAI LASAPE | STARTED : 11 JULI 1987 | BORE HOLE NO: B ₁ |
| LOCATION: KAB. PINRANG SUL - SEL | FINISHED : 22 JULI 1987 | DRILL MASTER: TASMIN T. |
| GROUND ELEVATION : - 10,75 METER | TOTAL DEPTH : 15,30 M | LOGGED BY : TASMIN T. |
| G.WATER LEVEL : - 9,90 METER | BORING METHOD: WASU/CORE | CHECKED BY: Ir. YUSHIN M |

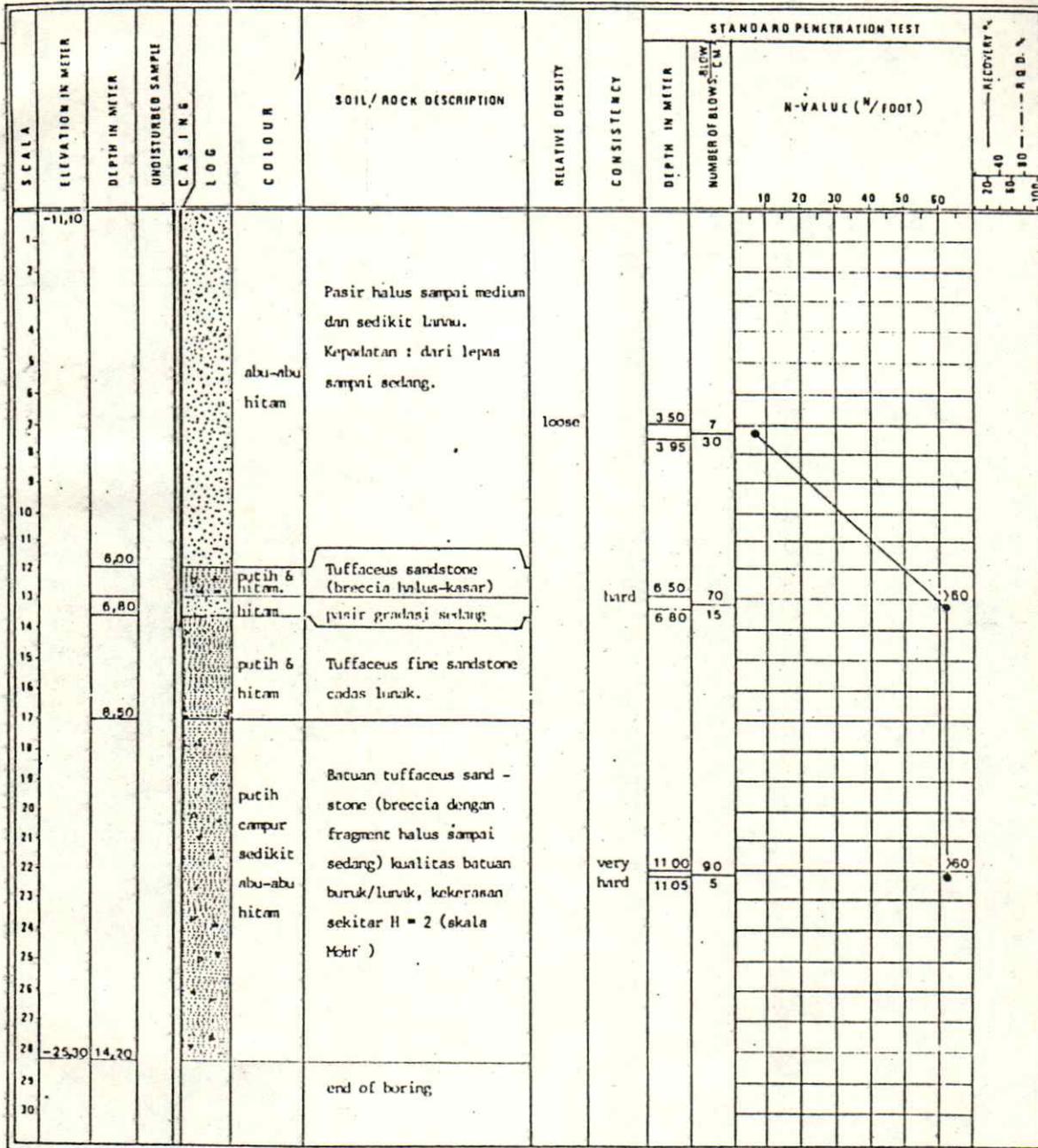
| SCALA | ELEVATION IN METER | DEPTH IN METER | UNDISTURBED SAMPLE | CASING LOG | COLOUR | SOIL/ROCK DESCRIPTION | RELATIVE DENSITY | CONSISTENCY | STANDARD PENETRATION TEST | | | |
|-------|--------------------|----------------|--------------------|------------|--------|---|------------------|-------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|-----|
| | | | | | | | | | DEPTH IN METER | NUMBER OF BLOWS / 30 CM | N-VALUE (N'/FOOT) | |
| | -10,75 | | | | | Pasir halus sampai medium sedikit lemas. Kepadatan : sedang sampai lepas | | | | | | |
| | | 9,70 | | | | Cadas lunak, batu pasir mengandung tuff.. | | | | | | |
| | | 10,10 | | | | | | | | | | |
| | | 11,65 | | | | Batuan tuffaceous sandstone terdapat sedikit kerikil kualitas batuan buruk | | | | | | |
| | | 13,70 | | | | Batuan tuffaceous sandstone (breccia dengan fragment halus sampai sedang), kualitas batu-batuan buruk. kekerasan sekitar H=2. | | hard | 12,00 | 60 | | >60 |
| | | 15,30 | | | | Batuan tuffaceous fine sandstone dan siltstone, kualitas batuan baik. | | very hard | 14,00 | 60 | | >60 |
| | | | | | | end of boring | | | 14,04 | 4 | | |

MULTIADI FORM 3.2.

- LEGEND:**
- Disturbed sample.
 - Undisturbed sample.
 - Clay.
 - Silt.
 - Sand.
 - Sandstone.
 - Siltstone.

BORING LOG AND S.P.T. TEST RESULTS

| | | |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| PROJECT : JEBATAN SUNGAI LASAPE. | STARTED : 24 JULI 1987 | BORE HOLE NO: B2. |
| LOCATION: KAB. PINRANG SUL - SEL. | FINISHED : 27 JULI 1987 | DRILL MASTER: TASHIN T. |
| GROUND ELEVATION : -11,00 METER | TOTAL DEPTH : 14,20M | LOGGED BY : TASHIN T. |
| G. WATER LEVEL : -9,90 METER | BORING METHOD: WASH/CONF. | CHECKED BY: Ir. YUSHIN M |



MULTIAD FORM 3.2.

LEGEND: Disturbed sample. Undisturbed sample.

Clay. Silt. Sand. Sandstone. Siltstone.

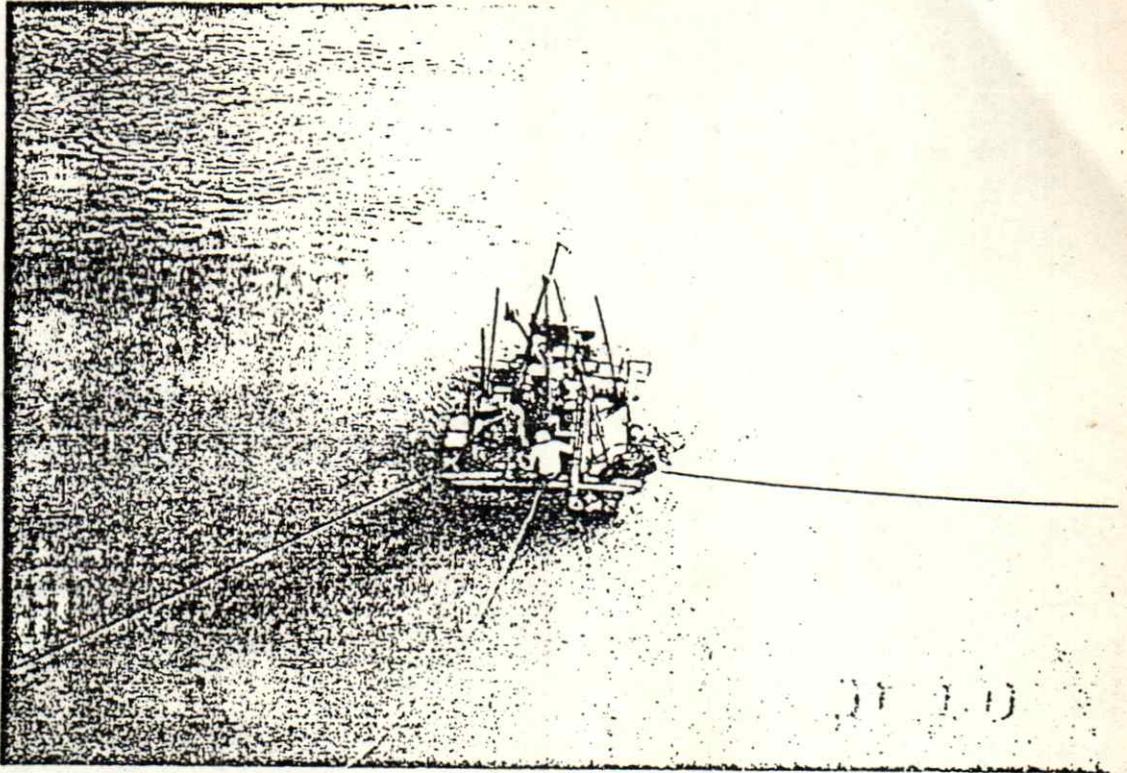


FOTO 1 : PELAKSANAAN PEMBORAN DI ATAS PONTON

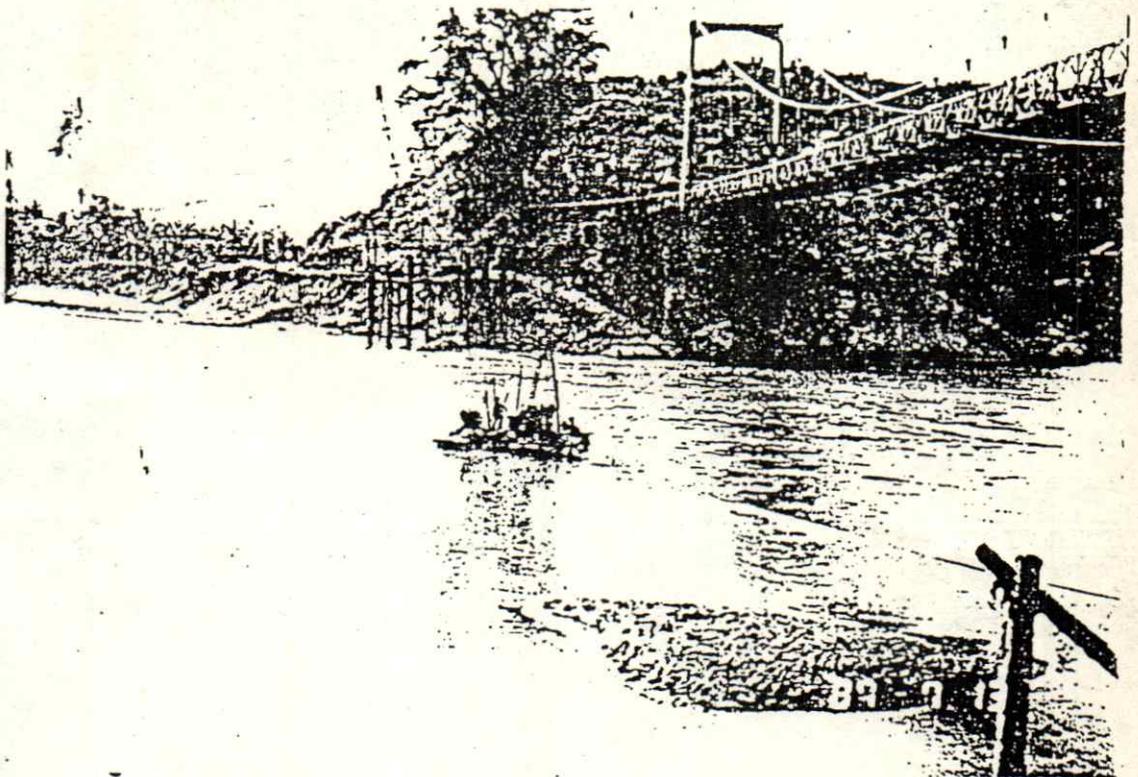


FOTO 2 : PELAKSANAAN PEMBORAN TITIK B1