

**PENENTUAN LETAK LAPISAN PIRIT ( $\text{FeS}_2$ ) PADA TAMBAK TANAH  
SULFAT MASAM BERDASARKAN DATUM REFERENSI LOKAL**

( Studi Kasus pada Tambak Percobaan Marana – Balai Penelitian Perikanan Pantai  
(BALITKANITA) Kabupaten Maros )

Skripsi



REKORD PENGUNJUKAN	
Tgl. Pengajuan	1-10-2001
Nama Pengunjung	Fahri Kelantana
Tempat	1 Epp
Alamat	Handik
No. Pengunjung	011001070
No. Buku	15683

Oleh

**ARIF SALEH**  
L111 94 042

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2001**

## RINGKASAN

**ARIF SALEH.** Penentuan Letak Lapisan Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) pada Tambak Tanah Sulfat Masam Berdasarkan Datum Referensi Lokal. (Di bawah bimbingan **MUH. FARID SAMAWI** sebagai Pembimbing Utama, dan **Hj. WINARNI MONOARFA MEAGAUNG** sebagai Pembimbing Anggota).

Tanah sulfat masam adalah jenis lahan yang kurang layak bagi pertanian namun berpeluang bagi peruntukan budidaya pesisir. Hal ini disebabkan karena tanah sulfat masam memiliki tingkat kemasaman yang sangat tinggi, disebabkan adanya kandungan pirit, toksisitas besi, aluminium dan logam berat lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kedalaman letak lapisan pirit yang merupakan potensi kemasaman pada tambak yang berasosiasi dengan tanah sulfat masam yang didasarkan datum referensi lokal. Analisis tanah pada penelitian ini mengacu pada Metode POCAS (Peroxide Oxidation Combined Acidity & Sulfate). Data yang diperoleh merupakan informasi bagi pengelolaan selanjutnya dari tambak tempat pengambilan data.

Penelitian ini dilaksanakan di tambak percobaan Balitkanta yang berlokasi di Desa Marana, Kecamatan Maros Utara, Kabupaten Maros, sejak pertengahan bulan Mei sampai pertengahan bulan Agustus 2001.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelataran tambak pada lokasi pengambilan sampel rata-rata berada 40 cm di atas Mean Sea Level (MSL), sedangkan lapisan pirit dengan persentase tinggi mempunyai ketebalan 50 cm yang terletak pada kedalaman 20 hingga 70 cm di atas MSL atau berada antara lapisan olah dengan Mean Sea Level (MSL).

PENENTUAN LETAK LAPISAN PIRIT ( $\text{FeS}_2$ ) PADA TAMBAK TANAH  
SULFAT MASAM BERDASARKAN DATUM REFERENSI LOKAL  
(Studi Kasus pada Tambak Percobaan Marana – Balai Penelitian Perikanan  
Pantai (BALITKANTA) Kabupaten Maros)

Oleh

ARIF SALEH

Skripsi sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana  
pada

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,  
Universitas Hasanuddin

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2001

Judul Skripsi : PENENTUAN LETAK LAPISAN PIRIT ( $\text{FeS}_2$ ) PADA  
TAMBAK TANAH SULFAT MASAM BERDASARKAN  
DATUM REFERENSI LOKAL  
(Studi Kasus pada Tambak Percobaan Marana – Balai  
Penelitian Perikanan Pantai (BALITKANTA) Kabupaten  
Maros

Nama Mahasiswa : ARIF SALEH

Nomor Pokok : L111 94 042

Skripsi telah diperiksa

Dan disetujui oleh :

Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.  
Pembimbing Utama

Dr. Ir. Hj. Winarni Monoarfa Meagaung, M.S.  
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh



Ir. Svamsu Alam Ali, M.S.  
Dekan



Dr. Ir. Ambo Tuwo, DEA.  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 27 Agustus 2001

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 21 Nopember 1975 di Sikapa, Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru. Orang tua bernama Tuwo dan Sitti Aisyah. Pada tahun 1988 lulus SD Inpres Sikapa Kabupaten Barru, tahun 1991 lulus SMP Negeri Sikapa Kabupaten Barru, dan tahun 1994 lulus

SMA Negeri I Barru Kabupaten Barru. Pada tahun 1994 penulis berhasil diterima pada Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan Anugerah-Nya sehingga penelitian dan skripsi ini terselesaikan.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan sejak akhir bulan Mei sampai pertengahan bulan Agustus 2001 dengan lokasi pengambilan sampel di tambak percobaan Balitkanta di Desa Marana, Kecamatan Maros Utara, Kabupaten Maros.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah sudi membantu, sejak persiapan, pelaksanaan hingga pembuatan skripsi setelah penelitian selesai. Terima kasih yang tulus penulis ucapkan kepada :

1. Bapak **Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.** sebagai pembimbing utama dan Ibu **Dr. Ir. Hj. Winarni Monoarfa Meagaung, M.S.**, sebagai pembimbing anggota, yang telah ikhlas meluangkan waktunya bersusah payah memberikan nasehat, petunjuk dan bimbingan kepada penulis sejak dari awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak **Ir. Syamsu Alam Ali, M.S.**, sebagai Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
3. Bapak **Dr. Ir. Ambo Tuwo, DEA**, sebagai Ketua Program Studi dan Ketua Jurusan Ilmu Kelautan, beserta seluruh staf dosen dan pegawai yang telah

banyak memberikan bantuan , langsung maupun tak langsung, selama penulis mengikuti pendidikan.

4. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dorongan moril dan doa yang tak putus-putusnya sehingga meringankan langkah penulis untuk menghadapi segala kesulitan yang menghadang, begitu pula saudara dan sanak keluarga lainnya yang telah memberikan motivasi, dukungan moril dan materil.
5. Bapak **Dr. Taufik Ahmad, APU**. Kepala Balai Penelitian Perikanan Pantai di Maros yang telah memberikan izin penelitian di tambak percobaan Marana milik Balitkanta.
6. Bapak **Tarunamulia, ST**. Leadership ACLAR Project of Indonesia (kerjasama Australia – Indonesia) di Balitkanta Maros, yang telah banyak mengarahkan, memberikan motivasi serta bantuan moril dan materil mulai dari persiapan penelitian sampai selesainya skripsi ini.
7. Ibu **Dra. Rosiana Sabang** . Kepala Laboratorium Tanah Balitkanta yang telah banyak memberikan bantuan moril dan materil, baik di lapangan, maupun di laboratorium.
8. Kepada rekan-rekan mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan Unhas dan rekan-rekan dari Fakultas Perikanan Unhalu yang telah memberikan bantuan dalam penelitian ini, serta kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga selesainya skripsi ini.

Adanya keterbatasan pengetahuan pada penulis membuat skripsi ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

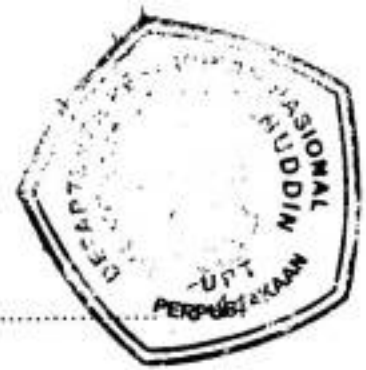
Makassar, Agustus 2001

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	4
Metoda Penelitian .....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
Tanah Sulfat Masam .....	6
Pasang Surut .....	9
BAHAN DAN METODE .....	16
Waktu dan Tempat .....	16
Alat dan Bahan .....	17
Prosedur Penelitian .....	18
Analisis Data .....	27
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	28
Kondisi Pasang Surut dan Topografi Lokasi Penelitian .....	32
Tingkat Kemasaman Tanah Tambak .....	36
Letak Lapisan Pirit terhadap MSL Lokal .....	39
KESIMPULAN DAN SARAN ... ..	44
Kesimpulan .....	44



Saran .....	
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN .....	47

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
	<u>Teks</u>	
1.	Delapan Komponen Utama Pasang Surut yang Sering Digunakan dalam Peramalan Gelombang Pasang Surut .....	14
2.	Beberapa Jenis Mangrove yang Dijumpai pada Lokasi Penelitian .....	29
3.	Hasil Analisis Beberapa Variabel tanah Tambak .....	31
4.	Hasil Analisis Lapangan dari Warna dan Tekstur Tanah .....	32
5.	Ketinggian Beberapa Permukaan Penting Pasut dengan Referensi MSL .....	34
6.	Nilai Peubah-peubah Penentu Tingkat Kemasaman dan Sumber Kemasaman pada Lokasi Penelitian .....	37
	<u>Lampiran</u>	
1.	Data Hasil Pengamatan Pasang Surut di Lokasi Penelitian .....	48
3.	Data Hasil Pengukuran, Analisis Lapangan dan Analisis Laboratorium .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gambaran Sederhana tentang Terjadinya Pasang Surut .....	10
2.	Pengikatan Duduk Tengah Sementara ke Titik Tinggi Acuan (BM) .....	21
3.	Skema Penelitian untuk Penentuan Kedalaman Lapisan Pirit Berdasarkan Datum Referensi Lokal di Tambak Marana .....	26
4.	Lokasi Pengukuran Pasut di Sungai Pasang Surut Marana yang Merupakan Sumber Air Utama Pertambakan pada Musim Kemarau .....	30
5.	Grafik Tipe Pasang Surut pada Lokasi Penelitian dan Perbandingannya dengan Tipe Pasang Surut pada Dua Stasiun yang Berbeda pada Saat yang Sama .....	35
6.	Perbandingan Kecenderungan Nilai Beberapa Peubah Penentu Tingkat Kemasaman dan Sumber Kemasaman pada Berbagai Lapisan Kedalaman yang Terukur dari Pelataran Tambak pada Lokasi Penelitian .....	38
7.	Letak Lapisan Pirit terhadap MSL Lokal serta Hubungannya dengan Variabel Potensi Kemasaman Penentu Keberadaan Pirit .....	41
8.	Distribusi Horisontal % Pirit pada Ketinggian (A=50 cm dan B=30 cm) dari MSL .....	43
<b>Lampiran</b>		
2.	Diagram Penentuan Tekstur Tanah dengan Metode Rasa .....	49
4.	Layout Lokasi Penelitian dan Stasiun Pengamatan di Marana .....	61

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Potensi tanah sulfat masam di Indonesia mencapai 6,7 juta hektar dan yang berasosiasi dengan tanah salin seluas 2,4 juta hektar, umumnya terdapat pada lahan pasang surut payau di kawasan pesisir. Lahan tersebut dinilai kurang layak bagi peruntakaan pertanian, namun berpeluang bagi peruntukan budidaya perikanan pesisir bila didukung oleh sumber air yang memadai (Hanafi 1998b).

Beberapa kendala yang dijumpai pada tanah sulfat masam adalah tingkat kemasaman yang sangat tinggi ( $\text{pH} < 4$ ), adanya kandungan pirit, toksitas besi, aluminium dan beberapa logam berat lainnya dan sulfat tinggi serta kurang tersedianya fosfor (Sammut 1997). Selama periode musim kemarau yang panjang akan terjadi oksidasi pirit dan senyawa yang berpotensi masam, pada bagian tanah yang tidak terendam air, seperti pematang. Selanjutnya pada awal musim hujan akan terjadi erosi dan kelarutan senyawa masam dan toksik tersebut masuk kedalam tambak, sehingga bisa berakibat fatal bagi udang atau ikan. Penurunan kualitas lingkungan tambak secara drastis akibat kelarutan unsur toksik dan peluruhan unsur yang berpotensi masam dapat mengakibatkan pertumbuhan udang dan ikan menjadi lambat dan bahkan menyebabkan kematian mendadak. Selain itu pertumbuhan alga dapat terhambat oleh rendahnya pH, konsentrasi aluminium yang tinggi, dan rendahnya unsur fosfat. Respon berbagai tipe tanah terhadap pertumbuhan pakan

alami menunjukkan bahwa tanah dengan pH rendah kurang baik untuk pertumbuhan jasad pakan (Hanafi 1998a). Secara umum kemasaman tanah, erosi pematang dan kekeruhan dalam air di tambak akan menurunkan produktivitas tambak bila tidak dikelola dengan tepat (Smith 1996).

Daerah pasang surut di bawah iklim sedang, jarang ditumbuhi tanaman mangrove, tetapi pada iklim tropik biasanya ditutupi oleh hutan mangrove, jenuh air dan adanya sulfat dari laut, yang memungkinkan terbentuknya pirit. Jika besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) atau besi sulfida ( $\text{FeS}$ ) tersedia, maka pirit ( $\text{FeS}_2$ ) akan terbentuk. Aerasi dari sedimen-sedimen berpirit menyebabkan mikroba dari pengoksidasi pirit membentuk asam sulfat jika tidak ada penetral kemasaman seperti  $\text{CaCO}_3$ . Aerasi dan kemasaman dapat diciptakan dengan drainase alami atau buatan dari sedimen-sedimen berpirit, yang menghasilkan tanah sulfat masam yang umumnya mempunyai pH 3 dan 4 yang memperlihatkan warna kuning berkarat dari mineral jarosit ( $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ) (van Breemen 1982). Disamping ciri tersebut, tanah sulfat masam ditandai pula dengan adanya lubang kepiting lumpur, tanah pelataran tambak yang retak-retak saat dikeringkan, lingkungan tambak atau tambak itu sendiri berasal dari hutan mangrove terutama jenis *Rhizophora sp* dan *Nypa sp.*, pematang ditumbuhi oleh rumput teki dan tumbuhan beluntas.

Pirit terbentuk pada kondisi lahan terendam total, sedimen salin yang mengandung besi dan cukup tersedianya sumber bahan organik yang terurai. Bakteri menguraikan bahan organik pada kondisi anaerob dan mereduksi sulfat menjadi

sulfida. Hasil akhir dari proses ini adalah pirit yang dikenal sebagai potensi tanah sulfat masam (Pons dkk. 1982).

Kegiatan konstruksi dalam upaya pemanfaatan lahan marginal tambak-tambak yang berasosiasi dengan tanah sulfat masam akan menghadapi permasalahan yang cukup kompleks terutama dalam hal pembukaan lahan baru, penggalian tambak dan peninggian pematang dari tanah hasil galian tersebut serta kegiatan-kegiatan penggunaan lahan lain di sekitar tambak yang mengarah pada penggalian dan pengangkatan material dasar, karena kegiatan tersebut tanpa disadari akan membangkitkan potensi kemasaman dari pirit yang terdapat pada lapisan kedalaman tertentu dalam tanah yang sangat membahayakan usaha budidaya (Tarunamulia 2001).

Upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi keberadaan potensi kemasaman pada tambak tanah sulfat masam telah banyak dipraktekkan, namun pada kenyataannya hasil yang diperoleh belum pada taraf maksimal. Hal ini disebabkan karena tidak adanya informasi tentang letak lapisan (secara vertikal / kedalaman), yang berpotensi menaikkan kadar kemasaman, khususnya lapisan pirit yang belum diketahui secara pasti, sehingga aplikasi teknologi seperti teknik remediasi akan mengalami hambatan dalam menetapkan model perlakuan dan kalkulasi bahan baku untuk menetralkan potensi kemasaman tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mendapatkan model penentuan lapisan pirit pada tambak tanah sulfat masam terhadap suatu datum referensi yang dapat dikenali

dan dimanfaatkan secara praktis oleh petani tambak dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dengan memanfaatkan sifat harmonis dari pasang surut.

### Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kedalaman letak lapisan pirit yang merupakan potensi kemasaman pada tambak yang berasosiasi dengan tanah sulfat masam yang didasarkan pada datum referensi lokal.

Kegunaan dari penelitian ini adalah terciptanya suatu metode yang dapat digunakan secara praktis untuk mengantisipasi keberadaan potensi kemasaman dalam upaya peningkatan produktivitas lahan marginal tambak tanah sulfat masam.

### Metoda Penelitian

#### a. Batasan Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan hanya pada tambak percobaan Balitkanta di Kelurahan Marana, Kecamatan Maros Utara, Kabupaten Maros.

#### b. Batasan Materi Kajian

##### - Faktor Kimia


Penelitian ini hanya pada pengukuran peubah kimia tertentu dari tanah yang merupakan variabel-variabel pendukung untuk mendapatkan nilai kadar pirit, yakni  $pH_F$  (pH Field),  $pH_{fox}$  (pH Field Oxidation), reaksi peroksida, potensial



redoks,  $\text{pH}_{\text{OX}}$  (pH oksidasi), TPA (Total Potential Acidity), TAA (Total Actual Acidity), TSA (Total Sulfidic Acidity) dan Kadar Pirit itu sendiri.

- Faktor Fisik

Pengukuran faktor fisiknya hanya pada komponen-komponen dari gelombang dan pasut yang menjadi pendukung untuk menentukan titik Mean Sea Level (MSL). Disamping itu juga penentuan tekstur dan warna tanah.



## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Sulfat Masam

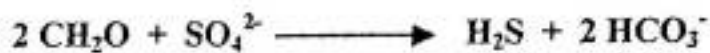
Tanah sulfat masam adalah nama yang biasa diberikan pada tanah yang mengandung besi sulfida ( $\text{FeS}$ ). Tanah sulfat masam terbentuk dari "mud clay" dimana kandungan bahan organik dan sulfidanya tinggi serta mempunyai pH yang bervariasi dari 6,0 sampai 7,5. Liat tersebut dibentuk dari sedimentasi bahan-bahan suspensi pada daerah pasang surut dengan vegetasi mangrove dan permukaan air yang konstan. Selama proses dekomposisi dan dalam sedimen dengan vegetasi *Rhizophora* spp, sejumlah sulfat direduksi menjadi sulfida. Proses reduksi ini berlangsung dalam suasana kandungan bahan organik yang cukup. Terdapat korelasi positif antara sulfida dan kandungan bahan organik di berbagai sedimen pantai.

Daerah pasang surut di bawah iklim sedang jarang ditumbuhi tanaman mangrove, tetapi pada iklim tropik biasanya ditutupi oleh hutan mangrove, jenuh air dan adanya sulfat dari laut memungkinkan terbentuknya pirit. Jika besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) atau besi sulfida ( $\text{FeS}$ ) tersedia, maka pirit ( $\text{FeS}_2$ ) akan terbentuk. Aerasi dari sedimen-sedimen berpirit menyebabkan mikroba dapat mengoksidasi pirit membentuk asam sulfat, jika tidak ada penetral kemasaman seperti  $\text{CaCO}_3$ . Aerasi dan kemasaman dapat diciptakan dengan drainase alami atau buatan dari sedimen-sedimen berpirit, yang menghasilkan tanah sulfat masam yang umumnya mempunyai pH 3 dan 4 yang memperlihatkan karatan kuning dari mineral jarosit ( $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ) (Van Breemen 1982).

Menurut Ahern, C. R. dkk 1998 bahwa penyebab utama dari kemasaman tanah pada tanah sulfat masam disebabkan oleh adanya pirit ( $\text{FeS}_2$ ).

- Pembentukan pirit

Dalam kondisi anaerob bakteri *Desulfovibrio desulfuricans* dan *Desulfovibrio maculatum* akan mereaksikan sulfat sebagai berikut :



Senyawa besi (fero) yang tersedia dalam sedimen pada kondisi anaerob dapat bereaksi dengan asam-asam sulfida sebagai berikut :

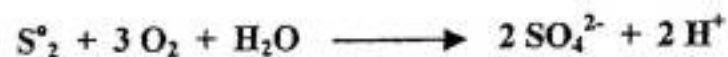


- Oksidasi pirit

1. Oksidasi dari pirit sebagai penyebab utama dari kemasaman dapat digambarkan dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



2. Selanjutnya belerang akan mengoksidasi



3. Reaksi oksidasi lengkap dari pirit ini akan membentuk



4. Ion besi yang dapat larut selanjutnya mengoksidasi



5. Jika  $\text{pH} > 4$  maka langkah akhir reaksi adalah terbentuknya besi hidroksida dan akan melepaskan asam dengan proses sebagai berikut :



6. Jika  $\text{pH} < 4$ , maka besi III menjadi larutan. Tapi apabila jumlah besi III ini larut dalam jumlah besar, maka akan mempercepat proses oksidasi pirit dan tanpa oksigen pun oksidasi pirit sudah bisa terjadi.



Tanah sulfat masam merupakan salah satu jenis tanah yang umumnya dijumpai di kawasan pesisir dapat digunakan untuk usaha budidaya tambak. Namun dengan melihat tingkat potensi lahan seperti pH yang sangat rendah, adanya senyawa pirit, toksisitas besi, aluminium dan berbagai logam berat lainnya, sulfat tinggi dan kurang tersedianya fosfor merupakan beberapa kendala yang ditemui dalam pemanfaatan lahan misalnya untuk usaha budidaya tambak (Sammut 1997). Tanah sulfat masam akan berubah menjadi masam setelah mengalami proses oksidasi yang menurunkan pH tanah menjadi 3,0 – 4,0 (Afrianto dan Liviawaty 1991).

Selain oksidasi oleh udara, proses kemasaman tanah sulfat masam dapat terjadi karena aktivitas bakteri terutama pada kondisi tanahnya yang cukup lembab (Afrianto dan Liviawaty, 1991). Selanjutnya dikatakan bahwa proses pemasaman tanah sulfat masam merupakan proses oksidasi sulfida yang terakumulasi selama proses pengendapan di laut sedangkan proses oksidasi dapat terjadi karena proses alami.

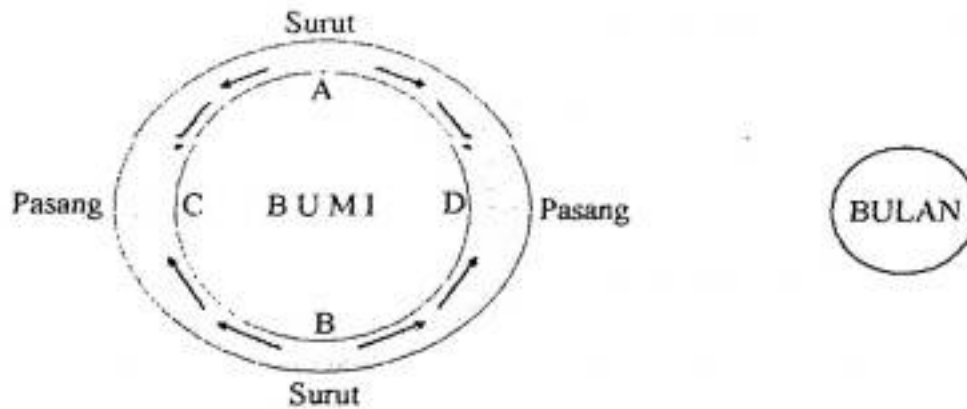
Reklamasi dan pemanfaatan tanah sulfat masam untuk budidaya telah dibuktikan di Filipina untuk tanah sulfat masam potensial yang dapat di lepaskan dan dihilangkan oleh gejolak pasang surut (Singh dan Poernomo 1982).

Produksi udang di tanah sulfat masam dapat menyebabkan kematian pada udang karena tingginya aluminium, besi, dan sulfat yang menurunkan pH (Sammut 1997). Sementara produksi oksidasi besi menyebabkan penyumbatan pada insang dan produksi lendir yang berlebihan dapat menghambat proses respirasi sehingga menyebabkan kematian pada udang (Singh dan Poernomo 1982).

### Pasang Surut

#### a. Aplikasi Data Pasang surut

Menurut Nontji (1993), pasang surut atau pasut adalah merupakan gerakan naik turunnya air laut secara berirama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari, karena adanya gaya tarik bulan yang kuat, maka bagian bumi yang terdekat dengan bulan akan tertarik membengkak hingga perairan samudera di situ akan naik dan menimbulkan pasang, begitu juga pada sisi disebelahnya. Sementara pada sisi yang tegak lurus terhadap poros bumi-bulan, air samudera akan bergerak ke samping hingga menyebabkan terjadinya surut di tempat itu.



Gambar 1. Gambaran sederhana tentang terjadinya pasang surut. Pasang terjadi di C dan D, pada garis poros bumi-bulan. Surut terjadi di A dan B, pada garis tegak lurus terhadap garis poros bumi-bulan.

Pengetahuan pasang surut secara umum dapat memberikan informasi yang beraneka macam, baik untuk kepentingan ilmiah, maupun untuk pemanfaatan praktis secara luas. Pada umumnya, data pasut digunakan untuk menetapkan ketinggian patok titik ikat (reference point atau datum) geodesi dalam rangka pembuatan peta topografi dan bathymetri, titik ikat utama berupa *peil*, umumnya dipasang di tepi pantai, biasanya di daerah pelabuhan (Ongkosongko dan Suyarso 1989).

Datum referensi pasut yang biasa digunakan ada 3 macam yakni Duduk Tengah (Mean Sea Level), muka surutan (Chart Datum), dan tinggi air tertinggi rata-rata (Mean High Water Spring) (Ongkosongko dan Suyarso 1989).

Pada penelitian ini datum yang digunakan adalah Mean Sea Level yaitu harga rata-rata perhitungan/aritmetik perubahan paras laut yang terekam tiap-tiap

jam selama 38 jam, dan pengukuran MSL yang terbaik menurut Ongkosongo dan Suyarso (1989) adalah sekurang-kurangnya 19 tahun.

Dengan diketahuinya posisi titik nol (MSL lokal) di lokasi akan memudahkan kita untuk menentukan kondisi dari konstruksi tambak yang sedang dikelola, apakah berada di atas ataukah di bawah dari MSL atau mungkin berada pada posisi MSL, karena menurut Poernomo (1990), bahwa lahan tambak yang berada pada kisaran MSL yang mempunyai elevasi lahan yang lebih rendah dari air pasang tinggi terendah atau rata-rata pasang tinggi, maka air dengan mudah dimasukkan ke tambak secara gravitasi selama waktu pasang, begitu juga pada saat surut air dengan mudah akan dikeluarkan secara gravitasi pula, maka dengan demikian akan lebih praktis dan ekonomis. Hal senada juga diungkapkan oleh Milne (1979) bahwa tinggi pelataran tambak yang paling ideal adalah berada di antara pasang tertinggi dan surut terendah, agar sirkulasi air menjadi efektif pada saat terjadi siklus pasang. Sedangkan pada saat panen, pengeringan dapat dilakukan dengan mudah. Manfaat lainnya adalah kandungan salinitas bisa diatur sesuai kebutuhan organisme budidaya.

Oleh karena pasang surut bermanfaat dalam pengelolaan air tambak, tetapi dalam satu siklus pasang surut air pasang hanya berlangsung dalam waktu yang relatif pendek, yakni antara 5 – 7 jam, maka kesempatan memasukkan air atau mengganti air tambak harus dimanfaatkan sebaik-baiknya (Bambang dan Ranoemihardjo 1992)



Beberapa contoh lain yang erat kaitannya dengan data pasang surut adalah di bidang sarana perhubungan laut seperti dermaga pelabuhan, pergudangan dan perkantoran; jalur pelayaran; penanggulangan pantai yang diperlukan dan lain-lain. Sedangkan untuk pemanfaatan di bidang biologi dan pertanian, berbagai macam biota, baik hewani maupun tumbuhan yang dipengaruhi sebagian besar ataupun sebagian kecil dari kehidupannya oleh pasut, dapat dikelompokkan ke dalam :

- Biota bentik sessil (*Sessile benthos*) pasut, yakni yang hidup pada daerah tunggang pasut pada pertemuan air dengan pantai atau struktur keras tertentu, misalnya *Balanus sp*;
- Biota bentik sessil yang kisaran hidupnya secara vertikal (menurut kedalaman) dibatasi pasut, contoh : berbagai jenis coral;
- Biota bentik vagil (*Vagile benthos*) yang mencari makanannya maupun dalam kehidupannya berkaitan dengan keadaan pasut, misalnya *Uca sp*;
- Biota nekton yang dalam siklus hidupnya maupun dalam kehidupannya tergantung pada pasut, misalnya beberapa jenis udang dan ikan tertentu, seperti *Periophthalmus sp*;
- Biota plankton yang berkaitan dengan muara sungai atau tepi pantai, yang dalam kehidupannya dipengaruhi oleh pasut;
- Tumbuhan, baik berupa pohon maupun perdu yang hidup pada daerah pasang surut, terutama berbagai jenis mangrove dan nipah; dan



- Tumbuhan "rendah" yang hidup di dasar atau dekat dasar laut pada daerah kisaran pasang surut, misalnya: *Euchema spinosum* (Ongkosongo dan Suyarso 1989).

Data-data pasang surut yang perlu diketahui, yaitu taraf dari : MSL (Mean Sea Level); MLW (Mean Low Water); MLWS (Mean Low Water Spring); MLLW (Mean Lowest Low Water); MHW (Mean High Water); MHWS (Mean High Water Spring); MHHW (Mean Highest High Water).

#### b. Komponen Harmonik Pasut

Karena posisi bulan dan matahari terhadap bumi berubah-ubah, maka resultan gaya pasut yang dihasilkan dari gaya tarik kedua benda angkasa tersebut tidak sesederhana yang diperkirakan. Tetapi karena rotasi bumi, revolusi bumi terhadap matahari dan revolusi bulan terhadap bumi sangat teratur, maka resultan Gaya Penggerak Pasang Surut (GPP) yang rumit tadi dapat diuraikan sebagai hasil gabungan sejumlah komponen harmonik pasut (harmonic constituents). Komponen harmonik ini dibagi menjadi tiga komponen, yaitu tengah harian, harian dan periode panjang (Ongkosongo dan Suyarso 1989).

Lebih kurang terdapat 390 komponen gaya-gaya pasang surut dengan periode 8 jam sampai 18,6 tahun yang berperan aktif dalam pembangkitan gelombang pasang surut (Pratikto dkk. 1996). Namun untuk alasan praktis hanya komponen-komponen utama saja (Tabel 1) yang dipakai dalam peramalan gelombang pasang surut. Masing-masing komponen memiliki periode berdasarkan perhitungan

astronomi dan sudut fase yang tergantung pada kondisi lokal. Ini berarti konstanta masing-masing komponen tersebut berbeda-beda daerah satu dengan yang lainnya. Bahkan untuk suatu daerah yang sama pun ada kemungkinan perbedaan konstanta pasang surut pada data yang pendek (pengamatan selama 15 hari, satu bulan atau satu tahun), hal ini disebabkan antara lain oleh : data yang dianalisis kurang panjang atau terjadi percampuran dengan gelombang panjang jenis surge atau tsunami, olehnya itu maka diperlukan perhitungan-perhitungan yang lebih akurat agar data yang diperoleh merupakan nilai sebenarnya tanpa penyimpangan-penyimpangan nilai yang bisa menyebabkan kerugian bagi pihak pemakai data nantinya (Pratikto, dkk., 1996).

Tabel 1. Delapan Komponen Utama Pasang Surut yang Sering Digunakan dalam Peramalan Gelombang Pasang Surut

Nama Komponen	Simbol	Periode (Jam Matahari)	
Pasang surut semi diurnal	$M_2$	12.42	Komponen utama semidiurnal bulan
	$S_2$	12.00	Komponen utama semidiurnal matahari
	$N_2$	12.66	Komponen akibat variasi bulanan jarak bumi-bulan
	$K_2$	11.97	Komponen matahari-bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari-bulan
Pasang surut diurnal	$K_1$	23.93	Komponen matahari-bulan
	$O_1$	25.82	Komponen utama diurnal bulan
	$P_1$	24.07	Komponen utama diurnal matahari
Pasang surut Periode panjang	$M_1$	327.86	Komponen bulan dwimingguan

Sumber : Pratikto dkk 1996

Analisis harmonis pasang surut adalah suatu perhitungan yang membutuhkan kerja banyak. Para peneliti mempelajari dan mengembangkan berbagai metode perhitungan agar mudah menghitungnya dengan ketelitian cukup tinggi. Beberapa metode yang terkenal adalah metode Admiralty, metode Semi grafik, metode Tidal Institue dan lain-lain. Analisa harmonis adalah perhitungan amplitudo dan beda fase konstanta beberapa gerakan harmonis sederhana yang terus menerus yang dianggap membentuk suatu garis kurva (Anonim 1984).

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, mulai dari bulan Mei sampai Agustus 2001. Jangka waktu tersebut meliputi persiapan, pengukuran dan pengambilan data, pengolahan data serta pembuatan laporan akhir. Penelitian dilaksanakan di Tambak Percobaan Marana Balai Penelitian Perikanan Pantai yang berlokasi di Desa Marana Kabupaten Maros propinsi Sulawesi Selatan. Analisis laboratorium dilaksanakan di laboratorium tanah Balitkanta kompleks kantor Balai Penelitian Perikanan Pantai di Desa Bontojollong Kabupaten Maros

Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Alat dan Bahan	Kegunaan
1. GPS (Global Positioning System)	Penentuan Koordinat posisi
2. Theodolit	Penentuan beda tinggi dan sudut polygon
3. Roll-meter	Pengukuran jarak titik poligon
4. pH-meter	Mengukur pH sampel
5. Redoks-meter	Mengukur reaksi oksidasi sampel
6. Tiang pasut	Mengukur pasang surut
7. Bor tangan	Mengambil sampel tanah
8. Kantong sampel	Penyimpanan sampel
9. Coolbox	Pengamanan sampel dari reaksi oksidasi
10. Cawan petri	Tempat pengujian sampel di lapangan
11. Komputer 1 set	Pengolahan data-data yang didapatkan
12. Spectrofotometer	Mengukur kadar sulfat dalam sampel
13. Aquades	Kalibrasi alat
14. Larutan Peroksida ( $H_2O_2$ ) 30 %	Pengoksidasi sampel
15. Larutan KCl 1 M	Mengekstraksi sampel
16. Larutan NaOH	Titrasi Sampel
17. Semen, Besi Tulang, Pasir & Kerikil	Pembuatan Benchmark (BM)

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, kegiatan lapangan, kegiatan laboratorium, pengolahan dan analisis data serta pembuatan laporan akhir.

#### a) Persiapan

Persiapan yang dilakukan menyangkut studi pustaka, survey awal dan diskusi dengan pihak Balitkanta.

#### b) Kegiatan Lapangan

- Penentuan datum referensi : Untuk kebutuhan praktis, khususnya untuk menentukan posisi dari pelataran tambak di lokasi penelitian, maka datum referensi yang digunakan adalah duduk tengah sementara (MSL) dari hasil pengukuran pasang surut dengan periode pengamatan selama 38 jam yang diikatkan pada bench mark (BM) yang memiliki posisi horizontal (sistem koordinat lokal).
- Pengukuran Kerangka vertikal : dilaksanakan dengan metode sipat datar memanjang dan profile melintang, untuk menentukan beda tinggi titik sampling (dasar tambak).
- Penentuan titik sampling : titik sampling ditentukan dengan metode sampling teratur, yakni dari 9 (sembilan) buah petak tambak, akan dilakukan sampling masing-masing sebanyak 5 (lima) titik sampling, yaitu pada empat sudut tambak dan satu ditengah-tengah.

- Sampling tanah

Contoh tanah diambil dengan menggunakan bor tangan pada tiap dasar tambak untuk kedalaman maksimal sampai 2 meter.

Untuk analisis sampel di laboratorium, sampel dipisahkan pada setiap kedalaman 20 cm untuk setiap titik sampling, jumlah keseluruhan sampel adalah 450 dan untuk menghindari terjadinya oksidasi maka disimpan dalam kantong kancing dan selanjutnya dimasukkan ke dalam coolbox yang berisi es batu.

- Analisis sampel dilapangan

Ada beberapa parameter tanah yang harus diukur dilapangan sebagai pembanding dengan data laboratorium nantinya;

1) pH Field ( $pH_F$ )

$pH_F$  (pH Field) = pH sampel tanah yang diukur langsung dilapangan dengan menggunakan pH-meter yang baik, dimana sampel tanah yang diukur dalam keadaan basah/lembab dan apabila kering, maka ditambahkan sedikit aquades. Pengukuran ini untuk mengetahui nilai pH sampel pada saat itu.

2) pH Field Oxidation ( $pH_{FOX}$ )

pH yang diukur dilapangan setelah sampel teroksidasi sempurna (tidak bereaksi lagi) dengan  $H_2O_2$  30 % kemudian diukur dengan menggunakan





pH meter yang baik. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui nilai pH dari sampel, apabila telah terjadi oksidasi pada sampel tersebut.

### 3) Reaksi peroksida (PR)

Pemberian larutan  $H_2O_2$  (hidrogen peroksida) 30% pada sampel, dilakukan dilapangan untuk mengetahui kadar bahan organik tanah, yang dinyatakan dengan nilai 0 = tidak ada bahan organik; 1 = bahan organik sedikit; 2 = bahan organik sedang; 3 = bahan organik banyak.

### 4) Potensial redoks

Potensi reduksi dan oksidasi (pengikatan dan pelepasan  $O_2$ ) dari sampel, diukur dengan menggunakan redoks-meter mengetahui kondisi aerob atau anaerob dari sampel.

### 5) Warna tanah

Penentuan warna tanah berdasarkan metode-Munshell color chart, yaitu sampel tanah diambil sedikit kemudian dicocokkan warnanya dengan warna-warna tanah yang ada dalam buku tersebut.

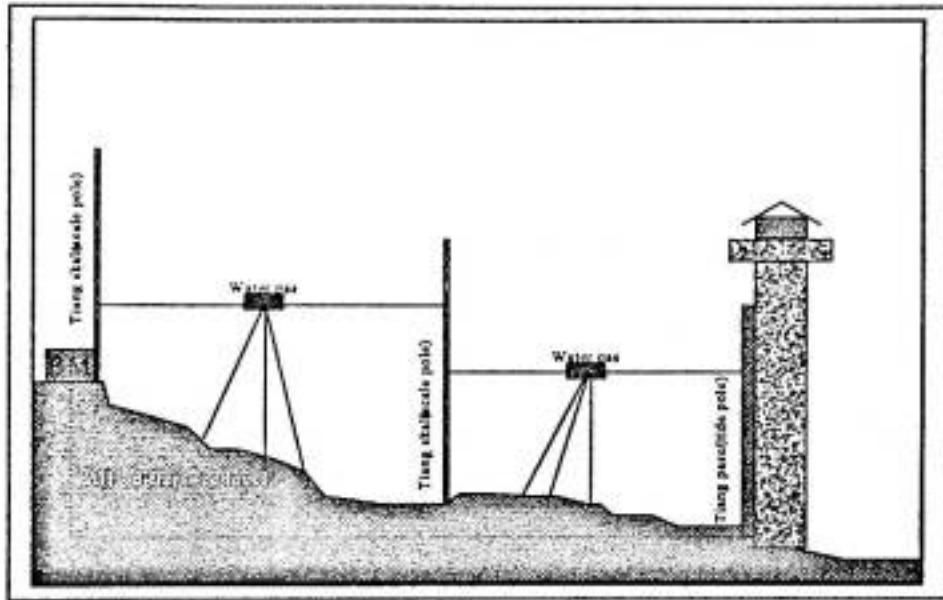
### 6) Tekstur

Untuk penentuan tekstur tanah, digunakan metode "rasa", yaitu sampel tanah dikepal sampai membentuk bola, selanjutnya dibentuk pasta pita, selanjutnya sampel dibasahi dan dirasa dengan telunjuk (lengkapanya dapat dilihat pada Lampiran 2). Metode ini digunakan dengan alasan lebih mudah dan praktis dengan hasil yang tidak beda jauh dengan metode lain



yang ada, tetapi hanya dilakukan oleh orang yang sudah biasa.

Pengetahuan tentang tekstur ini, penting dalam hal permeabilitas dari tambak yaitu kemampuan tambak untuk menyimpan air.



Gambar 2. Pengikatan Duduk Tengah Sementara ke Titik Tinggi Acuan (BM), (Tarunamulia, 2001).

### c) Kegiatan Laboratorium

Kegiatan laboratorium meliputi analisis beberapa variabel spesifik kimia tanah yang dapat menjadi indikator potensi kemasaman terutama yang disebabkan oleh pirit yaitu  $pH_{OX}$  (pH oksidasi), TPA (Total Potential Acidity), TAA (Total Actual Acidity), TSA (Total Sulfidic Acidity) dan Kadar Pirit. Prosedur analisis contoh tanah mengacu pada metode POCAS (Peroxide Oxidation Combined Acidity & Sulfate), (Ahern dkk. 1998 dalam Tarunamulia, 2001).

Parameter yang diukur di laboratorium yaitu :

### 1) Total Organic Matter (TOM)

TOM (Total Organic Matter) atau kandungan bahan organik tanah merupakan material dalam tanah yang telah lapuk dan bercampur aduk, yang merupakan sisa-sisa (residu) tanaman yang telah mati atau hewan-hewan dan kotorannya yang membusuk dalam tanah.

Cara kerja :

- Cawan porselen yang sudah dibersihkan, ditimbang dan diovenkan pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  dan didinginkan dalam desikator .....(A)
- Contoh tanah yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam cawan lalu beratnya dicatat ..... (B)
- Cawan dan contoh tadi dimasukkan kedalam oven, dipanaskan pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama minimal 3 jam, lalu dinginkan di dalam desikator lalu ditimbang ..... (C)
- Selanjutnya dimasukkan ke dalam muffel dengan pemanasan  $600^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit atau sampai semua karbon hilang. Didinginkan dalam desikator lalu ditimbang ..... (D)

$$\text{TOM} = \frac{(C - D)}{(B - A)} \times 100\% \text{ .....dalam satuan persen (\%)}$$

2)  $pH_{KCl}$ 

pH tanah yang diukur di laboratorium menggunakan pH-meter setelah sampel .....  
dikering oven pada suhu 80 – 90°C selama 4 hari kemudian diekstraksi  
dengan KCl 1 M 1:10. (pH yang diukur pada saat pengukuran TAA)

3)  $pH_{Ox}$ 

pH tanah yang diukur di laboratorium menggunakan pH-meter setelah sampel  
dikering oven pada suhu 80 – 90°C selama 4 hari kemudian diekstraksi  
dengan KCl 1 M 1:10, kemudian dioksidasi lagi dengan  $H_2O_2$  30%. (pH yang  
diukur pada saat pengukuran TPA)

## 4) Total Actual Acidity (TAA)

Untuk mengetahui nilai total kemasaman tanah yang aktif pada sampel saat  
itu.

Langkah kerja :

- Larutan contoh ditimbang sebanyak 2,5 gram + 25 ml KCl 1M
- Dikocok selama 1 jam lalu dibiarkan 1 malam.
- Dikocok ulang setelah dibiarkan semalam atau 16 jam lalu disaring atau disentrifuge untuk mendapatkan larutan jernih.
- Larutan jernihnya diambil, kemudian diukur pH-nya ( $=pHKCl$ )

Apabila  $pH \geq 5,5$  maka  $TAA = 0$ ,

Apabila  $pH < 5,5$  maka TAA ditentukan dengan menitar dengan

larutan NaOH 0,05 M sampai pH 5,5.

Nilai TAA dibaca pada alat titrasi dan dicatat ....(dalam satuan mol  $H^+$ /ton)

5) Total Potential Acidity (TPA)

Untuk mengetahui nilai potensi kemasaman yang masih tersimpan dalam sampel.

Langkah kerja :

- Sampel ditimbang sebanyak 2,5 gram
- Ditambahkan 25 ml KCl 1 M . Ditimbang. Dicatat nilainya.
- Ditambahkan 5 ml  $H_2O_2$  30%, dan dipanaskan pada suhu  $40^\circ C - 45^\circ C$ , didinginkan sebelum penambahan  $H_2O_2$  berikutnya.
- Bagian ini dilakukan sampai tidak terjadi lagi reaksi (reaksi oksidasi telah sempurna)
- Dipanaskan pada suhu  $85^\circ C$  untuk menghilangkan kelebihan  $H_2O$ , sampai volume larutan berkurang. Didinginkan.  
Ditimbang.
- Untuk mencapai berat semula (*berat point 2*), maka ditambahkan dengan aquades.
- Dikocok selama 1 jam lalu dibiarkan 1 malam.
- Dikocok ulang setelah dibiarkan semalam atau 16 jam lalu disaring atau disentrifuge untuk mendapatkan larutan jernih.
- Larutan jernihnya diambil, kemudian diukur pH-nya ( $= pH_{ox}$ )

Apabila  $\text{pH} \geq 5,5$  maka  $\text{TPA} = 0$ ,

Apabila  $\text{pH} < 5,5$  maka TPA ditentukan dengan menitar dengan larutan NaOH 0,05 M sampai pH 5,5 , nilai pH dapat dilihat pada alat titrasi.

Nilai TPA dibaca pada alat titrasi dan dicatat .....(dalam satuan mol  $\text{H}^+$ /ton)

- 6) TSA (Total Sulfidic Acidity) = Total kemasaman yang disebabkan oleh Sulfat

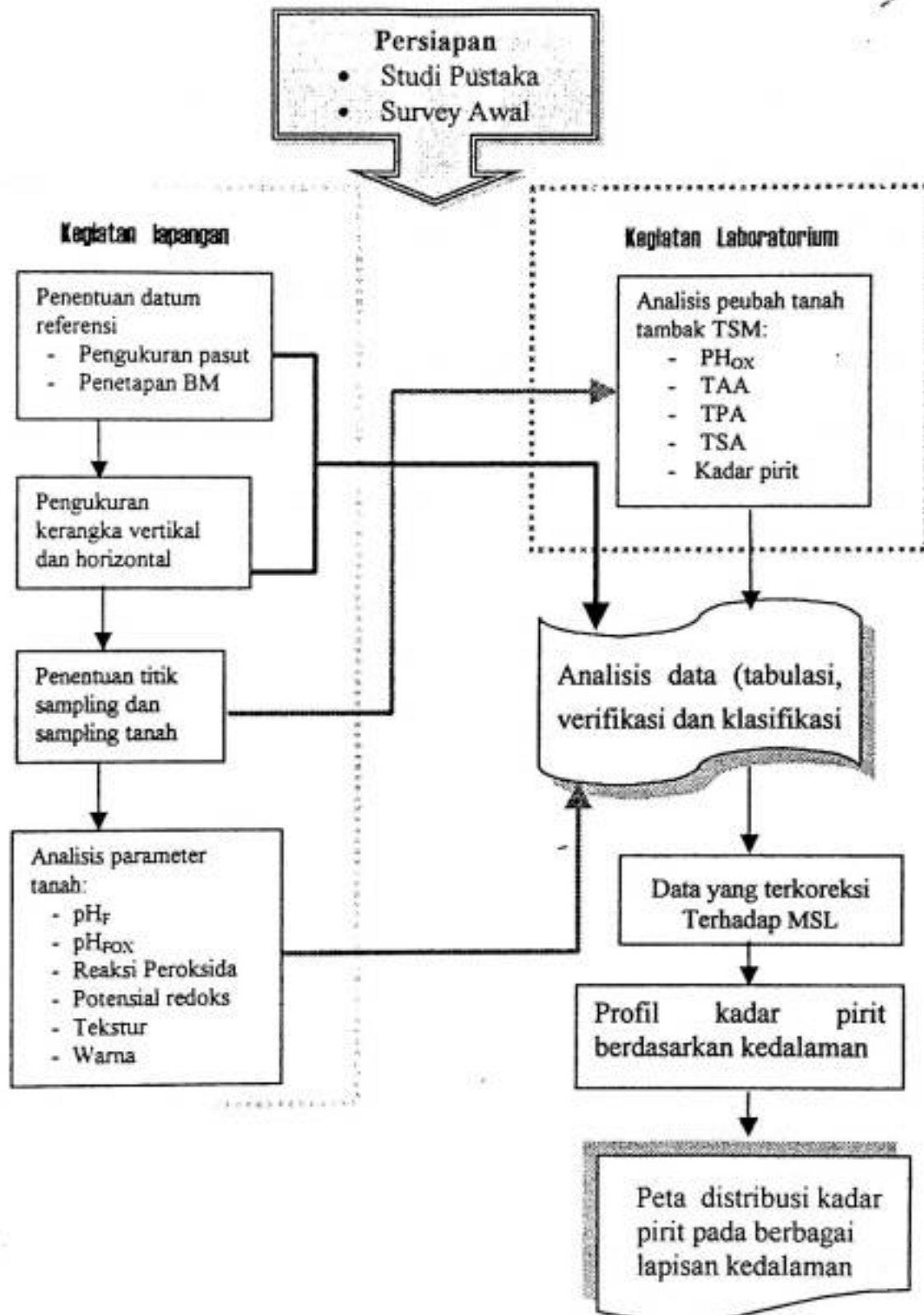
$$\text{TSA} = \text{TPA} - \text{TAA} \dots\dots\dots(\text{dalam satuan mol } \text{H}^+/\text{ton})$$

- 7) Pirit

yaitu Jumlah kandungan TSA dibagi 22.4 (konstanta) dikalikan dengan 0.1 (konstanta) *atau*

$$= \frac{\text{TSA}}{22,4} \times 0,1 \dots\dots\dots \text{dalam satuan \% (persen)}$$

Pirit ini merupakan penyebab utama tingginya kemasaman tanah pada tanah sulfat masam.



Gambar 3. Skema Penelitian untuk Penentuan Kedalaman Lapisan Pirit Berdasarkan Datum Referensi Lokal Di Tambak Marana

### Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabular dan grafis. Data yang ditampilkan dalam bentuk tabular merupakan perubahan kimia fisik tanah sulfat masam yang telah diverifikasi dan diklasifikasi sesuai dengan ketinggiannya terhadap datum referensi lokal.

Data grafis merupakan visualisasi data tabular untuk memperjelas kecenderungan data yang dianalisis. Output akhir berupa persentase pirit pada tiap lapisan kedalaman terukur dan peta sebaran horisontal pirit pada tiap lapisan yang terpilih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Tambak percobaan Marana terletak kira-kira 9 km di sebelah Barat Kota Maros dengan posisi geografis  $119^{\circ}35'17''$  Bujur Timur dan  $05^{\circ}00'12''$  Lintang Selatan. Daerah tersebut merupakan daerah dataran banjir dari sungai Marana, Selain peruntukan lahan sebagai tambak, disekitar tambak percobaan juga diusahakan untuk tanah persawahan. Tambak percobaan Marana diairi oleh sungai pasang surut yang membentang ke arah Barat sepanjang 11 km, pada saat musim kemarau air tambak akan memiliki salinitas yang sangat tinggi karena 100 % air tambak berasal dari laut yang mengalir lewat sungai Marana (Lampiran 4), sementara air tawar hanya diperoleh dan ditampung pada saat musim hujan yang mengalir lewat irigasi sawah atau setelah bercampur dengan air di sungai Marana.

Berdasarkan data klimatologi diketahui bahwa peningkatan jumlah dari hujan secara drastis pada bulan November hingga Januari dan disusul penurunan tajam pada bulan Februari hingga Juni, bila dikaitkan dengan jadwal musim kemarau yang terjadi pada bulan Juni hingga Oktober, maka dapat diduga bahwa pada daerah tersebut akan senantiasa mengalami erosi yang cukup kuat dan pada akhirnya terangkut melalui sungai Marana ke arah muara sungai, akan tetapi dimuara akan tertahan oleh energi gelombang pasang surut, sehingga transport sedimen tersebut dibelokkan dan akan diendapkan pada daerah pantai. Pengendapan sedimen tersebut



mungkinan karena tumbuhan mangrove di sepanjang pantai yang dapat menerima energi gelombang pasang, pada perkembangan selanjutnya endapan ini akan terakumulasi membentuk suatu lapisan yang menyerupai suatu tanah asli.

Menurut van Breemen (1976), tanah sulfat masam dapat ditandai antara lain dengan cara fisik, seperti terdapatnya warna kuning berkarat (jarosit) pada tanah, di pinggir itu pada lahan tambak dijumpai lubang kepiting lumpur, tanah pelataran tambak yang retak-retak saat dikeringkan, pematang dapat ditumbuhi oleh rumput padi atau tumbuhan beluntas, lingkungan tambak atau tambak itu sendiri berasal dari tanah mangrove dengan jenis yang paling sering dijumpai adalah *Rhizophora sp* dan *Nypa sp.*,

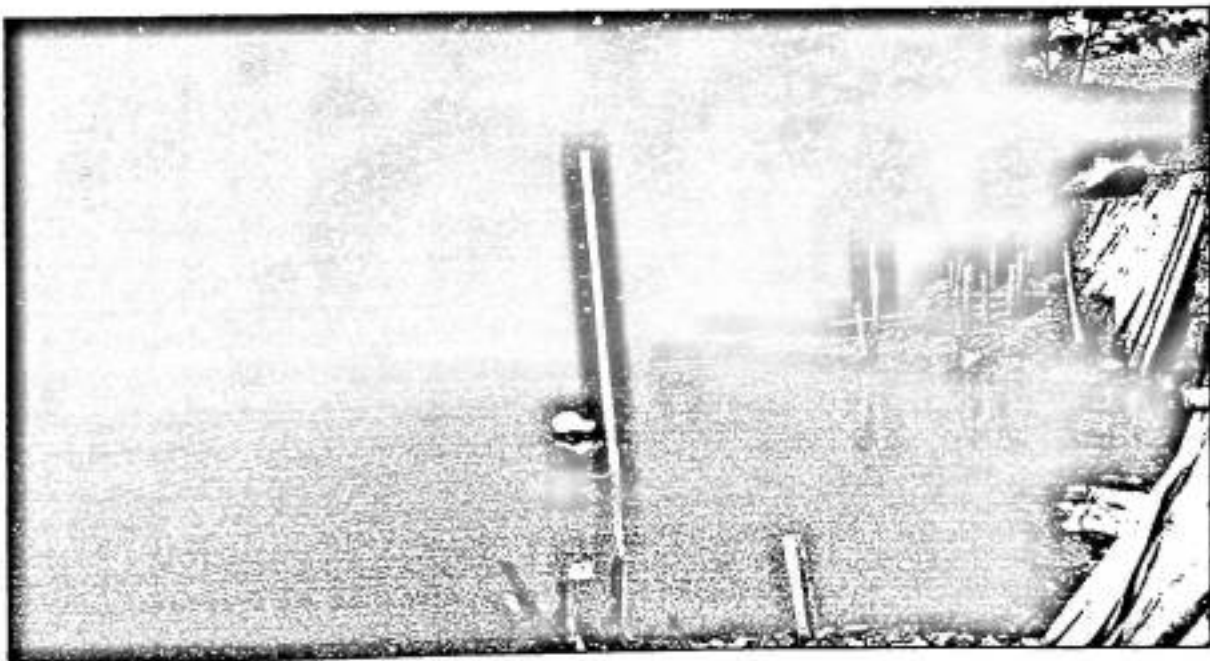
Jenis vegetasi di daerah penelitian yang dapat diidentifikasi adalah dari berbagai jenis mangrove seperti yang tercantum pada Tabel 2 berikut ini, serta jenis rumput-rumputan yang mampu beradaptasi dengan kondisi pH pematang yang rendah ( $pH_f < 4$ ).

Tabel 2. Beberapa Jenis Mangrove yang Dijumpai pada Lokasi Penelitian

Nama Ilmiah	Nama Umum di Indonesia	Nama Lokal
<i>Rhizophora mucronata</i>	Bakau	Bangko
<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau	Bangko
<i>Avicennia spp</i>	Api – api	Api – api
<i>Aegiceras corniculatum</i>	Jeruju	-
<i>Nypa fruticans</i>	Nipah	Nipa
<i>Sonneratia alba</i>	Pedada	Pedada
<i>Acrosticum aureum</i>	-	Lappio

Tunggang pasut untuk daerah penelitian menurut hasil analisis data pengukuran pasut untuk 38 jam pengukuran (Gambar 5) adalah sebesar 284 cm dan tunggang pasut menurut data pasut prediksi Dinas Hidro-Oseanologi pada saat yang sama adalah 280 cm pada stasiun Biringkassi sedangkan untuk pelabuhan Makassar adalah 240 cm, jadi ada perbedaan nilai yang tipis pada stasiun Biringkassi.

Spesies budidaya utama yang telah dan sementara dikembangkan di tambak lainnya di sekitar tambak lokasi pengambilan sampel ini adalah bandeng (*Chanos chanos*) dan udang windu (*Penaeus monodon*). Hasil panen masing-masing berkisar antara 1 – 8 ton/ha dan 0,5 – 4 ton/ha. Sementara itu budidaya kepiting masih sementara diupayakan. Permasalahan utama yang dihadapi dalam kegiatan budidaya tersebut adalah tingkat kemasaman lahan (pH rendah).



Gambar 4. Lokasi Pengukuran Pasut di Sungai Pasang Surut Marana yang Merupakan Sumber Air Utama Pertambakan pada Musim Kemarau (Foto : Tarunamulia dan Saleh, 2001)

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diketahui nilai rata-rata dan rentang maksimum beberapa variabel penting tanah tambak percobaan yang diambil pada beberapa titik pada tambak di lokasi penelitian (Tabel 3).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi  $pH_F$  berada pada kategori masam hingga netral (2,26 - 7,56), sementara  $pH_{FOX}$  menunjukkan nilai tingkat kemasaman yang tinggi (0,33 - 5,88). Nilai rata-rata potensial redoks yang negatif menjadi indikator bahwa lahan tambak tersebut berada pada kondisi anaerob (tereduksi). Kandungan bahan organik total yang tinggi menunjukkan adanya asosiasi tanah mineral dan organik pada lahan tersebut.

Tabel 3. Hasil Analisis Beberapa Variabel Tanah Tambak

No.	Jenis variabel tanah	Rentang nilai	Nilai rata-rata
1.	$pH_F$	2,26 - 7,56	6,34
2.	$pH_{FOX}$	0,33 - 5,88	1,39
3.	$(pH_F - pH_{FOX})$	0,55 - 6,04	4,59
4.	Bahan organik total (%)	3,52 - 21,89	11,27
5.	Potensial redoks (MV)	(-622) - 9133	-122.25

Pada Lampiran 3 dapat kita lihat bahwa tingkat reaksi dengan peroksida juga masuk dalam kategori kuat yang menunjukkan tingginya potensi kemasaman pada lahan tersebut. Faktor pendukung lain yang penting adalah warna tanah yang pada hasil analisis lapangan didapatkan hasil yang bervariasi dari hijau gelap sampai hitam dengan warna tanah yang dominan bisa kita lihat pada Tabel 4 tekstur yang ada juga menunjukkan variasi dari liat sampai lempung liat berdebu dimana jenis tekstur yang

dominan tiap kedalaman dapat kita lihat pada Tabel 4, hasil-hasil ini menunjukkan bahwa lokasi tambak merupakan tanah sulfat masam.

Tabel 4. Hasil Analisis Lapangan dari Warna dan Tekstur Tanah

Kedalaman (cm)	Warna Tanah (*)	Tekstur Tanah (*)
0 - 20	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat
20 - 40	Abu-abu tua	Liat berdebu
40 - 60	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat berdebu
60 - 80	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat berdebu
80 - 100	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat berdebu
100 - 120	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat berdebu
120 - 140	Abu-abu tua	Liat berdebu
140 - 160	Coklat Tua Keabu-abuan	Liat berdebu
160 - 180	Abu-abu tua	Liat berdebu
180 - 200	Abu-abu tua	Liat berdebu

Keterangan : (\*) yang dominan dijumpai

Berdasarkan berbagai keterangan diatas maka dapat diketahui bahwa tambak percobaan yang sedang diupayakan untuk kegiatan budidaya di Marana memiliki kriteria yang dapat digolongkan berasosiasi dengan tanah sulfat masam.

#### Kondisi Pasang Surut dan Topografi Lokasi Penelitian

Hasil analisis grafis pasut yang diukur selama 38 jam pada lokasi penelitian (Gambar 5), diketahui bahwa karakteristik pasut pada lokasi penelitian lebih menyerupai kondisi pasut dari interpretasi data pasut terprediksi untuk Biringkassi dibandingkan dengan data prediksi untuk pelabuhan Makassar, selisih nilai yang ada terutama diakibatkan oleh letak stasiun pengukuran pasut yang ditempatkan pada



sungai pasang surut yang harus mengalami hambatan gerak, baik saat pasang maupun pada saat surut.

Dengan dasar tersebut di atas maka konstanta harmonik dari data prediksi untuk Biringkassi telah digunakan untuk menghitung tipe dan letak beberapa permukaan penting pasut. Perhitungan tipe pasut dilakukan dengan menggunakan bilangan Formzhal (Ongkosongo dan Suyarso. 1989) sebagai berikut :

$$F = \frac{(AO1 + AK1)}{(AM2 + AS2)}$$

Jika nilai F berada pada :

- F ≤ 0,25 = Pasut bertipe ganda
- 0,25 < F ≤ 1,5 = Pasut bertipe campuran dengan tipe ganda lebih menonjol
- 1,5 < F ≤ 3 = Pasut bertipe campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol
- F > 3,00 = Pasut bertipe tunggal

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai F = 1,73.-Dengan demikian tipe pasang surut adalah campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol. Selanjutnya untuk tipe pasut demikian, maka komponen harmonik yang berperan adalah komponen tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari dan bulan (K1 dan komponen pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan (O1), sehingga dapat diprediksi letak berbagai macam permukaan penting pasang surut seperti diformulasi dalam Tabel 5.

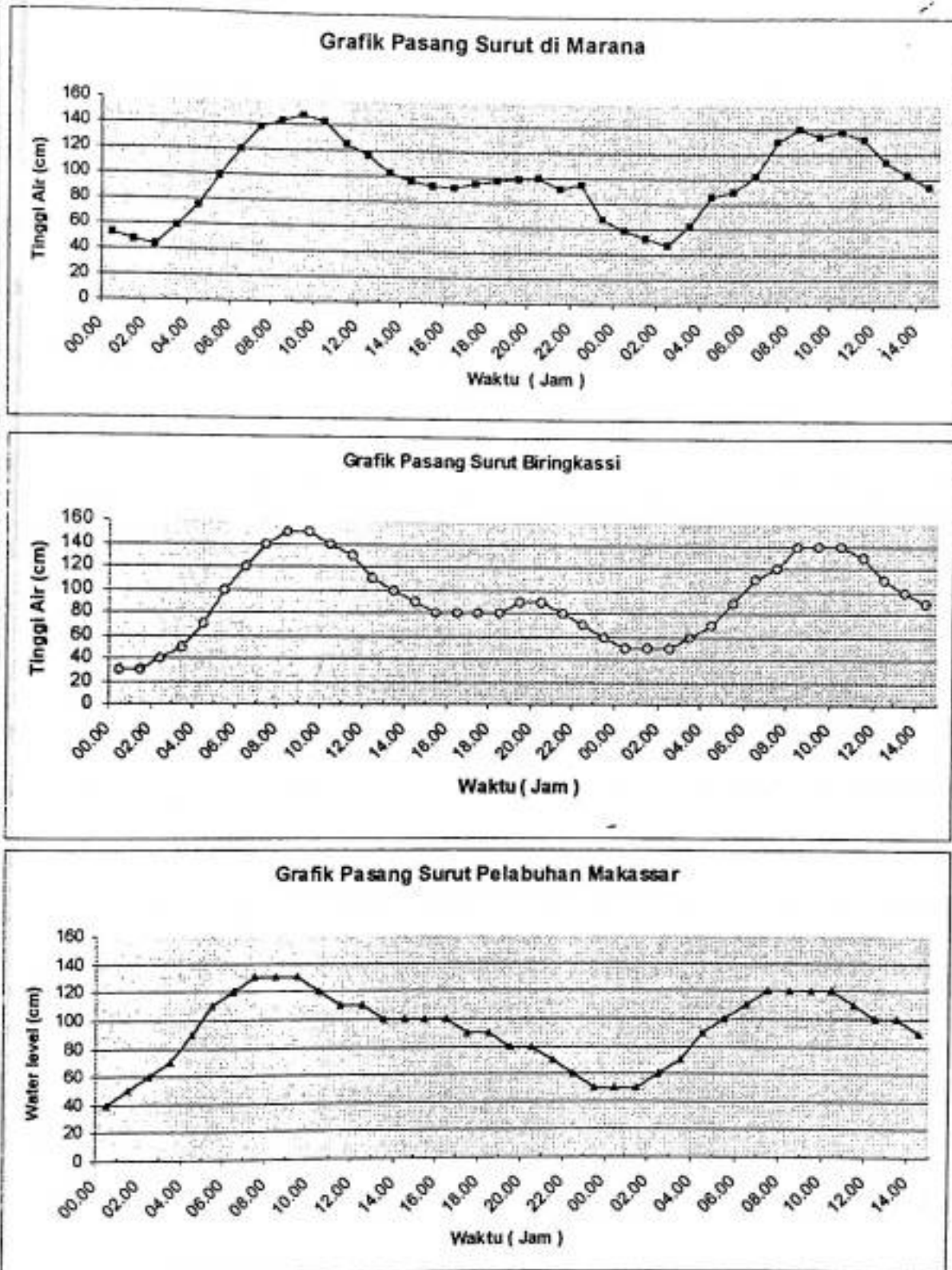
Tabel 5. Ketinggian Beberapa Permukaan Penting Pasut dengan Referensi MSL

Bidang Referensi	Formula yang Digunakan	Ketinggian (cm)
HAT	$2 (AK1+AO1+AS2+AM2) - Z_0$	82
MHWS	$2 (AK1+AO1)+AS2+AM2 - Z_0$	52
MHWN	$2AK1+AS2+AM2 - Z_0$	12
MSL	-	0
MLWN	$2AO1+AS2+AM2 - Z_0$	-12
MLWS	$AS2+AM2 - Z_0$	-52
Chart Datum	$MSL - Z_0$	-82

Keterangan :  $Z_0 = (AK1 + AO1 + AM2 + AS2)$

Sumber : Pugh, 1987 and Tarunamulia, 1999.





Gambar 5. Grafik Tipe Pasang Surut pada Lokasi Penelitian dan Perbandingannya dengan Tipe Pasang Surut pada Dua Stasiun yang berbeda pada Saat yang Sama.

### Tingkat Kemasaman Tanah Tambak

Kondisi kemasaman lahan secara umum dapat ditinjau dari nilai  $pH_F$  dan  $pH_{FOX}$  atau selisih dari keduanya. Dari hasil analisis diketahui bahwa nilai  $pH_F$  berkisar antara 2,26 hingga 7,56 dengan rata-rata 6,34.  $pH_{FOX}$  berkisar antara 0,33 hingga 5,88 dengan nilai rata-rata sebesar 1,39. Sedangkan nilai dari selisih kedua peubah tingkat kemasaman tersebut berkisar antara 0,55 hingga 6,04 dengan rata-rata 4,96 (Tabel 3), dengan demikian maka tanah tambak dapat digolongkan sangat masam.

Kajian yang lebih spesifik mengenai tingkat kemasaman yang disebabkan oleh sulfur, dapat diketahui dari nilai  $pH_{KCl}$  dan  $pH_{OX}$ -nya.  $pH_{KCl}$  menjadi indikator dari tingkat kemasaman akibat sulfur yang terlarut dan terserap dalam tanah, dengan demikian ekstraksi sulfur pada partikel tanah belum dapat maksimal bila hanya menggunakan KCl 1 M, untuk itu  $pH_{OX}$  akan menyempurnakan nilai tingkat kemasaman total lahan akibat sulfur, karena dioksidasi paksa dengan hidrogen peroksida dilakukan setelah sampel tanah diekstraksi. Nilai  $pH_{KCl}$  berkisar antara 2,24 hingga 7,78 dengan rata-rata sebesar 5,97. Sedangkan nilai  $pH_{OX}$  berkisar antara 1,25 hingga 20,40 dan nilai rata-rata sebesar 2,79. Nilai  $pH_F$  dan  $pH_{KCl}$  terlihat memiliki kemiripan nilai, sehingga  $pH_{KCl}$  yang selalu diidentikkan sebagai tingkat kemasaman cadangan lebih cocok sebagai pembanding nilai untuk menilai kemasaman lahan. Nilai  $pH_{FOX}$  terlihat lebih rendah dibandingkan nilai  $pH_{OX}$ , hal ini dapat disebabkan karena  $pH_{FOX}$  akan menggambarkan tingkat kemasaman total lahan jika teroksidasi sempurna tanpa membedakan setiap sumber kemasaman, sementara nilai  $pH_{OX}$  akan bermakna cadangan (potensi). Kandungan besi (Fe) yang tinggi

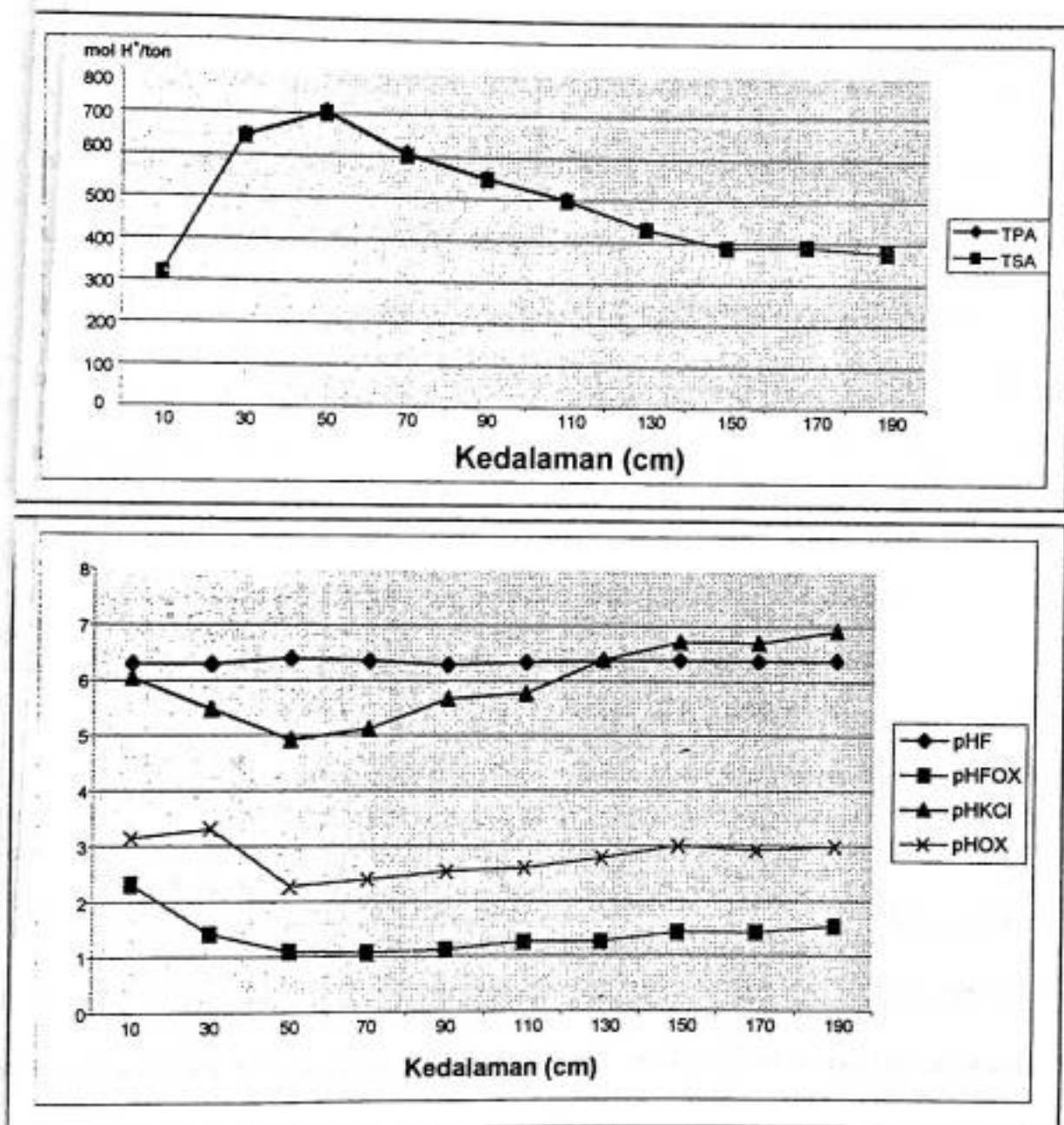


berkisar antara 0 - 31.081,25 ppm dengan rata-rata 11.943,67 ppm, sedangkan kandungan Sulfur ( $S_{POS}$ ) adalah 0,05 - 3,34 % dengan rata-rata 0,56 %. Nilai setiap peubah dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Nilai Peubah-peubah Penentu Tingkat Kemasaman dan Sumber Kemasaman pada Lokasi Penelitian

Peubah	Rentang Nilai	Rata-rata
$pH_{KCl}$	2,24 - 7,78	5,99
$pH_{OX}$	1,25 - 20,4	2,80
TPA (mol $H^+$ /ton)	0,00 - 1721,00	491,53
TAA (mol $H^+$ /ton)	0 - 30	2,04
TSA (mol $H^+$ /ton)	0,00 - 1716,50	489,17
Fe (ppm)	0,00 - 31.081,25	11.943,67
$S_{POS}$ (%)	0,05 - 3,34	0,56

dengan nilai seperti itu akan lebih memperkuat dugaan kita bahwa tambak percobaan tersebut adalah tanah sulfat masam. Ilustrasi antara beberapa peubah tingkat kemasaman pada tambak tanah sulfat masam berdasarkan hasil analisis (Gambar 6), dapat memberikan gambaran yang lebih jelas dari beberapa uraian di atas.



Gambar 6. Perbandingan Kecenderungan Nilai Beberapa Peubah Penentu Tingkat Kemasaman dan Sumber Kemasaman pada Berbagai Lapisan Kedalaman yang Terukur dari Pelataran Tambak pada Lokasi Penelitian

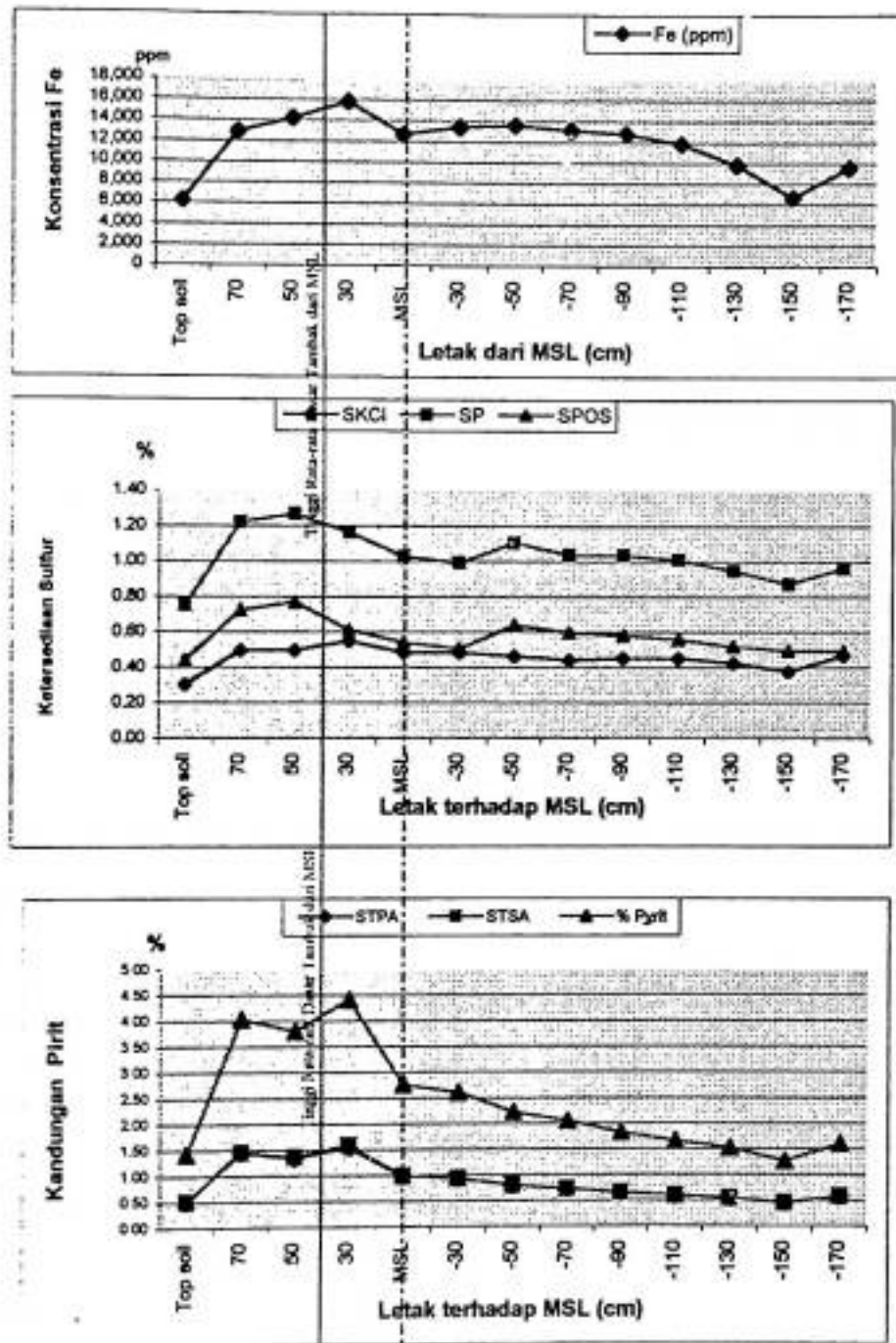
Grafik tersebut memperlihatkan kecenderungan grafis yang cukup menarik dari beberapa perubahan tingkat kemasaman dan perubahan sumber utama kemasaman. Dapat dilihat bahwa dengan referensi pelataran tambak (ketinggian rata-rata = 40 cm di atas MSL) nilai TPA dan TSA mengalami kenaikan hingga kedalaman 50 cm dari pelataran tambak (10 cm di bawah MSL). Selanjutnya perlahan turun pada taraf rata-rata. Sementara nilai  $pH_F$  cenderung stabil pada nilai di atas 6. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemasaman yang dapat timbul umumnya diakibatkan oleh keberadaan konsentrasi sulfur yang tinggi pada satu lapisan kedalaman pirit, dimana akan menjadi aktual jika keberadaannya teroksidasi. Nilai  $pH_F$  akan stabil karena kondisi tanah yang anaerob, hal ini diperkuat dari grafik TPA dan TSA yang berimpit, ini menunjukkan bahwa sulfur secara total masih bersifat potensi.

#### **Letak Lapisan Pirit Terhadap MSL Lokal**

Potensi kemasaman yang lebih menarik dengan ketersediaan senyawa belerang yang cukup pada daerah penelitian, bila kemudian terakumulasi sehingga terbentuknya sulfida-sulfida dari proses reduksi yang dilakukan oleh bakteri-bakteri *Desulfovibrio* dan *Desulfomaculum* (Hakim, dkk. 1986). Bila disekitarnya terdapat senyawa-senyawa besi misalnya Goethit,  $FeOH$ , maka dapat terbentuk senyawa-senyawa Machinovit ( $FeS$ ) dan pirit ( $FeS_2$ ).

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan (Gambar 7), maka dapat diketahui bahwa persentase senyawa-senyawa tersebut, utamanya pirit akan

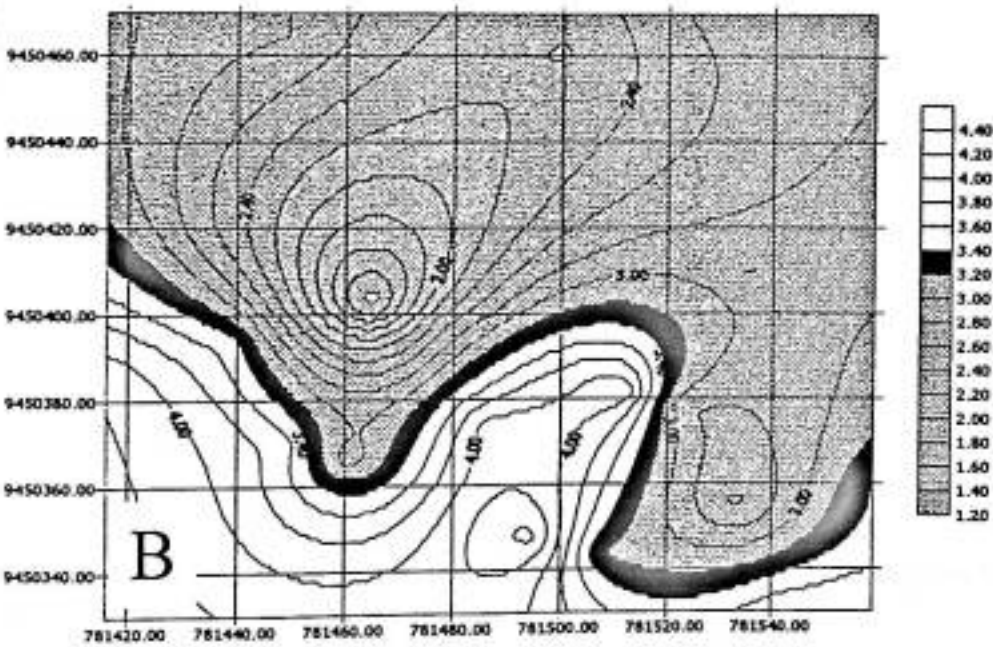
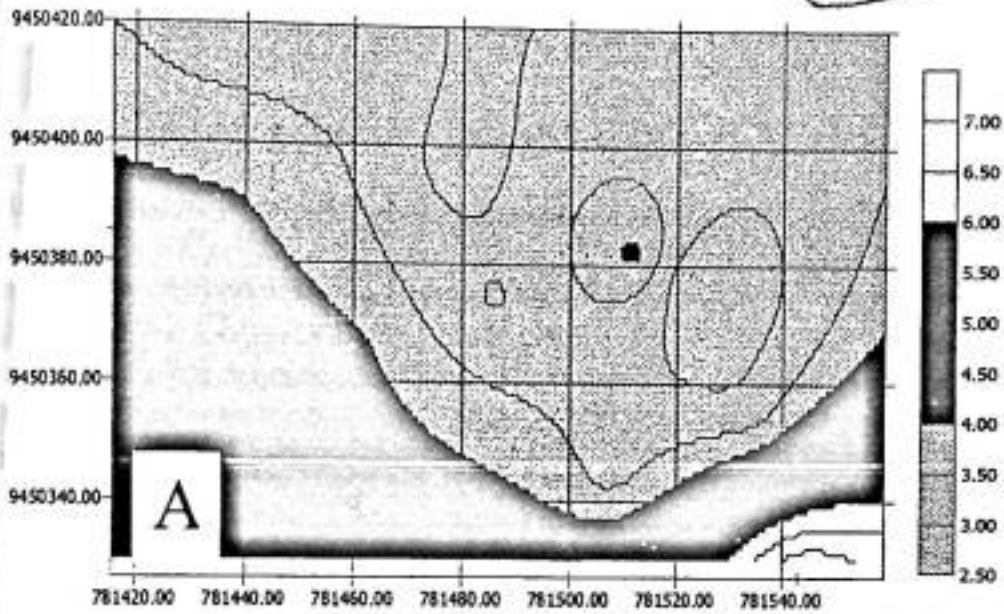
menunjukkan perbedaan konsentrasi pada tiap lapisan kedalaman. Hal ini halannya disebabkan oleh besarnya senyawa-senyawa pendukung seperti yang telah disebutkan di atas. Bila salah satunya kurang tersedia maka konsentrasi senyawa pirit juga berkurang, demikian halnya walaupun keduanya cukup tersedia, pada kondisi lingkungan kurang mendukung (terekspose udara), maka hasil akhirnya akan sebagai potensi akan tetapi kemungkinan sudah bersifat aktual. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa lapisan pirit dengan persentase tinggi memiliki ketebalan hingga 50 cm terletak antara 20 hingga 70 cm di atas MSL, atau berada antara lapisan olah (top soil) dengan MSL seperti yang diilustrasikan oleh grafik pada gambar 7. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada tambak-tambak percobaan tempat pengambilan sampel, pelataran tambak telah bekerja pada lapisan yang memiliki persentase pirit yang tinggi. Terdapatnya lapisan pirit dengan persentase yang tinggi lebih besar di atas MSL dapat diterima karena dari data potensial redoks dapat diketahui bahwa meskipun letak dasar tambak rata-rata di atas MSL akan tetapi nilai potensial redoksnya masih negatif, sehingga memungkinkan terbentuknya pirit, jika ternyata unsur/ senyawa pembentuknya cukup tersedia.



Gambar 7. Letak Lapisan Pirit terhadap MSL Lokal serta Hubungannya dengan Variabel Potensi Kemasaman Penentu Keberadaan Pirit

Tingginya persentase pirit pada lapisan yang dimaksud dapat diketahui dari nilai sebaran horisontalnya, dimana jika sebaran tersebut memiliki nilai yang relatif homogen, maka diasumsikan bahwa konsentrasi/persentase pirit pada lapisan tersebut cukup merata. Sementara jika variasi nilai cukup tinggi maka tingginya persentase pirit kemungkinan hanya terjadi parsial (pada titik sampling tertentu). Gambar 8 menjelaskan distribusi horisontal pirit pada ketinggian 50 dan 30 cm diatas MSL yang memiliki tingkat homogenitas yang cukup tinggi untuk seluruh titik sampling (tambak-tambak yang disurvei), sehingga keberadaan lapisan pirit dengan konsentrasi yang tinggi pada lapisan ini cukup dapat dipercaya.





Gambar 8. Distribusi horisontal % pirit pada ketinggian (A=50 cm, B=30cm) dari MSL

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan pirit dengan persentase yang tertinggi memiliki ketebalan 50 cm, yang terletak pada kedalaman antara 20 cm hingga 70 cm di atas Mean Sea Level (MSL) lokal atau terletak antara lapisan olah tanah dengan MSL lokal. Keberadaan lapisan pirit tersebut didukung oleh nilai yang tinggi dari kandungan  $pH_{Fox} < 4$ , kandungan besi (Fe) 14.352,16 ppm, kandungan Sulfur 0,7 %, dan bahan-bahan organik serta tekstur tanah yang liat, merupakan pembentuk senyawa pirit serta didukung oleh kondisi lingkungan yang anaerob.

### Saran

Output penelitian ini kami anggap hanya dapat berlaku secara lokal, dalam jangka waktu menengah (sesuai tingkat akurasi data pasut) dan lebih menekankan pada penguatan metodologi survei lahan untuk peruntukan budidaya tambak, oleh karena itu untuk daerah pertambakan yang berasosiasi dengan tanah sulfat masam pada lokasi yang berbeda dilakukan penelitian ulang sesuai dengan prosedur standar yang telah dilakukan. Untuk pembukaan lahan tambak yang baru, pirit bisa diredam dan secara khusus untuk para pengguna bagi peruntukan budidaya tambak di Marana, sebaiknya menggunakan data hasil penelitian ini sebagai acuan dalam pengelolaan tambak.



## DAFTAR PUSTAKA

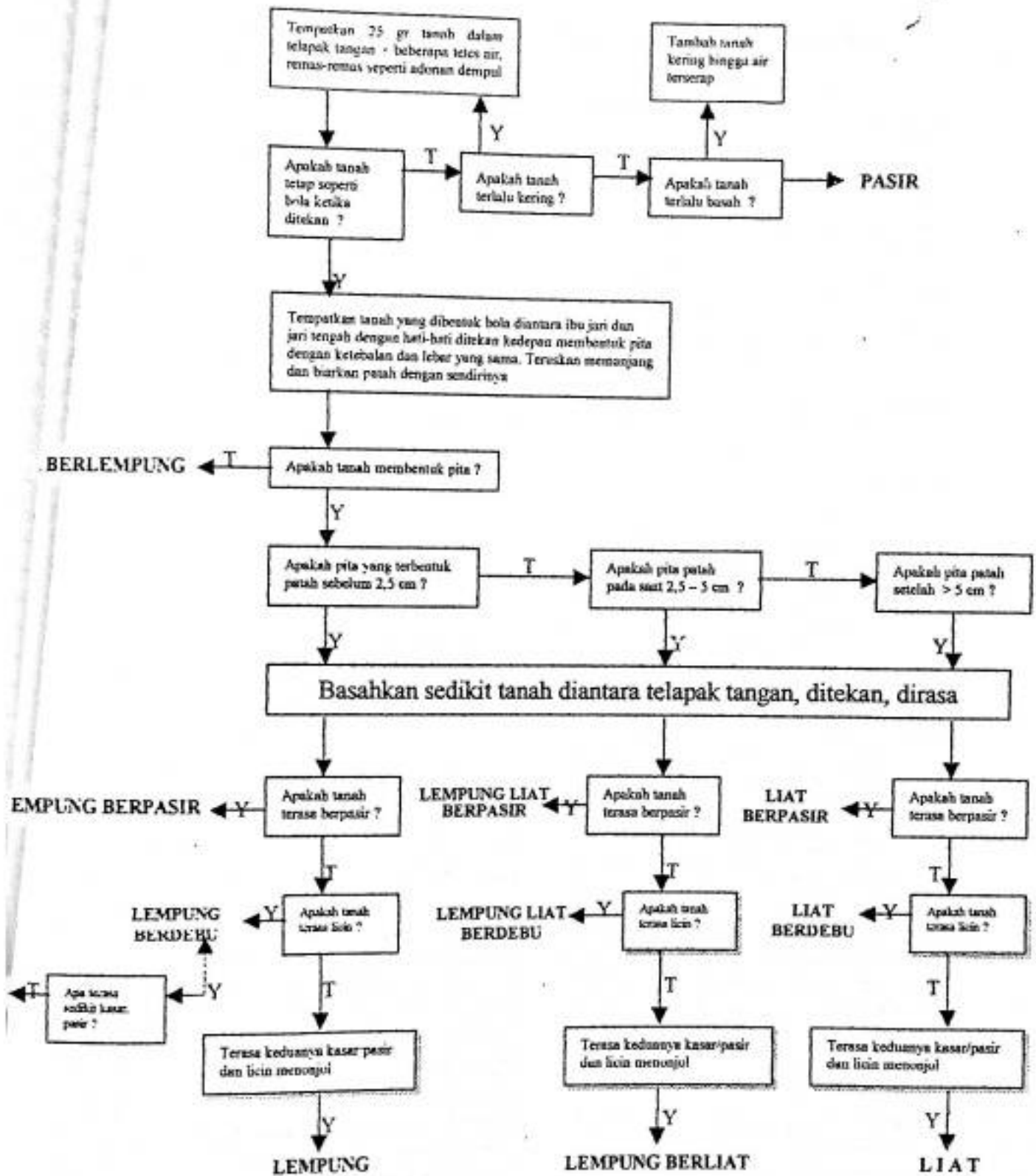
- Triyanto, E. dan Liviawaty, E. 1991. Teknik pembuatan tambak udang. Kanisius. Yogyakarta.
- Ahern, C.R., Blunden, B and Stone, Y.N. 1998. Acid Sulfate Soils Laboratory Methods. Acid Sulfate Soil Management Advisory Committee, Wollongbar, NSW, Australia.
- Anonim. 1984. Diktat Oseanografi. Dinas Hidro-Oseanologi. Jakarta
- Hanafi, A. 1998a. Bio-indikator tambak tanah sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros.
- . 1998b. The status of acid sulfate soil in Indonesia with special of reference to coastal aquaculture. Review paper. Research Institute for Coastal Fisheries, Maros.
- Milne, P. H. 1979. Fish and Shellfish Farming in Coastal Waters. Fishing News Books Ltd Farnham. Surrey, England.
- Ongkosongo O.S.R. dan Suryarso, 1989. Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Pons, L.J., van Breemen, N. And Driessen, P.M., 1982. "Physiography of Coastal Sediments and Development of Potential Acidity" part 1, pp. 1-18 in Acid Sulphate Weathering. Special Publ., No.10. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Pratikto, W.A., Armono, H.D. dan Suntoyo. 1996. Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut. BPFE. Yogyakarta.
- Pugh, D.T., 1987. Tides, Surges and Mean Sea-Level : *A handbook for engineers and Scientists*. John Wiley and Sons. New York.
- Sammut, J. 1997. Amelioration and management of shrimp pond in acid sulfate soils, Key researchabel issue. School of Geography, The University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia.

- Singh, V. P., and Paernomo A. T. 1987. Acid Sulfate Soil and Their Management for Brackishwater Fishpond. Brackishwater Aquaculture Centre, College of Fisheries of the University of Philippines in the Visayas Leganes Iloilo Philippines.
- Smith, P.T. 1996. Physical and chemical characteristic of sediment from prawn farm and mangrove habitation on the Clarence river, Australia. *Aquaculture* 146:47-83.
- Sudarmo B. M. dan Ranoemihardjo. 1992. *Rekayasa Tambak*. P.T. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- Tarunamulia, 1999. Penentuan Nilai Muka Surutan (Zo) untuk Pulau Barrang lombo dan Sekitarnya. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar (Skripsi S1).
- , 2001. Model Distribusi Potensi Kemasaman pada Tambak Tanah Sulfat Masam pada Lapisan kedalaman tertentu. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros
- Van Breemen, N. 1982. "Genesis, Morfology, and classification of Acid Sulfate Soils in Coastal Plains" part 111, pp. 1-18 in *Acid Sulphate Weathering*. SSA Special Publ., No. 10. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin pp. 95-108.

**LAMPIRAN**

ampiran 1. Data Hasil Pengamatan Pasang Surut di Lokasi Penelitian

Tanggal	Waktu Pengamatan (Jam)	Marana (cm)	Biringkassi (cm)	Makassar (cm)	faktor koreksi Astronomi	Marana (cm)	Biringkassi (cm)	Makassar (cm)
3 - 06 - 2001	0.00	52	30	40	1	52	30	40
	1.00	47	30	50	0	0	0	0
	2.00	44	40	60	1	44	40	60
	3.00	59	50	70	0	0	0	0
	4.00	75	70	90	0	0	0	0
	5.00	99	100	110	1	99	100	110
	6.00	120	120	120	0	0	0	0
	7.00	138	140	130	1	138	140	130
	8.00	143	150	130	1	143	150	130
	9.00	148	150	130	0	0	0	0
	10.00	142	140	120	2	284	280	240
	11.00	125	130	110	0	0	0	0
	12.00	116	110	110	1	116	110	110
	13.00	102	100	100	1	102	100	100
	14.00	95	90	100	0	0	0	0
	15.00	93	80	100	2	186	160	200
	16.00	91	80	100	1	91	80	100
	17.00	95	80	90	1	95	80	90
	18.00	98	80	90	2	196	180	180
	19.00	99	90	80	0	0	0	0
	20.00	100	90	80	2	200	180	160
	21.00	91	80	70	1	91	80	70
	22.00	95	70	60	1	95	70	60
23.00	67	60	50	2	134	120	100	
14 - 06 - 2001	0.00	58	50	50	0	0	0	0
	1.00	53	50	50	1	53	50	50
	2.00	47	50	60	1	47	50	60
	3.00	62	60	70	0	0	0	0
	4.00	86	70	90	2	172	140	180
	5.00	90	90	100	0	0	0	0
	6.00	103	110	110	1	103	110	110
	7.00	130	120	120	1	130	120	120
	8.00	140	140	120	0	0	0	0
	9.00	134	140	120	1	134	140	120
	10.00	138	140	120	0	0	0	0
	11.00	131	130	110	0	0	0	0
	12.00	114	110	100	1	114	110	100
	13.00	104	100	100	0	0	0	0
	14.00	94	90	90	1	94	90	90
			Jumlah		30	2913	2690	2710
	max	148	150	130	MSL →	97.1	89.6667	90.3333
min	44	30	40					
Tidal range	104	120	90					



Sumber : Balitkanta 2000

Lampiran 2. Diagram Penentuan Tekstur Tanah dengan Metode "Rasa"

Lampiran 3. Data Hasil Analisis Lapangan dari Reaksi Larutan Peroksida (PR),  
Warna Tanah dan Tekstur Tanah

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
1	P 1-A	0 - 20	1	black
2	P 1-B	0 - 20	1	black
3	P 1-C	0 - 20	1	black
4	P 1-D	0 - 20	2	black
5	P 1-E	0 - 20	3	black
6	P 2-A	0 - 20	1	dark grayish brown
7	P 2-B	0 - 20	1	dark grayish brown
8	P 2-C	0 - 20	1	dark grayish brown
9	P 2-D	0 - 20	1	dark greenish grey
10	P 2-E	0 - 20	3	dark greenish grey
11	P 3-A	0 - 20	3	dark greenish grey
12	P 3-B	0 - 20	2	dark greenish grey
13	P 3-C	0 - 20	1	dark grey
14	P 3-D	0 - 20	3	dark grey
15	P 3-E	0 - 20	0	dark grey
16	P 4-A	0 - 20	3	dark grey
17	P 4-B	0 - 20	1	dark grey
18	P 4-C	0 - 20	2	dark grey
19	P 4-D	0 - 20	1	dark olive brown
20	P 4-E	0 - 20	3	dark olive grey
21	P 5-A	0 - 20	1	dark olive grey
22	P 5-B	0 - 20	1	dusky red
23	P 5-C	0 - 20	1	olive
24	P 5-D	0 - 20	1	olive brown
25	P 5-E	0 - 20	1	olive brown
26	P 6-A	0 - 20	2	olive brown
27	P 6-B	0 - 20	2	olive grey
28	P 6-C	0 - 20	1	olive grey
29	P 6-D	0 - 20	1	olive grey
30	P 6-E	0 - 20	2	olive grey
31	P 7-A	0 - 20	2	very dark grayish brown
32	P 7-B	0 - 20	1	very dark grayish brown
33	P 7-C	0 - 20	1	very dark grayish brown
34	P 7-D	0 - 20	3	very dark grayish brown
35	P 7-E	0 - 20	1	very dark grayish brown
36	P 8-A	0 - 20	1	very dark grayish brown
37	P 8-B	0 - 20	3	very dark grayish brown
38	P 8-C	0 - 20	2	very dark grayish brown
39	P 8-D	0 - 20	1	very dark grayish brown
40	P 8-E	0 - 20	1	very dark grey
41	P 9-A	0 - 20	1	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
1	P 3-B	0 - 20	lempung berliat
2	P 5-C	0 - 20	lempung berliat
3	P 5-D	0 - 20	lempung berliat
4	P 8-B	0 - 20	lempung berliat
5	P 8-E	0 - 20	lempung berliat
6	P 1-E	0 - 20	liat
7	P 2-A	0 - 20	liat
8	P 2-B	0 - 20	liat
9	P 2-C	0 - 20	liat
10	P 2-D	0 - 20	liat
11	P 2-E	0 - 20	liat
12	P 3-C	0 - 20	liat
13	P 3-D	0 - 20	liat
14	P 3-E	0 - 20	liat
15	P 5-A	0 - 20	liat
16	P 5-B	0 - 20	liat
17	P 5-E	0 - 20	liat
18	P 6-A	0 - 20	liat
19	P 6-B	0 - 20	liat
20	P 7-A	0 - 20	liat
21	P 7-B	0 - 20	liat
22	P 7-C	0 - 20	liat
23	P 7-D	0 - 20	liat
24	P 7-E	0 - 20	liat
25	P 8-A	0 - 20	liat
26	P 8-C	0 - 20	liat
27	P 8-D	0 - 20	liat
28	P 9-E	0 - 20	liat
29	P 1-C	0 - 20	liat
30	P 8-C	0 - 20	liat
31	P 9-C	0 - 20	liat
32	P 1-A	0 - 20	liat berdebu
33	P 1-B	0 - 20	liat berdebu
34	P 1-D	0 - 20	liat berdebu
35	P 3-A	0 - 20	liat berdebu
36	P 4-A	0 - 20	liat berdebu
37	P 4-B	0 - 20	liat berdebu
38	P 4-C	0 - 20	liat berdebu
39	P 4-D	0 - 20	liat berdebu
40	P 4-E	0 - 20	liat berdebu
41	P 6-D	0 - 20	liat berdebu





No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
42	P 9-B	0 - 20	1	very dark grey
43	P 9-C	0 - 20	3	very dark grey
44	P 9-D	0 - 20	3	very dark grey
45	P 9-E	0 - 20	2	very dark grey
46	P 2-A	20 - 40	3	black
47	P 4-B	20 - 40	0	black
48	P 8-C	20 - 40	2	black
49	P 9-A	20 - 40	3	black
50	P 1-C	20 - 40	3	dark grayish brown
51	P 2-D	20 - 40	1	dark grayish brown
52	P 3-C	20 - 40	1	dark grayish brown
53	P 4-C	20 - 40	3	dark grayish brown
54	P 5-B	20 - 40	3	dark grayish brown
55	P 6-E	20 - 40	1	dark grayish brown
56	P 8-D	20 - 40	3	dark grayish brown
57	P 3-A	20 - 40	1	dark greenish grey
58	P 8-A	20 - 40	3	dark greenish grey
59	P 2-B	20 - 40	3	dark grey
60	P 4-E	20 - 40	0	dark grey
61	P 5-D	20 - 40	3	dark grey
62	P 1-A	20 - 40	3	dark olive brown
63	P 5-E	20 - 40	1	dark olive brown
64	P 7-C	20 - 40	1	dark olive brown
65	P 8-B	20 - 40	1	dark olive brown
66	P 1-D	20 - 40	3	dark olive grey
67	P 1-E	20 - 40	3	dark olive grey
68	P 3-B	20 - 40	1	dark olive grey
69	P 7-A	20 - 40	3	dark olive grey
70	P 4-A	20 - 40	3	grey
71	P 8-E	20 - 40	2	olive brown
72	P 3-E	20 - 40	0	olive grey
73	P 2-C	20 - 40	1	very dark grayish brown
74	P 4-D	20 - 40	1	very dark grayish brown
75	P 5-A	20 - 40	1	very dark grayish brown
76	P 5-C	20 - 40	3	very dark grayish brown
77	P 6-A	20 - 40	3	very dark grayish brown
78	P 6-D	20 - 40	2	very dark grayish brown
79	P 8-B	20 - 40	3	very dark grayish brown
80	P 9-D	20 - 40	3	very dark grayish brown
81	P 1-B	20 - 40	3	very dark grey
82	P 2-E	20 - 40	3	very dark grey
83	P 3-D	20 - 40	3	very dark grey
84	P 6-B	20 - 40	3	very dark grey
85	P 6-C	20 - 40	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
42	P 6-E	0 - 20	liat berdebu
43	P 9-A	0 - 20	liat berdebu
44	P 9-B	0 - 20	liat berdebu
45	P 9-D	0 - 20	liat berdebu
46	P 1-C	20 - 40	lemp. liat berdebu
47	P 8-B	20 - 40	lempung berliat
48	P 1-E	20 - 40	liat
49	P 2-C	20 - 40	liat
50	P 2-D	20 - 40	liat
51	P 3-E	20 - 40	liat
52	P 5-A	20 - 40	liat
53	P 5-B	20 - 40	liat
54	P 5-D	20 - 40	liat
55	P 5-E	20 - 40	liat
56	P 7-A	20 - 40	liat
57	P 8-A	20 - 40	liat
58	P 8-C	20 - 40	liat
59	P 8-D	20 - 40	liat
60	P 8-E	20 - 40	liat
61	P 9-E	20 - 40	liat
62	P 3-B	20 - 40	liat
63	P 1-A	20 - 40	liat berdebu
64	P 1-B	20 - 40	liat berdebu
65	P 1-D	20 - 40	liat berdebu
66	P 2-A	20 - 40	liat berdebu
67	P 2-B	20 - 40	liat berdebu
68	P 2-E	20 - 40	liat berdebu
69	P 3-A	20 - 40	liat berdebu
70	P 3-D	20 - 40	liat berdebu
71	P 4-A	20 - 40	liat berdebu
72	P 4-B	20 - 40	liat berdebu
73	P 4-C	20 - 40	liat berdebu
74	P 4-D	20 - 40	liat berdebu
75	P 4-E	20 - 40	liat berdebu
76	P 5-C	20 - 40	liat berdebu
77	P 6-A	20 - 40	liat berdebu
78	P 6-B	20 - 40	liat berdebu
79	P 6-C	20 - 40	liat berdebu
80	P 6-D	20 - 40	liat berdebu
81	P 6-E	20 - 40	liat berdebu
82	P 7-B	20 - 40	liat berdebu
83	P 7-C	20 - 40	liat berdebu
84	P 7-D	20 - 40	liat berdebu
85	P 7-E	20 - 40	liat berdebu

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
86	P 7-B	20 - 40	3	very dark grey
87	P 7-D	20 - 40	3	very dark grey
88	P 7-E	20 - 40	3	very dark grey
89	P 9-C	20 - 40	3	very dark grey
90	P 9-E	20 - 40	3	very dark grey
91	P 1-B	40 - 60	3	black
92	P 4-C	40 - 60	3	black
93	P 8-C	40 - 60	3	black
94	P 5-B	40 - 60	3	dark grayish brown
95	P 6-D	40 - 60	3	dark grayish brown
96	P 2-B	40 - 60	3	dark grey
97	P 6-A	40 - 60	3	dark grey
98	P 8-E	40 - 60	2	dark grey
99	P 1-D	40 - 60	3	dark olive
100	P 5-E	40 - 60	1	dark olive brown
101	P 2-E	40 - 60	3	dark olive brown
102	P 9-C	40 - 60	3	dark olive brown
103	P 1-A	40 - 60	3	dark olive grey
104	P 2-A	40 - 60	3	dark olive grey
105	P 3-E	40 - 60	1	dark olive grey
106	P 7-B	40 - 60	3	dark olive grey
107	P 4-A	40 - 60	3	grey
108	P 1-C	40 - 60	3	olive grey
109	P 1-E	40 - 60	3	olive grey
110	P 3-E	40 - 60	3	olive grey
111	P 2-D	40 - 60	3	very dark grayish brown
112	P 3-A	40 - 60	3	very dark grayish brown
113	P 3-C	40 - 60	3	very dark grayish brown
114	P 4-D	40 - 60	3	very dark grayish brown
115	P 5-A	40 - 60	3	very dark grayish brown
116	P 5-C	40 - 60	3	very dark grayish brown
117	P 6-B	40 - 60	3	very dark grayish brown
118	P 6-C	40 - 60	3	very dark grayish brown
119	P 6-D	40 - 60	3	very dark grayish brown
120	P 7-C	40 - 60	3	very dark grayish brown
121	P 7-E	40 - 60	3	very dark grayish brown
122	P 8-B	40 - 60	3	very dark grayish brown
123	P 8-D	40 - 60	3	very dark grayish brown
124	P 8-E	40 - 60	3	very dark grayish brown
125	P 2-C	40 - 60	3	very dark grey
126	P 2-E	40 - 60	3	very dark grey
127	P 3-D	40 - 60	2	very dark grey
128	P 4-B	40 - 60	3	very dark grey
129	P 4-E	40 - 60	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
86	P 9-A	20 - 40	liat berdebu
87	P 9-B	20 - 40	liat berdebu
88	P 9-C	20 - 40	liat berdebu
89	P 9-D	20 - 40	liat berdebu
90	P 3-C	20 - 40	liat berdebu
91	P 1-C	40 - 60	lemp. liat berdebu
92	P 3-D	40 - 60	liat
93	P 3-E	40 - 60	liat
94	P 5-B	40 - 60	liat
95	P 7-A	40 - 60	liat
96	P 8-E	40 - 60	liat
97	P 8-E	40 - 60	liat
98	P 1-A	40 - 60	liat berdebu
99	P 1-B	40 - 60	liat berdebu
100	P 1-D	40 - 60	liat berdebu
101	P 1-E	40 - 60	liat berdebu
102	P 2-A	40 - 60	liat berdebu
103	P 2-B	40 - 60	liat berdebu
104	P 2-C	40 - 60	liat berdebu
105	P 2-D	40 - 60	liat berdebu
106	P 2-E	40 - 60	liat berdebu
107	P 3-A	40 - 60	liat berdebu
108	P 3-B	40 - 60	liat berdebu
109	P 4-A	40 - 60	liat berdebu
110	P 4-B	40 - 60	liat berdebu
111	P 4-C	40 - 60	liat berdebu
112	P 4-D	40 - 60	liat berdebu
113	P 4-E	40 - 60	liat berdebu
114	P 5-A	40 - 60	liat berdebu
115	P 5-C	40 - 60	liat berdebu
116	P 5-D	40 - 60	liat berdebu
117	P 5-E	40 - 60	liat berdebu
118	P 6-A	40 - 60	liat berdebu
119	P 6-B	40 - 60	liat berdebu
120	P 6-C	40 - 60	liat berdebu
121	P 6-D	40 - 60	liat berdebu
122	P 6-E	40 - 60	liat berdebu
123	P 7-B	40 - 60	liat berdebu
124	P 7-C	40 - 60	liat berdebu
125	P 7-D	40 - 60	liat berdebu
126	P 7-E	40 - 60	liat berdebu
127	P 8-A	40 - 60	liat berdebu
128	P 8-B	40 - 60	liat berdebu
129	P 8-C	40 - 60	liat berdebu



No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
130	P 5-D	40 - 60	3	very dark grey
131	P 5-E	40 - 60	3	very dark grey
132	P 7-A	40 - 60	3	very dark grey
133	P 7-D	40 - 60	3	very dark grey
134	P 8-A	40 - 60	3	very dark grey
135	P 9-A	40 - 60	3	very dark grey
136	P 1-A	60 - 80	3	black
137	P 1-B	60 - 80	3	black
138	P 4-C	60 - 80	1	black
139	P 5-A	60 - 80	2	black
140	P 2-B	60 - 60	3	dark grey
141	P 4-A	60 - 60	3	dark grey
142	P 8-C	60 - 80	3	dark grey
143	P 8-E	60 - 80	3	dark grey
144	P 1-D	60 - 60	3	dark olive
145	P 2-A	60 - 60	3	dark olive
146	P 6-E	60 - 80	3	dark olive brown
147	P 1-E	60 - 60	3	dark olive grey
148	P 3-B	60 - 80	1	dark olive grey
149	P 3-E	60 - 80	3	dark olive grey
150	P 4-B	60 - 80	3	dark olive grey
151	P 7-B	60 - 80	3	dark olive grey
152	P 1-C	60 - 80	3	olive grey
153	P 2-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
154	P 3-A	60 - 80	3	very dark grayish brown
155	P 3-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
156	P 4-D	60 - 80	1	very dark grayish brown
157	P 5-B	60 - 80	3	very dark grayish brown
158	P 5-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
159	P 6-B	60 - 80	3	very dark grayish brown
160	P 6-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
161	P 6-D	60 - 80	3	very dark grayish brown
162	P 7-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
163	P 7-E	60 - 80	3	very dark grayish brown
164	P 8-D	60 - 80	3	very dark grayish brown
165	P 9-A	60 - 80	3	very dark grayish brown
166	P 9-B	60 - 80	3	very dark grayish brown
167	P 9-C	60 - 80	3	very dark grayish brown
168	P 9-D	60 - 80	3	very dark grayish brown
169	P 9-E	60 - 80	3	very dark grayish brown
170	P 2-D	60 - 80	3	very dark grey
171	P 2-E	60 - 80	3	very dark grey
172	P 3-D	60 - 80	3	very dark grey
173	P 4-E	60 - 80	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
130	P 8-D	40 - 60	liat berdebu
131	P 9-A	40 - 60	liat berdebu
132	P 9-B	40 - 60	liat berdebu
133	P 9-C	40 - 60	liat berdebu
134	P 9-D	40 - 60	liat berdebu
135	P 3-C	40 - 60	liat berdebu
136	P 3-E	60 - 80	lemp. liat berdebu
137	P 9-E	60 - 80	liat berdebu
138	P 5-A	60 - 80	liat
139	P 7-A	60 - 80	liat
140	P 1-A	60 - 80	liat berdebu
141	P 1-B	60 - 80	liat berdebu
142	P 1-C	60 - 80	liat berdebu
143	P 1-D	60 - 80	liat berdebu
144	P 1-E	60 - 80	liat berdebu
145	P 2-A	60 - 80	liat berdebu
146	P 2-B	60 - 80	liat berdebu
147	P 2-C	60 - 80	liat berdebu
148	P 2-D	60 - 80	liat berdebu
149	P 2-E	60 - 80	liat berdebu
150	P 3-A	60 - 80	liat berdebu
151	P 3-B	60 - 80	liat berdebu
152	P 3-D	60 - 80	liat berdebu
153	P 4-A	60 - 80	liat berdebu
154	P 4-B	60 - 80	liat berdebu
155	P 4-C	60 - 80	liat berdebu
156	P 4-D	60 - 80	liat berdebu
157	P 4-E	60 - 80	liat berdebu
158	P 5-B	60 - 80	liat berdebu
159	P 5-C	60 - 80	liat berdebu
160	P 5-D	60 - 80	liat berdebu
161	P 5-E	60 - 80	liat berdebu
162	P 6-A	60 - 80	liat berdebu
163	P 6-B	60 - 80	liat berdebu
164	P 6-C	60 - 80	liat berdebu
165	P 6-D	60 - 80	liat berdebu
166	P 6-E	60 - 80	liat berdebu
167	P 7-B	60 - 80	liat berdebu
168	P 7-C	60 - 80	liat berdebu
169	P 7-D	60 - 80	liat berdebu
170	P 7-E	60 - 80	liat berdebu
171	P 8-A	60 - 80	liat berdebu
172	P 8-B	60 - 80	liat berdebu
173	P 8-C	60 - 80	liat berdebu

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
174	P 5-D	60 - 80	1	very dark grey
175	P 5-E	60 - 80	3	very dark grey
176	P 6-A	60 - 80	2	very dark grey
177	P 7-A	60 - 80	3	very dark grey
178	P 7-D	60 - 80	3	very dark grey
179	P 8-A	60 - 80	3	very dark grey
180	P 8-B	60 - 80	3	very dark grey
181	P 1-A	80 - 100	3	black
182	P 1-B	80 - 100	3	black
183	P 4-C	80 - 100	3	black
184	P 6-A	80 - 100	3	black
185	P 7-D	80 - 100	3	black
186	P 2-B	80 - 100	3	dark grey
187	P 2-D	80 - 100	3	dark grey
188	P 3-C	80 - 100	2	dark grey
189	P 4-A	80 - 100	3	dark grey
190	P 8-C	80 - 100	3	dark grey
191	P 6-E	80 - 100	3	dark grey
192	P 1-D	80 - 100	3	dark olive
193	P 2-A	80 - 100	3	dark olive
194	P 4-B	80 - 100	3	dark olive grey
195	P 7-A	80 - 100	3	dark olive grey
196	P 7-B	80 - 100	3	dark olive grey
197	P 1-C	80 - 100	3	olive grey
198	P 1-E	80 - 100	3	olive grey
199	P 2-C	80 - 100		very dark grayish brown
200	P 2-E	80 - 100	1	very dark grayish brown
201	P 3-A	80 - 100	1	very dark grayish brown
202	P 4-D	80 - 100	3	very dark grayish brown
203	P 5-A	80 - 100	3	very dark grayish brown
204	P 5-B	80 - 100	3	very dark grayish brown
205	P 5-E	80 - 100	3	very dark grayish brown
206	P 5-B	80 - 100	3	very dark grayish brown
207	P 6-C	80 - 100	3	very dark grayish brown
208	P 6-D	80 - 100	3	very dark grayish brown
209	P 6-E	80 - 100	3	very dark grayish brown
210	P 7-C	80 - 100	3	very dark grayish brown
211	P 7-E	80 - 100	3	very dark grayish brown
212	P 8-D	80 - 100	3	very dark grayish brown
213	P 9-A	80 - 100	3	very dark grayish brown
214	P 9-B	80 - 100	3	very dark grayish brown
215	P 9-C	80 - 100	3	very dark grayish brown
216	P 9-D	80 - 100	3	very dark grayish brown
217	P 9-E	80 - 100	3	very dark grayish brown

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
174	P 8-D	60 - 80	liat berdebu
175	P 8-E	60 - 80	liat berdebu
176	P 9-A	60 - 80	liat berdebu
177	P 9-B	60 - 80	liat berdebu
178	P 9-C	60 - 80	liat berdebu
179	P 9-D	60 - 80	liat berdebu
180	P 3-C	60 - 80	liat berdebu
181	P 7-A	80 - 100	liat berdebu
182	P 9-E	80 - 100	liat berdebu
183	P 1-A	80 - 100	liat berdebu
184	P 1-B	80 - 100	liat berdebu
185	P 1-C	80 - 100	liat berdebu
186	P 1-D	80 - 100	liat berdebu
187	P 1-E	80 - 100	liat berdebu
188	P 2-A	80 - 100	liat berdebu
189	P 2-B	80 - 100	liat berdebu
190	P 2-C	80 - 100	liat berdebu
191	P 2-D	80 - 100	liat berdebu
192	P 2-E	80 - 100	liat berdebu
193	P 3-A	80 - 100	liat berdebu
194	P 3-B	80 - 100	liat berdebu
195	P 3-D	80 - 100	liat berdebu
196	P 3-E	80 - 100	liat berdebu
197	P 4-A	80 - 100	liat berdebu
198	P 4-B	80 - 100	liat berdebu
199	P 4-C	80 - 100	liat berdebu
200	P 4-D	80 - 100	liat berdebu
201	P 4-E	80 - 100	liat berdebu
202	P 5-A	80 - 100	liat berdebu
203	P 5-B	80 - 100	liat berdebu
204	P 5-C	80 - 100	liat berdebu
205	P 5-D	80 - 100	liat berdebu
206	P 5-E	80 - 100	liat berdebu
207	P 6-A	80 - 100	liat berdebu
208	P 6-B	80 - 100	liat berdebu
209	P 6-C	80 - 100	liat berdebu
210	P 6-D	80 - 100	liat berdebu
211	P 6-E	80 - 100	liat berdebu
212	P 7-B	80 - 100	liat berdebu
213	P 7-C	80 - 100	liat berdebu
214	P 7-D	80 - 100	liat berdebu
215	P 7-E	80 - 100	liat berdebu
216	P 8-A	80 - 100	liat berdebu
217	P 8-B	80 - 100	liat berdebu

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
218	P 3-B	80 - 100	2	very dark grey
219	P 3-D	80 - 100	2	very dark grey
220	P 3-E	80 - 100	3	very dark grey
221	P 4-E	80 - 100	3	very dark grey
222	P 5-C	80 - 100	3	very dark grey
223	P 5-D	80 - 100	3	very dark grey
224	P 8-A	80 - 100	3	very dark grey
225	P 8-B	80 - 100	3	very dark grey
226	P 1-B	100 - 120	3	black
227	P 4-C	100 - 120	3	black
228	P 6-A	100 - 120	2	black
229	P 7-D	100 - 120	3	black
230	P 6-E	100 - 120	3	dark grayish brown
231	P 8-D	100 - 120	3	dark grayish brown
232	P 2-B	100 - 120	3	dark grey
233	P 3-C	100 - 120	2	dark grey
234	P 4-A	100 - 120	3	dark grey
235	P 8-E	100 - 120	3	dark grey
236	P 1-A	100 - 120	3	dark olive
237	P 1-D	100 - 120	3	dark olive
238	P 2-A	100 - 120	3	dark olive
239	P 8-B	100 - 120	3	dark olive brown
240	P 4-B	100 - 120	1	dark olive grey
241	P 7-A	100 - 120	3	dark olive grey
242	P 7-B	100 - 120	3	dark olive grey
243	P 1-C	100 - 120	3	olive grey
244	P 2-C	100 - 120	1	very dark grayish brown
245	P 2-E	100 - 120	3	very dark grayish brown
246	P 3-A	100 - 120	1	very dark grayish brown
247	P 5-D	100 - 120	3	very dark grayish brown
248	P 5-E	100 - 120	1	very dark grayish brown
249	P 6-B	100 - 120	3	very dark grayish brown
250	P 6-C	100 - 120	3	very dark grayish brown
251	P 6-D	100 - 120	3	very dark grayish brown
252	P 7-C	100 - 120	3	very dark grayish brown
253	P 7-E	100 - 120	3	very dark grayish brown
254	P 8-C	100 - 120	3	very dark grayish brown
255	P 9-A	100 - 120	3	very dark grayish brown
256	P 9-B	100 - 120	3	very dark grayish brown
257	P 9-C	100 - 120	3	very dark grayish brown
258	P 9-D	100 - 120	3	very dark grayish brown
259	P 9-E	100 - 120	3	very dark grayish brown
260	P 1-E	100 - 120	3	very dark grey
261	P 2-D	100 - 120	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
218	P 8-C	80 - 100	liat berdebu
219	P 8-D	80 - 100	liat berdebu
220	P 8-E	80 - 100	liat berdebu
221	P 9-A	80 - 100	liat berdebu
222	P 9-B	80 - 100	liat berdebu
223	P 9-C	80 - 100	liat berdebu
224	P 9-D	80 - 100	liat berdebu
225	P 3-C	80 - 100	liat berdebu
226	P 7-A	100 - 120	liat berdebu
227	P 9-E	100 - 120	liat berdebu
228	P 1-A	100 - 120	liat berdebu
229	P 1-B	100 - 120	liat berdebu
230	P 1-C	100 - 120	liat berdebu
231	P 1-D	100 - 120	liat berdebu
232	P 1-E	100 - 120	liat berdebu
233	P 2-A	100 - 120	liat berdebu
234	P 2-B	100 - 120	liat berdebu
235	P 2-C	100 - 120	liat berdebu
236	P 2-D	100 - 120	liat berdebu
237	P 2-E	100 - 120	liat berdebu
238	P 3-A	100 - 120	liat berdebu
239	P 3-B	100 - 120	liat berdebu
240	P 3-D	100 - 120	liat berdebu
241	P 3-E	100 - 120	liat berdebu
242	P 4-A	100 - 120	liat berdebu
243	P 4-B	100 - 120	liat berdebu
244	P 4-C	100 - 120	liat berdebu
245	P 4-D	100 - 120	liat berdebu
246	P 4-E	100 - 120	liat berdebu
247	P 5-A	100 - 120	liat berdebu
248	P 5-B	100 - 120	liat berdebu
249	P 5-C	100 - 120	liat berdebu
250	P 5-D	100 - 120	liat berdebu
251	P 5-E	100 - 120	liat berdebu
252	P 6-A	100 - 120	liat berdebu
253	P 6-B	100 - 120	liat berdebu
254	P 6-C	100 - 120	liat berdebu
255	P 6-D	100 - 120	liat berdebu
256	P 6-E	100 - 120	liat berdebu
257	P 7-B	100 - 120	liat berdebu
258	P 7-C	100 - 120	liat berdebu
259	P 7-D	100 - 120	liat berdebu
260	P 7-E	100 - 120	liat berdebu
261	P 8-A	100 - 120	liat berdebu



No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
262	P 3-B	100 - 120	2	very dark grey
263	P 3-D	100 - 120	1	very dark grey
264	P 3-E	100 - 120	3	very dark grey
265	P 4-D	100 - 120	2	very dark grey
266	P 4-E	100 - 120	3	very dark grey
267	P 5-A	100 - 120	1	very dark grey
268	P 5-B	100 - 120	3	very dark grey
269	P 5-C	100 - 120	2	very dark grey
270	P 8-A	100 - 120	3	very dark grey
271	P 1-A	120 - 140	3	black
272	P 1-B	120 - 140	3	black
273	P 4-C	120 - 140	3	black
274	P 7-A	120 - 140	3	black
275	P 4-A	120 - 140	3	dark grey
276	P 8-E	120 - 140	3	dark grey
277	P 1-D	120 - 140	3	dark olive
278	P 2-A	120 - 140	3	dark olive
279	P 1-E	120 - 140	3	dark olive grey
280	P 4-B	120 - 140	3	dark olive grey
281	P 7-B	120 - 140	3	dark olive grey
282	P 1-C	120 - 140	3	olive grey
283	P 3-A	120 - 140	1	very dark grayish brown
284	P 5-D	120 - 140	1	very dark grayish brown
285	P 5-E	120 - 140	1	very dark grayish brown
286	P 8-B	120 - 140	3	very dark grayish brown
287	P 8-D	120 - 140	2	very dark grayish brown
288	P 6-E	120 - 140	3	very dark grayish brown
289	P 7-C	120 - 140	3	very dark grayish brown
290	P 7-E	120 - 140	3	very dark grayish brown
291	P 8-C	120 - 140	3	very dark grayish brown
292	P 8-A	120 - 140	3	very dark grayish brown
293	P 8-B	120 - 140	3	very dark grayish brown
294	P 9-C	120 - 140	3	very dark grayish brown
295	P 9-D	120 - 140	3	very dark grayish brown
296	P 9-E	120 - 140	3	very dark grayish brown
297	P 2-B	120 - 140	3	very dark grey
298	P 2-C	120 - 140	3	very dark grey
299	P 2-D	120 - 140	1	very dark grey
300	P 2-E	120 - 140	3	very dark grey
301	P 3-B	120 - 140	3	very dark grey
302	P 3-C	120 - 140	3	very dark grey
303	P 3-D	120 - 140	2	very dark grey
304	P 3-E	120 - 140	3	very dark grey
305	P 4-D	120 - 140	2	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
262	P 8-B	100 - 120	liat berdebu
263	P 8-C	100 - 120	liat berdebu
264	P 8-D	100 - 120	liat berdebu
265	P 8-E	100 - 120	liat berdebu
266	P 9-A	100 - 120	liat berdebu
267	P 9-B	100 - 120	liat berdebu
268	P 9-C	100 - 120	liat berdebu
269	P 9-D	100 - 120	liat berdebu
270	P 3-C	100 - 120	liat berdebu
271	P 7-A	120 - 140	liat berdebu
272	P 9-E	120 - 140	liat berdebu
273	P 1-A	120 - 140	liat berdebu
274	P 1-B	120 - 140	liat berdebu
275	P 1-C	120 - 140	liat berdebu
276	P 1-D	120 - 140	liat berdebu
277	P 1-E	120 - 140	liat berdebu
278	P 2-A	120 - 140	liat berdebu
279	P 2-B	120 - 140	liat berdebu
280	P 2-C	120 - 140	liat berdebu
281	P 2-D	120 - 140	liat berdebu
282	P 2-E	120 - 140	liat berdebu
283	P 3-A	120 - 140	liat berdebu
284	P 3-B	120 - 140	liat berdebu
285	P 3-D	120 - 140	liat berdebu
288	P 3-E	120 - 140	liat berdebu
287	P 4-A	120 - 140	liat berdebu
288	P 4-B	120 - 140	liat berdebu
289	P 4-C	120 - 140	liat berdebu
290	P 4-D	120 - 140	liat berdebu
291	P 4-E	120 - 140	liat berdebu
292	P 5-A	120 - 140	liat berdebu
293	P 5-B	120 - 140	liat berdebu
294	P 5-C	120 - 140	liat berdebu
295	P 5-D	120 - 140	liat berdebu
296	P 5-E	120 - 140	liat berdebu
297	P 6-A	120 - 140	liat berdebu
298	P 6-B	120 - 140	liat berdebu
299	P 6-C	120 - 140	liat berdebu
300	P 6-D	120 - 140	liat berdebu
301	P 6-E	120 - 140	liat berdebu
302	P 7-B	120 - 140	liat berdebu
303	P 7-C	120 - 140	liat berdebu
304	P 7-D	120 - 140	liat berdebu
305	P 7-E	120 - 140	liat berdebu



No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
306	P 4-E	120 - 140	3	very dark grey
307	P 5-A	120 - 140	3	very dark grey
308	P 5-B	120 - 140	3	very dark grey
309	P 5-C	120 - 140	3	very dark grey
310	P 6-A	120 - 140	2	very dark grey
311	P 6-C	120 - 140	3	very dark grey
312	P 7-D	120 - 140	3	very dark grey
313	P 8-A	120 - 140	3	very dark grey
314	P 8-B	120 - 140	3	very dark grey
315	P 8-D	120 - 140	3	very dark grey
316	P 1-A	140 - 160	3	black
317	P 1-B	140 - 160	3	black
318	P 4-C	140 - 160	3	black
319	P 4-E	140 - 160	3	black
320	P 2-B	140 - 160	3	dark grey
321	P 4-A	140 - 160	3	dark grey
322	P 8-E	140 - 160	3	dark grey
323	P 1-D	140 - 160	3	dark olive
324	P 1-E	140 - 160	3	dark olive
325	P 2-A	140 - 160	3	dark olive
326	P 1-C	140 - 160	3	dark olive grey
327	P 3-B	140 - 160	1	dark olive grey
328	P 4-B	140 - 160	1	dark olive grey
329	P 7-A	140 - 160	3	dark olive grey
330	P 7-B	140 - 160	3	dark olive grey
331	P 2-E	140 - 160	1	very dark grayish brown
332	P 3-A	140 - 160	3	very dark grayish brown
333	P 5-A	140 - 160	3	very dark grayish brown
334	P 5-D	140 - 160	1	very dark grayish brown
335	P 5-E	140 - 160	1	very dark grayish brown
336	P 6-A	140 - 160	3	very dark grayish brown
337	P 6-B	140 - 160	3	very dark grayish brown
338	P 6-C	140 - 160	3	very dark grayish brown
339	P 6-E	140 - 160	3	very dark grayish brown
340	P 7-E	140 - 160	3	very dark grayish brown
341	P 8-C	140 - 160	3	very dark grayish brown
342	P 9-B	140 - 160	3	very dark grayish brown
343	P 9-C	140 - 160	3	very dark grayish brown
344	P 9-D	140 - 160	3	very dark grayish brown
345	P 9-E	140 - 160	3	very dark grayish brown
346	P 2-C	140 - 160	3	very dark grey
347	P 2-D	140 - 160	2	very dark grey
348	P 3-C	140 - 160	3	very dark grey
349	P 3-D	140 - 160	2	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
306	P 8-A	120 - 140	liat berdebu
307	P 8-B	120 - 140	liat berdebu
308	P 8-C	120 - 140	liat berdebu
309	P 8-D	120 - 140	liat berdebu
310	P 8-E	120 - 140	liat berdebu
311	P 9-A	120 - 140	liat berdebu
312	P 9-B	120 - 140	liat berdebu
313	P 8-C	120 - 140	liat berdebu
314	P 8-D	120 - 140	liat berdebu
315	P 3-C	120 - 140	liat berdebu
316	P 7-A	140 - 160	liat berdebu
317	P 9-E	140 - 160	liat berdebu
318	P 1-A	140 - 160	liat berdebu
319	P 1-B	140 - 160	liat berdebu
320	P 1-C	140 - 160	liat berdebu
321	P 1-D	140 - 160	liat berdebu
322	P 1-E	140 - 160	liat berdebu
323	P 2-A	140 - 160	liat berdebu
324	P 2-B	140 - 160	liat berdebu
325	P 2-C	140 - 160	liat berdebu
326	P 2-D	140 - 160	liat berdebu
327	P 2-E	140 - 160	liat berdebu
328	P 3-A	140 - 160	liat berdebu
329	P 3-B	140 - 160	liat berdebu
330	P 3-D	140 - 160	liat berdebu
331	P 3-E	140 - 160	liat berdebu
332	P 4-A	140 - 160	liat berdebu
333	P 4-B	140 - 160	liat berdebu
334	P 4-C	140 - 160	liat berdebu
335	P 4-D	140 - 160	liat berdebu
336	P 4-E	140 - 160	liat berdebu
337	P 5-A	140 - 160	liat berdebu
338	P 5-B	140 - 160	liat berdebu
339	P 5-C	140 - 160	liat berdebu
340	P 5-D	140 - 160	liat berdebu
341	P 5-E	140 - 160	liat berdebu
342	P 6-A	140 - 160	liat berdebu
343	P 6-B	140 - 160	liat berdebu
344	P 6-C	140 - 160	liat berdebu
345	P 6-D	140 - 160	liat berdebu
346	P 6-E	140 - 160	liat berdebu
347	P 7-B	140 - 160	liat berdebu
348	P 7-C	140 - 160	liat berdebu
349	P 7-D	140 - 160	liat berdebu

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
350	P 3-E	140 - 160	3	very dark grey
351	P 4-D	140 - 160	2	very dark grey
352	P 5-B	140 - 160	1	very dark grey
353	P 5-C	140 - 160	3	very dark grey
354	P 6-D	140 - 160	3	very dark grey
355	P 7-C	140 - 160	3	very dark grey
356	P 7-D	140 - 160	3	very dark grey
357	P 8-A	140 - 160	3	very dark grey
358	P 8-B	140 - 160	3	very dark grey
359	P 8-D	140 - 160	3	very dark grey
360	P 9-A	140 - 160	3	very dark grey
361	P 1-A	160 -180	3	black
362	P 1-B	160 -180	3	black
363	P 2-D	160 -180	2	black
364	P 4-C	160 -180	1	black
365	P 4-E	160 -180	3	black
366	P 7-A	160 -180	3	black
367	P 2-B	160 -180	3	dark grey
368	P 4-A	160 -180	3	dark grey
369	P 8-C	160 -180	3	dark grey
370	P 1-D	160 -180	3	dark olive
371	P 1-E	160 -180	3	dark olive
372	P 2-A	160 -180	3	dark olive
373	P 1-C	160 -180	3	dark olive grey
374	P 4-B	160 -180	3	dark olive grey
375	P 7-B	160 -180	3	dark olive grey
376	P 3-A	160 -180	2	very dark grayish brown
377	P 5-C	160 -180	3	very dark grayish brown
378	P 5-D	160 -180	3	very dark grayish brown
379	P 6-C	160 -180	3	very dark grayish brown
380	P 6-D	160 -180	1	very dark grayish brown
381	P 6-E	160 -180	3	very dark grayish brown
382	P 7-C	160 -180	3	very dark grayish brown
383	P 9-B	160 -180	3	very dark grayish brown
384	P 9-C	160 -180	3	very dark grayish brown
385	P 9-D	160 -180	3	very dark grayish brown
386	P 2-C	160 -180	3	very dark grey
387	P 2-E	160 -180	3	very dark grey
388	P 3-B	160 -180	1	very dark grey
389	P 3-C	160 -180	2	very dark grey
390	P 3-D	160 -180	2	very dark grey
391	P 3-E	160 -180	3	very dark grey
392	P 4-D	160 -180	1	very dark grey
393	P 5-A	160 -180	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
350	P 7-E	140 - 160	liat berdebu
351	P 8-A	140 - 160	liat berdebu
352	P 8-B	140 - 160	liat berdebu
353	P 8-C	140 - 160	liat berdebu
354	P 8-D	140 - 160	liat berdebu
355	P 8-E	140 - 160	liat berdebu
356	P 9-A	140 - 160	liat berdebu
357	P 9-B	140 - 160	liat berdebu
358	P 9-C	140 - 160	liat berdebu
359	P 9-D	140 - 160	liat berdebu
360	P 3-C	140 - 160	liat berdebu
361	P 7-A	160 -180	liat berdebu
362	P 9-E	160 -180	liat berdebu
363	P 1-A	160 -180	liat berdebu
364	P 1-B	160 -180	liat berdebu
365	P 1-C	160 -180	liat berdebu
366	P 1-D	160 -180	liat berdebu
367	P 1-E	160 -180	liat berdebu
368	P 2-A	160 -180	liat berdebu
369	P 2-B	160 -180	liat berdebu
370	P 2-C	160 -180	liat berdebu
371	P 2-D	160 -180	liat berdebu
372	P 2-E	160 -180	liat berdebu
373	P 3-A	160 -180	liat berdebu
374	P 3-B	160 -180	liat berdebu
375	P 3-D	160 -180	liat berdebu
376	P 3-E	160 -180	liat berdebu
377	P 4-A	160 -180	liat berdebu
378	P 4-B	160 -180	liat berdebu
379	P 4-C	160 -180	liat berdebu
380	P 4-D	160 -180	liat berdebu
381	P 4-E	160 -180	liat berdebu
382	P 5-A	160 -180	liat berdebu
383	P 5-B	160 -180	liat berdebu
384	P 5-C	160 -180	liat berdebu
385	P 5-D	160 -180	liat berdebu
386	P 5-E	160 -180	liat berdebu
387	P 6-A	160 -180	liat berdebu
388	P 6-B	160 -180	liat berdebu
389	P 6-C	160 -180	liat berdebu
390	P 6-D	160 -180	liat berdebu
391	P 6-E	160 -180	liat berdebu
392	P 7-B	160 -180	liat berdebu
393	P 7-C	160 -180	liat berdebu



No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
394	P 5-B	180 -180	3	very dark grey
395	P 5-E	160 -180	2	very dark grey
396	P 8-A	160 -180	3	very dark grey
397	P 8-B	180 -180	3	very dark grey
398	P 7-D	180 -180	3	very dark grey
399	P 7-E	180 -180	3	very dark grey
400	P 8-A	160 -180	3	very dark grey
401	P 8-B	160 -180	3	very dark grey
402	P 8-D	160 -180	2	very dark grey
403	P 8-E	160 -180	3	very dark grey
404	P 9-A	160 -180	3	very dark grey
405	P 9-E	160 -180	3	very dark grey
406	P 1-A	180 - 200	3	black
407	P 1-B	180 - 200	3	black
408	P 4-C	180 - 200	3	black
409	P 4-E	180 - 200	3	black
410	P 5-B	180 - 200	3	black
411	P 5-D	160 - 200	3	black
412	P 7-A	180 - 200	3	black
413	P 8-B	180 - 200	3	black
414	P 2-B	180 - 200	3	dark grey
415	P 4-A	180 - 200	3	dark grey
416	P 8-C	180 - 200	3	dark grey
417	P 1-E	180 - 200	3	dark olive
418	P 2-A	180 - 200	3	dark olive
419	P 1-C	180 - 200	3	dark olive grey
420	P 3-B	180 - 200	1	dark olive grey
421	P 4-B	180 - 200	3	dark olive grey
422	P 7-B	180 - 200	3	dark olive grey
423	P 2-D	180 - 200	3	olive brown
424	P 2-E	180 - 200	3	very dark grayish brown
425	P 3-A	180 - 200	1	very dark grayish brown
426	P 6-A	180 - 200	3	very dark grayish brown
427	P 6-D	180 - 200	2	very dark grayish brown
428	P 7-C	180 - 200	3	very dark grayish brown
429	P 8-E	180 - 200	3	very dark grayish brown
430	P 9-A	180 - 200	3	very dark grayish brown
431	P 9-B	180 - 200	3	very dark grayish brown
432	P 9-C	180 - 200	3	very dark grayish brown
433	P 9-D	180 - 200	3	very dark grayish brown
434	P 1-D	180 - 200	3	very dark grey
435	P 2-C	180 - 200	3	very dark grey
436	P 3-C	180 - 200	1	very dark grey
437	P 3-D	180 - 200	1	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
394	P 7-D	160 -180	liat berdebu
395	P 7-E	160 -180	liat berdebu
396	P 8-A	180 -180	liat berdebu
397	P 8-B	180 -180	liat berdebu
398	P 8-C	180 -180	liat berdebu
399	P 8-D	160 -180	liat berdebu
400	P 8-E	160 -180	liat berdebu
401	P 9-A	160 -180	liat berdebu
402	P 9-B	160 -180	liat berdebu
403	P 9-C	160 -180	liat berdebu
404	P 9-D	160 -180	liat berdebu
405	P 3-C	160 -180	liat berdebu
406	P 7-A	180 - 200	liat berdebu
407	P 9-E	180 - 200	liat berdebu
408	P 1-A	180 - 200	liat berdebu
409	P 1-B	180 - 200	liat berdebu
410	P 1-C	180 - 200	liat berdebu
411	P 1-D	180 - 200	liat berdebu
412	P 1-E	180 - 200	liat berdebu
413	P 2-A	180 - 200	liat berdebu
414	P 2-B	180 - 200	liat berdebu
415	P 2-C	180 - 200	liat berdebu
416	P 2-D	180 - 200	liat berdebu
417	P 2-E	180 - 200	liat berdebu
418	P 3-A	180 - 200	liat berdebu
419	P 3-B	180 - 200	liat berdebu
420	P 3-D	180 - 200	liat berdebu
421	P 3-E	180 - 200	liat berdebu
422	P 4-A	180 - 200	liat berdebu
423	P 4-B	180 - 200	liat berdebu
424	P 4-C	180 - 200	liat berdebu
425	P 4-D	180 - 200	liat berdebu
426	P 4-E	180 - 200	liat berdebu
427	P 5-A	180 - 200	liat berdebu
428	P 5-B	180 - 200	liat berdebu
429	P 5-C	180 - 200	liat berdebu
430	P 5-D	180 - 200	liat berdebu
431	P 5-E	180 - 200	liat berdebu
432	P 6-A	180 - 200	liat berdebu
433	P 6-B	180 - 200	liat berdebu
434	P 6-C	180 - 200	liat berdebu
435	P 6-D	180 - 200	liat berdebu
436	P 6-E	180 - 200	liat berdebu
437	P 7-B	180 - 200	liat berdebu

No	Kode	Kedalaman (cm)	PR	Warna
438	P 3-E	180 - 200	3	very dark grey
439	P 4-D	180 - 200	3	very dark grey
440	P 5-A	180 - 200	3	very dark grey
441	P 5-C	180 - 200	3	very dark grey
442	P 5-E	180 - 200	3	very dark grey
443	P 6-B	180 - 200	3	very dark grey
444	P 6-C	180 - 200	3	very dark grey
445	P 6-E	180 - 200	3	very dark grey
446	P 7-D	180 - 200	3	very dark grey
447	P 7-E	180 - 200	3	very dark grey
448	P 8-A	180 - 200	3	very dark grey
449	P 8-D	180 - 200	3	very dark grey
450	P 8-E	180 - 200	3	very dark grey

No	Kode	Kedalaman (cm)	Tekstur
438	P 7-C	180 - 200	liat berdebu
439	P 7-D	180 - 200	liat berdebu
440	P 7-E	180 - 200	liat berdebu
441	P 8-A	180 - 200	liat berdebu
442	P 8-B	180 - 200	liat berdebu
443	P 8-C	180 - 200	liat berdebu
444	P 8-D	180 - 200	liat berdebu
445	P 8-E	180 - 200	liat berdebu
446	P 8-A	180 - 200	liat berdebu
447	P 9-B	180 - 200	liat berdebu
448	P 9-C	180 - 200	liat berdebu
449	P 9-D	180 - 200	liat berdebu
450	P 3-C	180 - 200	liat berdebu



Lampiran 4. Layout Lokasi Penelitian dan Stasiun Pengamatan di Marana

