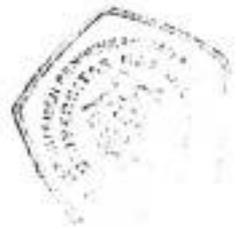


**AKRESI DAN REKRESI PANTAI KECAMATAN BOLA  
KABUPATEN WAJO**



**SKRIPSI**



OLEH :  
**BASO PATAWARI**  
L111 96 007

Tgl. Terima	17-07-02
Asal Dari	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 EXP
Harga	Hadiah
No. Inventaris	020717093
No. Kias	

**Pembimbing :**

**Ir. Marzuki Ukkas, DEA (Pembimbing Utama)**

**Ir. Abd. Rasyid, M.Si (Pembimbing anggota)**

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

**2002**

AKRESI DAN REKRESI PANTAI KECAMATAN BOLA  
KABUPATEM WAJO

Oleh :  
BASO PATAWARI  
L 111 96 007

Skripsi sebagai salah satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana pada  
Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan  
Universitas Hasanuddin

JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002



## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : AKRESI DAN REKRESI PANTAI KECAMATAN  
BOLA KABUPATEN WAJO

Nama : Baso Patawari

Nim : L111 96 007

Ir. Marzuki Ukkas, DEA  
Pembimbing Utama

Skripsi telah diperiksa  
dan disetujui oleh :

Ir. Abd. Rasyid, M.Si  
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh :

Ir. H. Hantzah Sunusi, M.Sc  
Dekan Fakultas Ilmu Kelautan  
dan Perikanan

DR. Ir. A. Niartiningih, M.Si  
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan

Tanggal Lulus : 25 April 2002



## RINGKASAN

**Baso Patawari.** Akresi dan rekreasi pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo. (Di bawah bimbingan **Ir. Marzuki Ukkas, DEA** sebagai Pembimbing Utama, **Ir. Abd. Rasyid, M.Si** sebagai Pembimbing Anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Bola Kabupaten Wajo pada bulan Juni hingga September 2001.

Pantai sebagai daerah transisi antara pengaruh daratan dan lautan merupakan kawasan yang sangat dinamis, karena menerima proses geomorfik seperti fluvial dan marin. Perubahan garis pantai sangat ditentukan oleh proses asal yang dominan. Perubahan maju (akresi) lebih ditentukan oleh proses fluvial yang dominan sedang perubahan pantai mundur ditentukan oleh proses marin yang kuat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akresi dan rekreasi pantai dan faktor – faktor penyebabnya di pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan informasi dalam usaha pengembangan wilayah dan perencanaan pantai di Kabupaten Wajo.

Pengambilan data lapangan berupa pengukuran gelombang, pengukuran arah dan kecepatan arus, pengambilan sample sedimen, pengamatan pasang surut, pengukuran kemiringan pantai, dan pengukuran kedalaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pantai Timur dan pantai Duppenalle terjadi akresi dengan nilai  $G_0 < 0,05$  dan pantai Maroengin tetap (seimbang).

## KATA PENGANTAR

### *Bissmillahir Rahmani Rahim*

Syukur kepada Allah Yang Maha Pemurah dan Penyayang, karena hanya hidayah dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai sebagaimana mestinya.

Skripsi yang berjudul "Akresi dan Rekresi Pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo" merupakan hasil penelitian yang telah penulis lakukan sejak bulan Juni hingga September 2001, di perairan pantai Kecamatan Biola Kabupaten Wajo.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Olehnya itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- Bapak Ir. Marzuki Ukkas, DEA yang telah banyak tersita waktunya untuk memberikan bantuannya baik moril maupun materi serta bimbingan dan nasehat.
- Bapak Ir. Abd. Rasyid, M.Si yang telah banyak memberikan dorongan dan semangat selama penelitian.
- Bapak dan ibu dosen Jurusan Ilmu Kelautan yang telah memberikan mata kuliah dan bimbingan yang baik.
- Keluarga Mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin atas bantuan dan kerjasamanya.

- Teman-teman angkatan “Mercuri Suar 96” yang telah bersama-sama sejak awal dan kerjasamanya serta motivasinya dan saran-sarannya selama penelitian.
- Teman-teman tim peneliti; Azis, Rama, Rahman dan Iwan atas kerjasamanya selama dilokasi penelitian.
- Teman-teman di Laboratorium Ekologi Laut; Rudi, Ancu, Anas, Cika, Ani, Ana, dkk.

Secara khusus saya ucapkan terima kasih kepada Ayah-Bunda yang telah memberikan dorongan moril dan bantuan materi serta doanya selama ini. Ucapan terima kasih pula kepada kakak dan adik tersayang serta seluruh keluarga yang telah memberikan motivasi selama kuliah hingga selesai.

Akhir kata dari tulisan ini, penulis sepenuhnya menyadari bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, olehnya itu penulis menerima kritik dan saran dari berbagai pihak yang sifatnya konstruktif dan sekaligus dapat dijadikan dasar/pedoman dalam penulisan berikutnya. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua, Amin.

*Wassalam*

Makassar, 20 April 2001

**Penulis**

## DAFTAR ISI



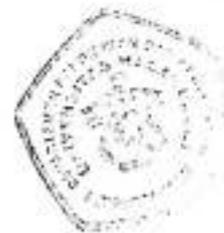
### Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	2
Ruang Lingkup Penelitian .....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Pantai .....	4
1. Defenisi .....	4
2. Proses Pantai .....	5
3. Bentuk Pantai .....	5
Akresi dan Rekresi .....	6
Sedimen .....	7
Parameter Oseanografi .....	9
1. Arus .....	9
2. Gelombang .....	9
3. Pasang Surut .....	11
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat .....	13
Alat dan Bahan .....	13
Prosedur Kerja .....	14
Analisa Data .....	18
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Gambaran Umum Lokasi .....	21
Faktor Pengubah Garis Pantai .....	23
1. Gelombang .....	23
2. Arus .....	24

3. Pasang Surut .....	27
4. Angin .....	27
5. Kedalaman Perairan .....	28
6. Sedimentasi .....	30
7. Aktivitas Manusia .....	35
Penentu Akresi dan Rekresi .....	38
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan .....	41
Saran .....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Klasifikasi Sedimen Pantai Berdasarkan Ukuran dengan Skala Wentworth...	8
2.	Tingkatan Zortasi Menurut Holme dan McIntyre (1984) .....	19
3.	Hasil Perhitungan Data Gelombang .....	23
4.	Hasil Perhitungan Kecepatan Arus .....	25
5.	Hasil Ananlisa Ukuran Butir Sedimen .....	31
6.	Analisa Pemilahan Butiran (Sortasi) .....	33
7.	Hasil Perhitungan Penentu Akresi dan Rekresi .....	38



## DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Peta Stasiun Pengambilan Sampel.....	22
2.	Peta Arah dan Kecepatan Arus .....	26
3.	Peta Kontur Kedalaman .....	29
4.	Peta Pola Sebaran Sedimen .....	34
5.	Peta Penggunaan Lahan .....	37
6.	Peta Akresi dan Rekreasi Pantai .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Data Hasil Pengukuran Gelombang .....	43
2.	Data Hasil Pengamatan Pasang Surut .....	46
3.	Prediksi Gelombang Berdasarkan Data Kecepatan Angin pada Musim yang Berbeda .....	47
4.	Data Pengukuran Kedalaman .....	48
5.	Data Pengukuran Kemiringan Pantai .....	49
6.	Data Hasil Analisa Sedimen .....	50

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pantai merupakan salah satu bagian dari wilayah pesisir yang merupakan daerah transisi antara pengaruh daratan dan lautan yang sangat dinamis, karena pantai menerima bermacam proses geomorfik seperti proses fluvial dan marin. Proses perubahan garis pantai sangat ditentukan oleh proses asal yang dominan. Perubahan maju (akresi) didominasi oleh fluvial, sedang proses mundur (rekresi) ditentukan oleh dominasi asal marin yang kuat (Komar, 1978).

Pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo memiliki profil pantai yang rentan akan perubahan. Perubahan-perubahan tersebut diasumsikan diakibatkan oleh faktor-faktor yang berasal dari laut (marin), faktor daratan (fluvial) dan faktor campur tangan manusia itu sendiri. Menurut masyarakat setempat bahwa sebagian pantai di daerah ini telah mengalami perubahan (kemunduran) yang mengakibatkan kerusakan sebagian areal tambak. Hal ini ditandai pada pantai Dupपालie masyarakat bersama pemerintah setempat melakukan upaya-upaya untuk menanggulangi masalah tersebut dengan membangun groin (dalam bahasa daerah setempat disebut "Ballasa") dan APO (alat peredam Ombak) serta melakukan rehabilitasi mangrove pada beberapa tempat baik areal yang terabrasi maupun tak terabrasi.

Panjang garis pantainya berkisar 10 km yang sebagian besar tertutupi oleh tumbuhan bakau. Karakter permukaan garis pantainya tersusun oleh endapan pasir, relatif garis pantainya yang lurus. Pada daerah yang berlumpur relatif membentuk garis pantai yang cembung, ini dijumpai pada daerah muara sungai seperti kantong-kantong pasir.

Kawasan pantai Desa Pasir Putih hingga pantai Desa Lakamporo terdapat tiga muara sungai yang cukup berpengaruh yaitu muara sungai Maroangin, muara sungai Setange dan muara sungai Kanunang. Aliran sungai ini mensuplai material sedimen dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh pengaruh aktifitas dari hulu, seperti perluasan areal atau pembuatan saluran tambak, yang merupakan aktifitas utama penduduk di sekitar kawasan tersebut. Hal tersebut tentunya akan mengubah keseimbangan dinamika pantai yang berpengaruh terhadap pengembangan tata lingkungan pantai.

Berdasarkan fenomena tersebut, dirasa perlu diadakan penelitian tentang *Akresi dan Rekresi Pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo*, sebagai bahan informasi yang berguna bagi pihak yang terkait yang dapat menunjang perencanaan lingkungan pantai.

### **Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akresi dan rekresi pantai dan faktor penyebabnya di pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo. Kegunaan dari penelitian ini untuk menjadi bahan informasi dalam usaha pengembangan wilayah dan perencanaan pantai di Kabupaten Wajo.

### Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada masalah akresi dan rekresi pantai berdasarkan pada parameter-parameter sebagai berikut :

- ÷ Gelombang (tinggi, panjang dan periode)
- ÷ Arah dan kecepatan arus
- ÷ Kecepatan angin (data sekunder)
- ÷ Pasang surut
- ÷ Topografi pantai
- ÷ Analisis ukuran butir sedimen
- ÷ Peta (data sekunder)
- ÷ Kedalaman perairan
- ÷ Aktivitas manusia

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pantai

#### 1. Defenisi

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan surut terendah. Garis pantai adalah garis batas pertemuan daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Bentang lahan pesisir mencakup perairan laut yang disebut pantai atau tepi laut adalah suatu daerah yang meluas dari titik terendah air laut pada saat surut hingga ke arah daratan sampai batas efektif gelombang (Dahuri, dkk., 1996).

Suriamihardja, D.A (1996) menyatakan bahwa *shore zone* (zone tepian) merupakan kata yang menunjukkan mintakat posisi *shoreline* yang berpindah-pindah karena pengaruh pasang dan surut (garis yang diperoleh dari hasil rata-rata pengukuran pasang surut), kadang berada pada posisi yang menjauh dari daratan dan kadang berada pada posisi yang mendesak ke arah daratan. Selanjutnya dijelaskan bahwa *off shore* menunjukkan hamparan dari garis tepi pada saat surut ke arah laut, *foreshore* adalah mintakat yang dipengaruhi langsung oleh pasang surut sementara *beach* merupakan suatu mintakat yang lebih sempit dalam mintakat zona yang tersusun oleh endapan dimana keberadaannya banyak berkaitan dengan aktifitas sedimentasi. Mintakat zona yaitu menunjukkan tempat mengendapnya reruntuhan batuan tebing pantai atau endapan pasir kasar sampai halus yang berasal dari DAS (daerah aliran sungai) yang bermuara ke zona tepian tersebut.

## 2. Proses Pantai

Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sehingga mampu menghancurkan energi yang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan tanggapan dinamis alami pantai. Kebanyakan kawasan pantai mengalami perubahan alam yang lebih cepat daripada perubahan alam di lingkungan lain. Perubahan tersebut disebabkan oleh sifat dinamika dari proses geomorfologi pantai yang besar (Anonim, 1994). Bila proses pengendapan mendominasi aktivitas geologi di zona pantai, maka yang terjadi adalah pantai maju dan sebaliknya bila proses pengerosian mendominasi, maka yang terjadi adalah pantai mundur. Kombinasi dari kedua proses ini mengakibatkan perubahan bentuk garis tepi pantainya (Suriamidjaja, 1996).

## 3. Bentuk Pantai

Bentuk pantai sangat dipengaruhi oleh energi gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa, tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus serta bathimetri pantai. Dahuri, dkk. (1996) menyatakan bahwa dalam batasan geologi bentuk pesisir terdiri dari bentuk pantai berundak yang terjadi di wilayah pengangkatan aktif dan prosesnya sampai saat ini masih terus berjalan, bentuk pantai terjal selain dikontrol oleh adanya struktur geologi seperti adanya patahan juga keberadaan batuan dasarnya yang sangat resisten terhadap abrasi gelombang laut, bentuk pantai landai selain dikontrol oleh jenis batuan alasnya yang relatif lunak juga terletak di daerah yang stabil dari kegiatan tektonik.

Triatmodjo (1999), pantai biasa terbentuk dari material dasar yang berupa Lumpur, pasir atau krikil (gravel). Kemiringan dasar pantai tergantung bentuk dan ukuran material dasar.

### Akresi dan Rekresi

Garis pantai selalu mengalami perubahan sepanjang waktu dan secara garis besar ada 2 macam yaitu akresi (perubahan garis pantai maju) dan rekresi (perubahan garis pantai mundur). Proses perubahan maju atau mundurnya garis pantai sangat ditentukan oleh proses asal yang dominan. Bird, E. C. F. (1970), berpendapat bahwa garis pantai dikatakan maju (akresi, progradasi) apabila ada petunjuk terjadi pengendapan (deposisi, sedimentasi) secara terus-menerus dan mengalami pengangkatan (emerge). Garis pantai dikatakan mundur apabila proses abrasi dan penenggelaman (subemerge) masih terus berlangsung.

Mundurnya garis pantai (erosi pantai) dapat terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya. Perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperharikan wilayah sempadan pantai dan sebagainya (Triatmodjo, 1999).

Pengendapan sedimen oleh sungai sangat berpengaruh terhadap kondisi pantai, dimana faktor yang berpengaruh adalah sudut lereng/topografi, jenis litologi, tingkat pelapukan, dan tingkat erosi sungai di hulu. Sudut lereng yang landai biasanya akan menyebabkan pengendapan secara lateral di dekat pantai, karena bentuk aliran sungai biasanya berupa meander dan sungai beranyam. Material yang diendapkan oleh sistim sungai tersebut berbutir halus, disebabkan oleh karena energi yang lemah sehingga



terbentuk pantai berlumpur dan berpasir halus yang luas. Sudut lereng yang terjal biasanya akan mengendapkan sedimen secara cepat ke arah pantai/laut dengan material berbutir sangat kasar hingga bongkahan-bongkahan batuan (Anonim, 1994).

### Sedimen

Sedimen merupakan material fragmental yang terjadi dari penghancuran batuan dan bahan-bahan organik yang terendapkan oleh tenaga air, angin atau es (Setiono, 1996).

Material dari sungai yang bermuara di pantai merupakan sumber utama sedimen pantai. Besarnya angkutan material dari sungai sangat tergantung pada morfologi dan elevasi dari sungai, batuan penyusun cekungan pengaliran sungai, kecepatan vegetasi dan iklim pada daerah tersebut. Faktor lain yang berpengaruh adalah terbentuknya estuaria sungai yang dapat menahan angkutan sedimen untuk langsung ditranspor di laut (Komar, 1978)

Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel, distribusi sedimen, bentuk dan kecepatan endap, tahanan terhadap erosi dan sebagainya. Diantara sifat tersebut, distribusi ukuran butir yang sangat penting, (Triatmodjo, 1999). Hal ini dikemukakan pula oleh Nybakken (1992) bahwa ukuran partikel pasir di pantai merupakan fungsi dari gerakan ombak di pantai. Jika gerakan ombak kecil, partikel akan berukuran kecil pula, tetapi bila gerakan ombak besar dan kuat, partikel-partikel akan menjadi besar.

Proses erosi dan sedimentasi tergantung pada sedimen dasar dan pengaruh hidrodinamika gelombang dan arus. Jika dasar laut terdiri dari material yang mudah bergerak, maka arus dan gelombang akan mengerosi sedimen dan membawanya searah

dengan arus. Sedimen yang tertransporter tersebut biasa berupa bed load (menggeling, menggeleser di dasar laut), seperti halnya pasir yang melayang untuk sedimen suspensi (Lumpur, lempung). Sedimen yang ada di daerah pantai biasa berupa pasir atau sedimen suspensi. Sedimen suspensi biasanya berasal dari sungai-sungai yang bermuara di pantai (Triatmodjo, 1996).

Proses erosi yang terjadi pada suatu tempat berarti akan mengalami sedimentasi di tempat lain. Karena material yang terekikis oleh aktivitas gelombang akan diangkut oleh aliran litoral dan diendapkan di tempat lain. Aliran litoral adalah gerakan pasir yang terdapat di daerah litoral (kawasan pantai yang masih dipengaruhi oleh pasang surut). Parameter lingkungan yang mempengaruhi proses sedimentasi dan erosi adalah gelombang, arus susur pantai dan arus tolak pantai, pasut, perubahan muka laut, angin, geologi dan parameter lain seperti kegiatan manusia dan aktivitas biologi (Dahuri, dkk., 1996).

Skala klasifikasi sedimen pantai berdasarkan ukuran yang banyak digunakan yaitu skala Wentworth (Bird, 1970).

Tabel 1. Klasifikasi Sedimen Pantai Berdasarkan Ukuran dengan Skala Wentworth.

No.	Kelas Ukuran Butir	Diameter Butir (mm)
1	Boulder (berangkal)	>256
2	Cobble (kerikil kasar)	64 – 256
3	Pebble (kerikil sedang)	4 – 64
4	Granule (kerikil halus)	2 – 4
5	Very Coarse sand (pasir sangat halus)	1 – 2
6	Coarse sand (pasir kasar)	0.5 – 1
7	Medium sand (pasir sedang)	0.25 – 0.5
8	Fine sand (pasir-pasir halus)	0.125 – 0.25
9	Very fine sand (pasir sangat halus)	0.062 – 0.125
10	Silt (lanau)	0.0039 – 0.0062
11	Clay (lempung)	< 0.0039

## Parameter Oseanografi

### 1. Arus

Arus sangat penting artinya sebagai alat untuk mengganti air pantai dan proses evolusi garis pantai, karena arus bertanggung jawab terhadap transportasi pantai. Ada dua hal yang dihasilkan ombak yang menuju garis pantai : (1) sistem sirkulasi arus tolak pantai (rip current) bersama dengan arus susur pantai, dan (2) hanya arus susur pantai (longshore current) yang dihasilkan oleh ombak yang datang dengan arah miring (Komar, 1978).

Menurut Carter (1988), mengemukakan bahwa gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (nearshore current) yang berpengaruh terhadap proses sedimentasi/abrasi pantai. Transportasi sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Daerah transport sedimen pantai ini terbentang garis pantai sampai tepat di luar daerah gelombang pecah. Transport sedimen diklasifikasikan menjadi transport menuju dan meninggalkan pantai (onshore-offshore transport) dan transport sepanjang pantai (longshore transport). Transport menuju dan meninggalkan pantai mempunyai rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang transport sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai. Daerah lepas pantai biasanya terjadi transport menuju – meninggalkan pantai, sedangkan di daerah pantai disertai transport sepanjang pantai.

### 2. Gelombang

Setiap gelombang mempunyai tiga unsur penting yaitu panjang, tinggi dan periode. Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak yang berurutan, tinggi gelombang adalah jarak menegak antara puncak dan lembah, sedangkan periode

gelombang yaitu waktu yang diperlukan dua puncak yang berurutan untuk melalui satu titik. Ukuran besar kecilnya gelombang umumnya ditentukan berdasarkan tinggi gelombang.

Menurut Komar (1978), bahwa gelombang akan memberikan transfer energi melalui partikelair yang sesuai dengan arah hembusan. Mekanisme transfer energi yang pertama adalah akibat variasi tekanan angin pada permukaan air yang diikuti oleh gerakan gelombang. Kedua adalah transfer momentum dan energi dari gelombang frekuensi tinggi ke gelombang frekuensi rendah (periode tinggi dan panjang gelombang besar).

Disamping mengangkut sedimen dasar, ombak berperan sangat dominan dalam menghancurkan daratan (erosi laut). Daya penghancur ombak terhadap daratan/batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain keterjalan garis pantai, kekerasan batuan, rekahan pada batuan, kedalaman laut di depan pantai, bentuk pantai, terdapat tidaknya penghalang (barrier) dimuka pantai dan sebagainya. Menurut Dahuri, dkk., (1996) bahwa pengambilan pasir di laut dan terumbu karang memperbesar hantaman ombak terhadap pantai dengan merusak kestabilan pantai karena pasir laut dan terumbu karang yang terdapat di pantai berfungsi sebagai peredam ombak.

Penentuan tinggi dan periode ombak pada saat hembusan angin kencang yang tidak dapat diukur, dapat diprediksikan dengan metode Wilson dengan persamaan :

$$\frac{gH_{1.3}}{U_2} = 0,3 \left[ 1 - \left\{ +0,004 (gF/U^2)^{1/2} \right\}^2 \right]$$

Dengan  $H1/3$  dan  $T1/3$  adalah tinggi dan periode gelombang signifikan,  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi,  $U$  adalah kecepatan angin dan  $F$  merupakan jarak pembangkitan ombak.

### 3. Pasang Surut

Nontji (1993), pasang surut merupakan proses naik turunnya muka laut secara hampir periodik karena gaya tarik benda-benda angkasa terutama bulan dan matahari. Naik dan turunnya muka laut dapat terjadi sekali sehari (pasang tunggal) atau dua kali sehari (pasang ganda) sedangkan pasut lainnya yang berperilaku seperti di atas disebut pasut campuran.

Kombinasi gaya pembangkit oleh bulan dan matahari secara bersamaan dapat dihitung dengan memasukkan faktor-faktor astronomis. Analisa harmonis metode Admiralty dimaksudkan untuk menghitung amplitudo dan fase dari komponen-komponen pasang surut utama, yaitu :  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $O_1$ , dan  $P_1$ .  $M_2$  merupakan konstanta pasut tipe setengah harian (semi diurnal) yang dipengaruhi oleh bulan,  $S_2$  adalah konstanta pasut tipe setengah harian yang dipengaruhi oleh posisi tipe terjauh bulan ketika berotasi,  $K_1$  adalah konstanta pasut tipe harian (diurnal) yang dipengaruhi oleh matahari dan bulan,  $K_2$  adalah konstanta pasut tipe setengah harian yang dipengaruhi oleh matahari dan bulan.  $O_1$  merupakan konstanta pasut tipe harian yang dipengaruhi oleh bulan dan  $P_1$  adalah konstanta pasut yang dipengaruhi oleh matahari (Ongkosongo dan Suyarso, 1989).

Selanjutnya dikatakan bahwa komponen-komponen pasang surut ini digunakan untuk menentukan pasang surut yang didasarkan pada bilangan Formzal (F) yang dinyatakan oleh bentuk :

$$F = \frac{A(O_1) + A(K)}{A(M_2) + A(S_2)}$$

dengan ketentuan :

$F \leq 0,25$	termasuk tipe semi diurnal murni
$0,25 < F \leq 1,5$	campuran dimana komponen semidiurnal lebih dominan
$1,5 < F \leq 3,0$	campuran dimana komponen diurnal lebih dominan
$F > 3,0$	termasuk tipe diurnal murni

Muara sungai adalah ruas terakhir dari sebuah sungai yang paling banyak masalahnya antara lain perubahan muka air yang intensif oleh pengaruh pasang surut muka air laut, terbentuknya gosong-gosong pasir yang dapat merintangì kelancaran arus sungai, adanya pengaruh air dan terjadinya gelombang yang besar oleh tiupan angin laut. (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni hingga september 2001 yang berlokasi di Kecamatan Bola Kabupaten Wajo. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Geomorfologi dan Manajemen Pantai, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

### **Alat dan Bahan**

Adapun alat yang digunakan selama penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Alat untuk pengambilan data lapangan

- Perahu
- Tali rafia
- GPS (Global Positioning System)
- Kantong sampel
- Layang-layang arus
- Spidol tahan air
- Alat tulis menulis
- Roll meter
- Tiang skala
- Grab sapmler
- Stopwatch
- Kompas geologi
- Pemeruman

#### 2. Alat untuk analisa sampel di laboratorium

- Sieve net
- Oven
- Timbangan elektrik
- Tissue
- Cawan Petri/gelas piala
- Baskom

- Sikat
  - Kertas semilog
3. Alat untuk pengolahan data berupa komputer dan softwarena.

Adapun bahan yang digunakan yaitu :

- Sampel sedimen
- Peta Rupa Bumi Lembar Peneki 2111-44

### Prosedur Kerja

Metode kerja penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu :

#### 1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini kegiatan yang dilaksanakan meliputi pengumpulan informasi, obsevasi awal lapangan, studi pustaka dan penentuan metodologi, serta menyusun rencana yang rinci mengenai kegiatan lapangan yang akan dilakukan selanjutnya.

#### 2. Penentuan Stasiun Pengamatan

Penentuan stasiun dilakukan dengan cara memilih daerah-daerah yang representatif untuk mewakili areal penelitian, daerah sekitar muara-muara sungai, daerah sekitar muara saluran tambak dan daerah terabrasi. Penentuan lokasi ini ditentukan posisinya dengan menggunakan GPS.

#### 3. Pengukuran Data Oseanografi

##### a. Pengukuran tinggi, periode dan panjang gelombang

Gelombang atau ombak diukur dengan menggunakan tiang berskala dengan mengamati nilai skala puncak dan lembah sampai 30 kali dan mencatat lamanya waktu yang diperlukan dengan menggunakan stopwatch.

Dan data tersebut diolah untuk mendapatkan tinggi dan periode serta panjang ombak yang signifikan.

b. Pengukuran Kecepatan dan Arah Arus

Kecepatan dan arah arus di perairan diukur dengan menggunakan layang-layang arus dengan panjang tali 10 meter. Arus yang diukur merupakan arus laut dangkal dan arus permukaan disekitar pantai. Pengukuran ini dilakukan di beberapa stasiun pengamatan yang ditentukan dengan GPS. Kecepatan dihitung dengan membagi panjang tali dengan lamanya waktu penjarannya hingga tali lurus, sementara arah arus diukur dengan menggunakan kompas.

c. Pengukuran Pasang Surut

Pengamatan pasut dilakukan dengan menempatkan rambu pasut pada tempat yang dianggap mewakili pencatatan kondisi pasut pada lokasi penelitian dengan interval 1 jam selama 39 jam (Ongkosongo dan Suyarso, 1989).

d. Pengukuran Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan diukur dengan menggunakan echosounder / pemeruman bersamaan dengan pengukuran arus.

e. Pengambilan Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil pada tiap stasiun pengamatan dengan menggunakan grab sampler untuk sedimen laut dan menggunakan sekop untuk sedimen sekitar pantai atau muara.

f. Pengukuran Sudut Kemiringan Pantai

Sudut kemiringan dasar tepi pantai diukur dengan menggunakan kompas geologi dan meteran. Dengan meletakkan kompas geologi di dasar pantai dengan posisi terbaring dengan arah tegak lurus dengan garis pantai.

g. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder berupa peta dan data kecepatan angin pada daerah lokasi penelitian. Data kecepatan angin diperoleh di instansi Badan Meterologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Sengkang Kabupaten Wajo.

h. Analisis Sampel di Laboratorium

a. Sampel dianalisis untuk mengetahui ukuran butiran sedimen atau distribusi ukuran butir sedimen. Analisis sampel dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- sampel terlebih dahulu dibersihkan
- Setiap sampel dipisahkan menurut stasiun pengamatan
- Sampel tersebut diambil secukupnya dan ditempatkan pada cawan petri yang telah diberi tanda berdasarkan stasiun pengamatan
- Sampel kemudian dikeringkan dengan memasukkan kedalam oven pada suhu 100 °c.
- Setelah kering, sampel ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik dan selanjutnya dilakukan pemisahan ukuran dengan saringan berupa ayakan bersusun untuk mengetahui distribusi ukuran dan jenis sedimen



- Sampel yang telah dianalisis dipresentasikan dalam bentuk kurva persentase kumulatif dan diklasifikasikan menurut skala Wentworth.

b. Analisis Sampel Sedimen Suspensi

- Kertas saring dipanaskan dalam oven selama kurang lebih 1 jam pada suhu 105 °c. Setelah itu dimasukkan ke dalam eksikator (penyerap kelembaban)
- Timbang kertas saring, saringlah contoh air dan filtratnya ditampung dengan gelas piala 1 liter kemudian catat volume filtrat
- Ambil kertas saring beserta endapannya, masukkan dalam oven selama kurang lebih 4 jam pada suhu 105 °c
- Kertas saring tersebut dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit
- Menimbang berat kertas saring beserta endapan keringnya, kemudian menghitung Ppm suspensi dengan menggunakan rumus :

$$PpmSuspensi = \frac{1000}{VolumeFiltrat} \times (A - B) \cdot 1000 (Ppm)$$

Keterangan :

A = berat kertas suspensi setelah dikeringkan (gram)

B = berat kertas saring kosong yang telah dikeringkan (gram)

4. Pengolahan data dan penyajian dengan menggunakan komputer dan softwarena.
5. Penyusunan laporan akhir

## Analisis Data

### 1. Data Gelombang

- Tinggi gelombang (H)

$H$  = Puncak Gelombang - Lembah gelombang

$$H_{\frac{1}{3}} = \frac{\sum(H_1 + H_2 + H_3)}{3}$$

- Periode gelombang (T)

$$T = \frac{t}{n}$$

- Panjang Gelombang

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56T^2$$

Keterangan :

$H$  = Tinggi gelombang (meter)

$T$  = Periode gelombang (detik)

$n$  = Banyaknya gelombang

### 2. Data Arus

- Kecepatan arus (V)

$$V = \frac{x}{t}$$

$V$  = Kecepatan arus (m/det)

$x$  = Jarak tempuh layang-layang arus (meter)

$t$  = Waktu yang digunakan (detik)

#### 4. Analisis data sedimen

- Menentukan presentase partikel pasir, lanau dan lempung dengan menggunakan skala Wentworth dan diplotkan dalam grafik semilog untuk menentukan  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ .
- Menentukan nilai sortasi

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

Keterangan :

$S_0$  = Nilai sortasi

$Q_1$  = Kwartil pertama

$Q_2$  = Kwartil kedua

$Q_3$  = Kwartil ketiga

Tabel 2. Tingkatan Sortasi menurut Holme dan McIntyre (1984) sebagai berikut :

No.	Nilai	Tingkat Sortasi
1	< 0.35	Sangat Baik
2	0.35-0.50	Baik
3	0.50-0.71	Baik Menengah
4	0.71-1.00	Menengah
5	1.00-2.00	Jelek
6	2.00-4.00	Sangat Jelek
7	> 4.00	Amat Sangat Jelek

#### 5. Akresi dan Rekresi

Data parameter yang ada digunakan untuk perhitungan faktor penentuan akresi dan rekresi pantai. Adapun faktor penentuan akresi dan rekresi pantai diukur dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Sunamura dan Horikawa (1986) yaitu :

$$Go = \left( \frac{Ho}{Lo} \right) (tg \theta)^{0.27} \left( \frac{d_{50}}{Lo} \right)^{-0.67}$$

Keterangan :

$G_o$  = Faktor penentuan akresi dan rekresi pantai (tanpa satuan)

$H_o$  = Tinggi gelombang maksimum (signifikan) di lapangan (meter)

$L_o$  = Panjang gelombang maksimu (signifikan) (meter)

$d_{50}$  = Median ukuran butiran atau ukuran persentil ke- 50 dari contoh sedimen

$\theta$  = Sudut lereng fisik dasar tepi pantai (derajat)

Kriteria :

Jika  $G_o < 0,0556$  berarti pantai mengalami rekresi

Jika  $G_o > 0,1111$  berarti pantai mengalami akresi

Jika  $G_o$  diantara 0,0556 dan 0,1111 berarti pantai tersebut dalam keseimbangan (tidak terjadi akresi dan rekresi).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi

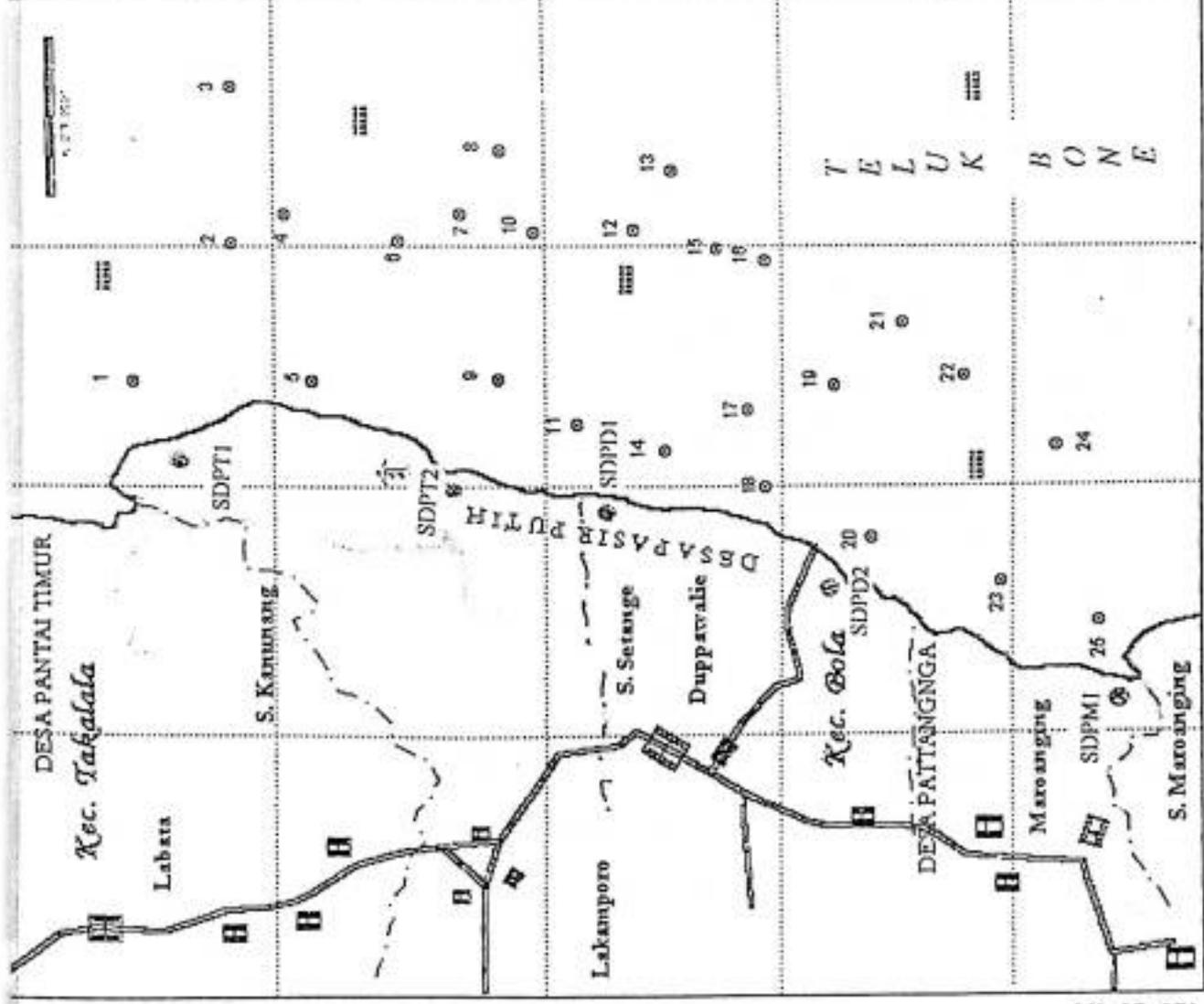
Daerah penelitian berada di pantai Sulawesi Selatan bagian Timur, letaknya di Kabupaten Wajo Kecamatan Bola, yang berjarak kurang lebih 60 kilometer dari kota Sengkang ke arah Timur dan 300 kilometer dari ibukota propinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak pada posisi  $04^{\circ} 09' 30'' - 04^{\circ} 13' 30''$  LS. dan  $120^{\circ} 21' 00'' - 120^{\circ} 24' 00''$  BT.

Perairan pantai kecamatan Bola memiliki garis pantai kurang lebih 10 kilometer. Pantai ini meliputi wilayah perairan Pantai Timur 4,5 kilometer, perairan Pantai Duppawalie 3,0 kilometer dan perairan Pantai Maroangin 2,5 kilometer. Kecamatan Bola memiliki luasan daerah  $220,13 \text{ km}^2$  yang berbatasan dengan Desa Pantai Timur (Kecamatan Takkalalla) di sebelah Utara, sebelah barat berbatasan dengan Desa Labata (Kecamatan Takkalalla), sebelah Timur berbatasan langsung dengan teluk Bone dan sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bone.

Kawasan perairan Kecamatan Bola memiliki 3 muara sungai yang cukup besar pengaruhnya yaitu muara sungai Kanunang, muara sungai Setangnge dan muara sungai Maroangi. Aliran sungai ini sebagai sumber pensuplai material sedimen dari hulu. Sepanjang areal penelitian, bermuara pula saluran atau kanal-kanal tambak baik yang langsung ke pantai maupun yang melalui sungai-sungai di sekitarnya, disamping itu dijumpai pula pohon-pohon bakau yang setiap tahun arealnya semakin menipis akibat dikonversi menjadi lahan tambak.

Keadaan iklim daerah penelitian dipengaruhi oleh 2 musim yang berbeda, yaitu musim barat dan musim timur. Musim barat berlangsung pada bulan Oktober hingga

120° 24' BT



120° 21' BT

-04° 13' 30" LS

PETA STASIUN PENGAMBILAN SAMPEL  
 SEDIMEN PERAIRAN PANTAI  
 PASIR PUTIH KECAMATAN BOLA  
 KABUPATEN WAJO



Skala 1:50.000  
 BASO PATAWARI  
 L111 96 007

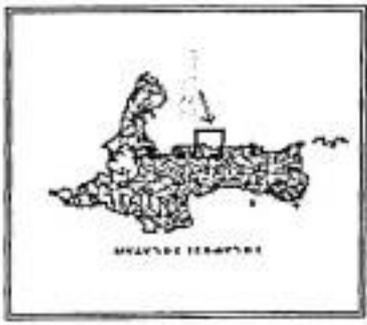


JURUSAN ILMU KELAUTAN  
 UNIVERSITAS HASANUDDIN  
 MAKASSAR 2001

Legenda

- Sungai
- Laut/Teluk Bone
- Stasiun
- Permukiman
- Mercusuar
- Batas Desa/Kecamatan
- Garis Pantai
- Jalan

Peta Indeks



SUMBER PETA : DIPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI  
 PROPINSI SULAWESI SELATAN



bulan April, pada musim ini hujan jarang turun dengan kecepatan angin besar. Sebaliknya, musim timur berlangsung dari bulan April hingga oktober dengan curah hujan yang cukup tinggi.

### Faktor Pengubah Garis Pantai

Faktor yang langsung berhadapan dengan proses yang terjadi di tepi pantai adalah kondisi oseanografi seperti gelombang, arus, dan pasang surut. Sementara iklim akan berpengaruh terhadap arah dan kekuatan parameter oseanografi. Faktor-faktor yang berpengaruh terjadinya perubahan garis pantai sesuai dengan hasil pengamatan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Gelombang

Hasil analisa pengukuran gelombang yang diwakili oleh tiga stasiun pengamatan, didapatkan tinggi, periode dan panjang gelombang yang signifikan (Tabel 3). Analisis tersebut menunjukkan bahwa tinggi gelombang signifikan yang terukur adalah 22,75 cm di Pantai Timur, 20,70 cm di sekitar pantai Duppawalie dan 19,60 cm di pantai Maroangin sedangkan periode signifikan yaitu 4,21 – 4,86 detik dan untuk panjang gelombang dengan nilai antara 27,77 – 36,88 cm. Kisaran tinggi, periode dan panjang gelombang tersebut relatif besar. Semakin tinggi gelombang maka semakin besar peluang terjadinya rekresi pantai dan semakin kecil gelombang semakin besar peluang terjadinya akresi pantai.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Data Gelombang

Lokasi	Pukul (Wita)	H1/3 (cm)	T1/3 (dtk)	L1/3 (cm)
Perairan Pantai Timur	09.00 – 09.45	22,75	4,31	28,99
Perairan Pantai Duppawalie	09.00 – 09.30	20,70	4,21	27,77
Perairan Pantai Maroangin	10.30 – 10.45	19,60	4,86	36,88

Ombak merupakan salah satu penyebab yang berperan besar dalam pembentukan pantai. Ombak yang terjadi di laut dalam pada umumnya tidak berpengaruh terhadap dasar laut dan sedimen yang terdapat di dalamnya. Sebaliknya, ombak yang terdapat di dekat pantai, terutama di daerah pecahan ombak mempunyai energi besar dan sangat berperan dalam pembentukan morfologi pantai, seperti menyeret sedimen yang ada di dasar laut dan erosi laut. Daya penghancur ombak terhadap daratan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain keterjalan garis pantai, kekerasan batuan, kedalaman laut dan bentuk pantai (Dahuri dkk. 1996). Keterbukaan pantai Kecamatan Bola terhadap sapuan angin dapat menyebabkan tinggi gelombang besar, sehingga sangat potensial untuk terjadinya abrasi pantai.

## 2. Arus

Pengamatan terhadap arah dan kecepatan arus di sekitar lokasi perairan pantai Pasir Putih menunjukkan bahwa arus yang terjadi adalah arus yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut (tidal current). Keterbukaan pantai terhadap pukulan arus (pantai terbuka) dalam hal ini interaksi pantai ini dengan perairan Teluk Bone dapat menyebabkan terjadinya rekresi pantai.

Walaupun arus pasang surut bukan merupakan penyebab utama dalam proses akresi dan rekresi, namun arus pasang surut dapat dibangkitkan oleh arus yang kuat di daerah estuaria, sungai dan perairan dangkal lainnya sehingga dapat menyebabkan rekresi dan akresi pantai (Suriamihardja, 1996). Arus sebagai gerak sejumlah besar massa air, selain dapat disebabkan oleh pasut, arus dapat pula dibangkitkan oleh tiupan angin dan perbedaan densitas air laut. Arus pada perairan ini sebagian besar bergerak ke arah laut lepas kecuali pada perairan Pantai Maroangin yang merupakan

pertemuan arus susur pantai dari utara, arus dari aliran sungai Maroangin dan arus dari laut lepas (Gambar 2). Kecepatan arus rata-rata 0,159 m/detik. Menurut Komar (1978), menyatakan bahwa pasir sangat halus dengan diameter 0,102 mm akan terbawa arus pada kecepatan 0,15 –0,30 m/detik dan terendapkan pada kecepatan arus kurang dari 0,15 m/detik.

Tabel 4. Pengukuran Kecepatan dan Arah Arus

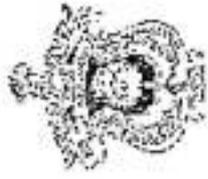
No.	Posisi		Arus	
	Lintang	Bujur	Arah (°)	Kecepatan (m/s)
1	04°09' 31 0"	120°22' 28,1"	10	0,081
2	04°09' 46,8"	120°22' 59,9"	120	0,125
3	04°09' 51,6"	120°23' 33,3"	155	0,092
4	04°10' 2,7"	120°23' 04,3"	149	0,155
5	04°10' 7,04"	120°22' 28,4"	125	0,28
6	04°10' 30,8"	120°23' 0,20"	140	0,152
7	04°10' 43,1"	120°23' 4,30"	135	0,146
8	04°10' 48,7"	120°23' 30,4"	240	0,08
9	04°10' 53,8"	120°22' 20,8"	140	0,179
10	04°10' 59,5"	120°22' 58,0"	180	0,226
11	04°11' 07,3"	120°22' 15,8"	175	0,179
12	04°11' 13,9"	120°22' 59,8"	165	0,175
13	04°11' 21,0"	120°23' 15,2"	100	0,184
14	04°11' 24,2"	120°22' 06,0"	210	0,28
15	04°11' 35,8"	120°22' 57,0"	90	0,35
16	04°11' 47,0"	120°22' 49,6"	80	0,175
17	04°11' 46,8"	120°22' 20,6"	110	0,121
18	04°11' 58,7"	120°22' 5,42"	185	0,102
19	04°12' 15,1"	120°22' 30,15"	85	0,14
20	04°12' 20"	120°21' 51,2"	60	0,194
21	04°12' 41,6"	120°22' 36,9"	265	0,113
22	04°12' 52,6"	120°22' 24,5"	90	0,085
23	04°12' 57,8"	120°21' 32,7"	30	0,23
24	04°13' 09"	120°22' 21,1"	355	0,09
25	04°13' 14,7"	120°21' 20,7"	50	0,05

PETA POLA ARUS PERAIRAN PANTAI  
PASIR PUTIH KECAMATAN BOLA  
KABUPATEN WAJO



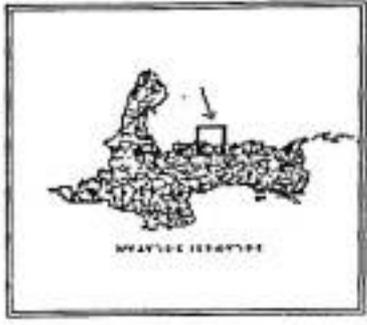
Skala 1 : 50.000

BASO PATAWARI  
LI11196007



JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2001

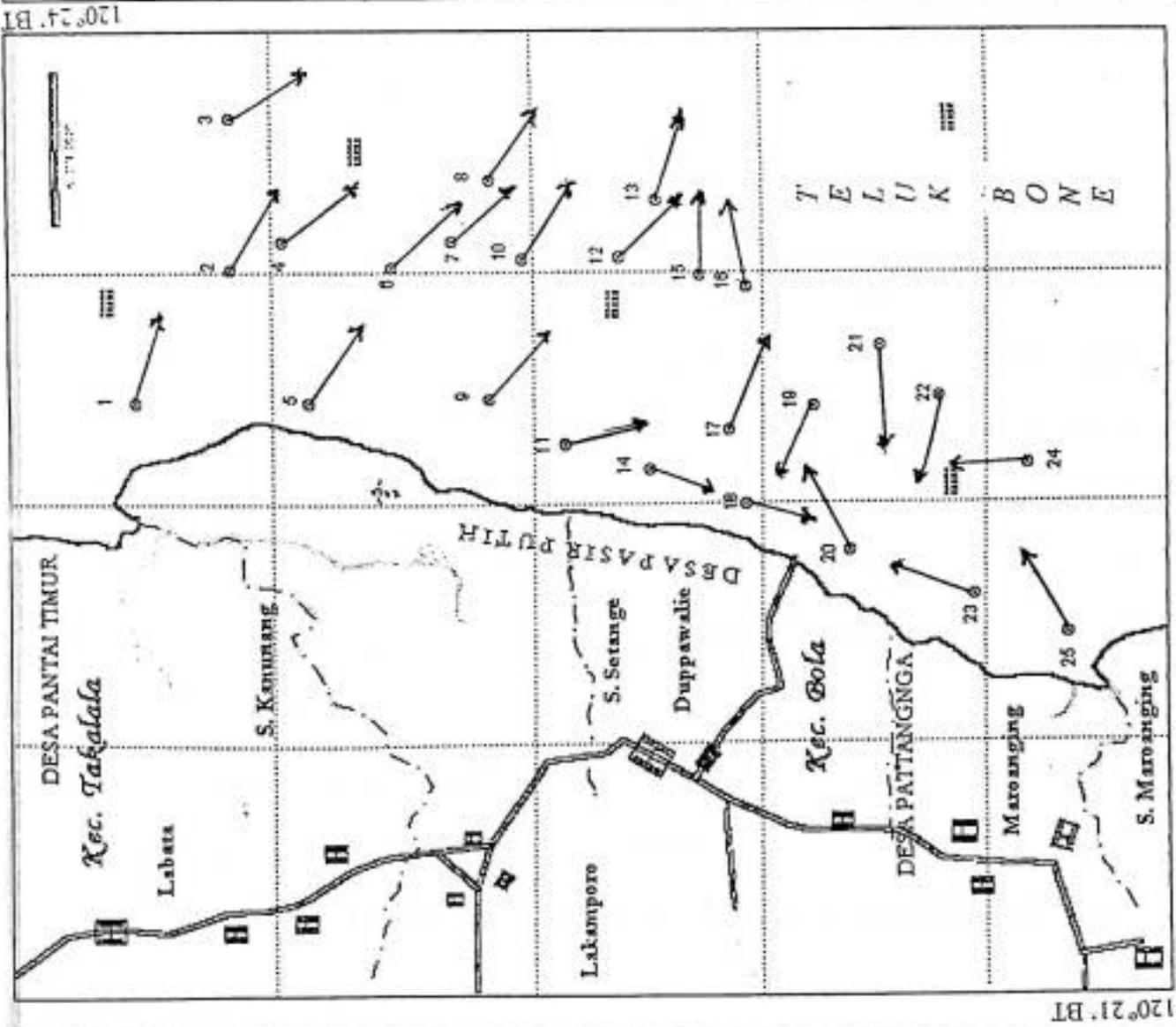
Peta Indeks



**Legenda**

	Sungai
	Laut/Teluk Bone
	Arah Arus
	Stasiun
	Permukiman
	Mercusuar
	Batas Desa
	Ceris Pantai
	Jalan

SUMBER PETA : DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI  
PROPINSI SULAWESI SELATAN



### 3. Pasang Surut

Pengaruh pasang surut laut terhadap perubahan pantai, tidak terlalu besar bila dibandingkan ombak dan arus. Namun pergerakan air akibat pasang surut, saat pasang akan terjadi peluapan air di muara sungai, bersamaan hal tersebut material sedimen akan mengendap di sekitar daerah tersebut. Juga sedimen terperangkap dalam perakaran mangrove sehingga pertumbuhan pantai dapat terjadi, namun partikel sedimen juga dapat terbawa pada saat surut.

Pasang surut di lokasi penelitian merupakan tipe pasang surut campuran yang condong kesemi diurnal dengan tunggang pasut sebesar 150 cm (Lampiran 2). Komponen harmonik pasang surut yang dominan mempengaruhi pada perairan pantai Kecamatan Bola Kabupaten Wajo adalah K1, O1, S2, M2, N2, MS4 dan M4 (Ekawarda, 2000).

### 4. Angin

Pantai di sekitar perairan Kabupaten wajo merupakan pantai yang berhadapan langsung dengan teluk Bone sehingga mudah diterjang oleh ombak yang dibangkitkan oleh angin. Pengaruh pergantian musim yang terjadi setiap enam bulan sekali, memberikan pengaruh cukup besar. Pantai ini menerima hampasan ombak yang berubah-ubah sesuai dengan arah hembusan angin yang tentunya akan menyebabkan arah dan suplai sedimen akan berubah sesuai dengan dinamika hampasan ombak.

Besar dan arah ombak yang menuju pantai berkaitan erat dengan arah dan kecepatan angin. Hembusan angin bergerak dari selatan barat daya ke Utara Barat laut dengan kecepatan angin maksimum sebagian besar berhembus  $180^{\circ}$  hingga  $360^{\circ}$

pada lima tahun terakhir ini. Proses yang terjadi di pantai pada dasarnya dibangkitkan oleh angin, sehingga dengan demikian beberapa parameter gelombang dapat dihitung Berdasarkan analisa angin dari Badan Metereologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Sengkang selama 3 tahun terakhir (Lampiran 3).

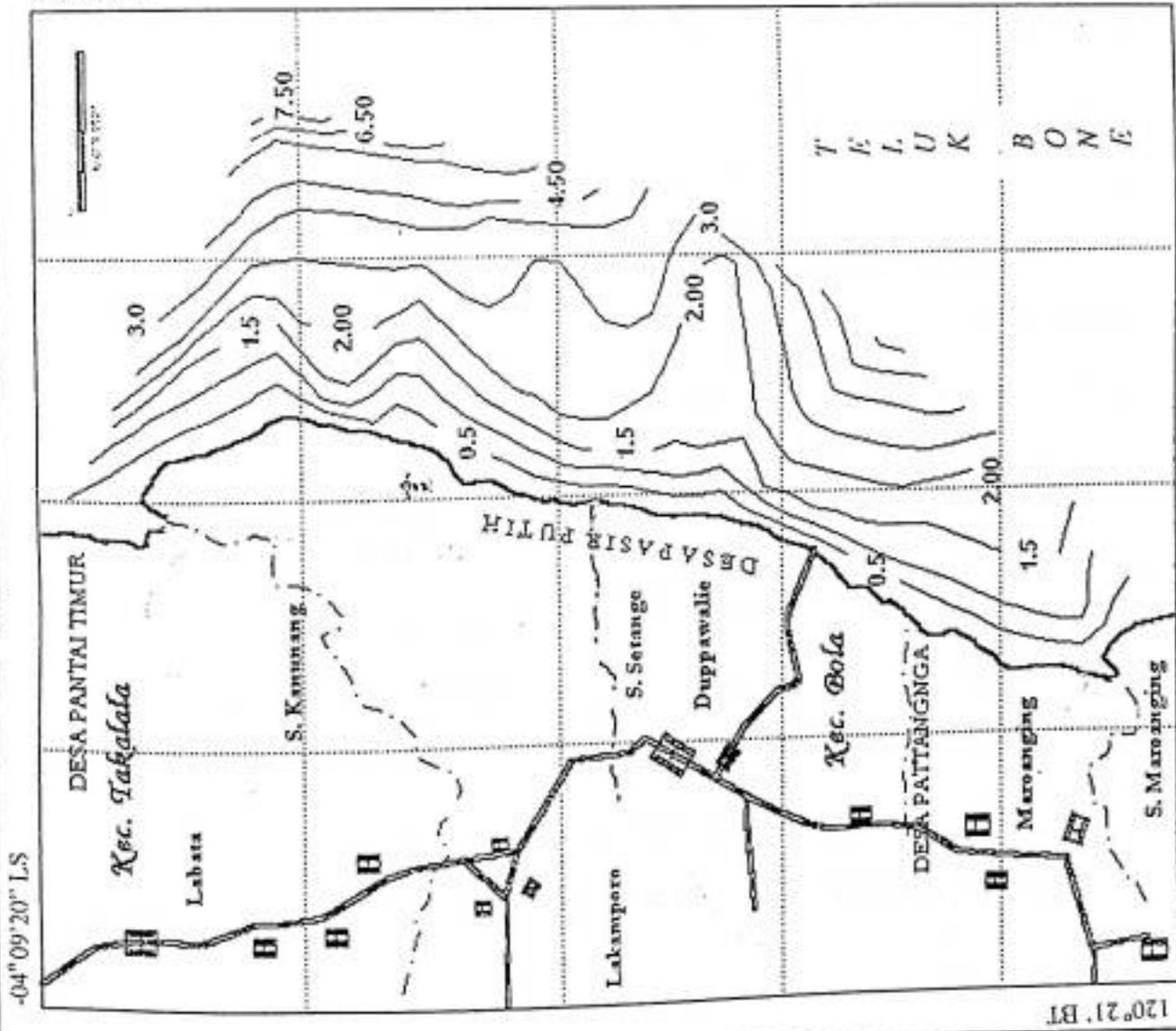
Data angin maksimum tersebut terlihat pada musim barat tahun 1999 pada bulan Januari. Hasil prediksi menunjukkan tinggi gelombang signifikan maksimum terjadi pada kecepatan angin maksimum yaitu pada bulan Januari dengan ketinggian 0,27 meter dan minimum pada bulan Mei 2000 dengan tinggi gelombang 0,10 meter.

#### 5. Kedalaman Perairan

Pemeruman dilakukan untuk mengetahui morfologi dasar perairan atau profil bawah permukaan laut. Hasil pemeruman di sekitar lokasi penelitian (Lampiran 4) menunjukkan bahwa kedalaman terukur sekitar 1,25 meter hingga 7,50 meter. Hasil pemeruman memberikan informasi bahwa bentuk topografi bawah laut di lokasi penelitian umumnya landai. Semakin ke arah lepas pantai kedalamannya bertambah secara gradual. Kedalaman sekitar garis pantai 2 meter dan kedalaman ini cukup luas ke arah laut lepas (Gambar 3).

Dangkalnya perairan laut ini akibat adanya proses sedimentasi di beberapa muara sungai yang bila lepas dari muara akan segera terendapkan di perairan tersebut. Seperti halnya yang terjadi pada muara sungai Maroangin hal ini disebabkan karena adanya pertemuan arus di lokasi tersebut.

Hasil pemeruman pada perairan pantai ini menunjukkan profil alas pantai yang berombak lereng landai dengan kemiringan  $6^{\circ} - 7^{\circ}$ . Sebagian daerah survei terdapat tebing-tebing pantai seperti pada daerah pantai Dupपालie. Terbentuknya



**PETA KONTUR KEDALAMAN  
PERAIRAN PANTAI PASIR PUTIH  
KECAMATAN BOLA KAB. WAJO**



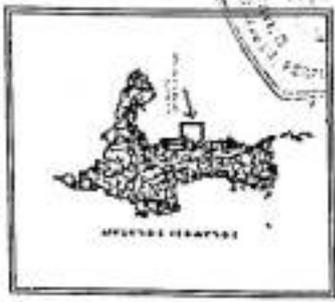
Skala 1 : 50.000

BASO PATAWARI  
1.111964007



**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2001**

Peta Indeks



**Legenda**

- Geris Kontur
- Sungai
- Permukiman
- Mercusuar
- - - Batas Desa/Kecamatan
- Jalan
- Geris Pantai

SUMBER PETA : DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI  
PROPINSI SULAWESI SELATAN



-04°09'20" LS

120°24' BT

120°21' BT

-04°13'30" LS

daerah yang bertebing tersebut disebabkan adanya pengaruh aksi gelombang laut yang menyapu material dekat pantai hingga ke daratan.

#### 6. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan faktor utama dalam pembentukan daratan baru atau perubahan garis pantai maju. Faktor tersebut apabila didukung oleh parameter oseanografi (gelombang, arus dan pasut).

Proses transportasi sedimen dapat berlangsung dengan adanya perubahan iklim, pada musim Barat proses transportasi sedimen berlangsung sangat cepat dibandingkan pada musim Timur, (Tappi dkk., 2001). Disamping itu adanya faktor dinamika pantai yang membawa pengaruh / perubahan besar pada proses pergerakan sedimen. Pada survei lapangan menunjukkan adanya aliran sedimen yang bergerak bebas. Pada daerah utara sedimen pantai mengarah ke laut lepas. Demikian pula pada daerah selatan arah sedimen bervariasi mengikuti bentuk dan topografi pada garis pantai.

Gelombang dan arus yang kuat akan menguntungkan terjadinya rekresi karena gelombang tersebut membawa material sedimen ke perairan lepas. Keadaan demikian menyebabkan material sedimen terangkut dari muara atau tambak sebagian besar menyebar ke perairan lepas dan sebagian juga terendapkan di sekitar pantai.

Analisa sedimen (Lampiran 5) berupa sebaran permukaan dasar laut dan sedimen darat merupakan akumulasi dari sedimentasi, dalam hal ini terdiri atas endapan alluvial, cangkang organisme maupun material bawaan yang melalui sungai. Analisa terhadap sebaran sedimen permukaan dasar laut dilakukan dengan pengumpulan 25 sampel sedimen dasar laut dan 5 sampel untuk sedimen darat

(sedimen sekitar pantai). Proses pemilahan ini untuk mengidentifikasi dilakukan dengan menggunakan Skala Wentworth. Hasil analisa menunjukkan bahwa jenis sedimen yang didapatkan adalah pasir dan lanau.

Tabel 5. Hasil Analisa Ukuran Sedimen

No.	Stasiun	Koordinat		Keterangan
		Lintang	Bujur	
1	SDPT1	04 <sup>o</sup> 09' 12.2"	120 <sup>o</sup> 23' 80.1"	Pasir
2	SDPT2	04 <sup>o</sup> 10' 70"	120 <sup>o</sup> 23' 09.1"	Pasir
3	SDPD1	04 <sup>o</sup> 11' 20.2"	120 <sup>o</sup> 22' 90.0"	Pasir
4	SDPD2	04 <sup>o</sup> 12' 19.0"	120 <sup>o</sup> 22' 58.1"	Pasir
5	SDPM1	04 <sup>o</sup> 13' 60.3"	120 <sup>o</sup> 22' 10.01"	Pasir
6	SSL1	04 <sup>o</sup> 09' 31.2"	120 <sup>o</sup> 22' 28.01"	Pasir
7	SSL2	04 <sup>o</sup> 09' 46.8"	120 <sup>o</sup> 22' 58.09"	Pasir
8	SSL3	04 <sup>o</sup> 09' 51.6"	120 <sup>o</sup> 23' 33.03"	Lanau
9	SSL4	04 <sup>o</sup> 10' 2.07"	120 <sup>o</sup> 23' 43.01"	Pasir
10	SSL5	04 <sup>o</sup> 10' 07.04"	120 <sup>o</sup> 22' 52.1"	Pasir
11	SSL6	04 <sup>o</sup> 10' 30.08"	120 <sup>o</sup> 23' 02.1"	Pasir
12	SSL7	04 <sup>o</sup> 10' 43.01"	120 <sup>o</sup> 23' 43.02"	Pasir
13	SSL8	04 <sup>o</sup> 10' 48.07"	120 <sup>o</sup> 23' 58.1"	Lanau
14	SSL9	04 <sup>o</sup> 10' 53.02"	120 <sup>o</sup> 23' 30.04"	Pasir
15	SSL10	04 <sup>o</sup> 10' 59.05"	120 <sup>o</sup> 22' 58.1"	Pasir
16	SSL11	04 <sup>o</sup> 11' 07.03"	120 <sup>o</sup> 22' 15.80"	Pasir
17	SSI.12	04 <sup>o</sup> 11' 13.09"	120 <sup>o</sup> 22' 59.01"	Pasir
18	SSL13	04 <sup>o</sup> 11' 21.02"	120 <sup>o</sup> 22' 15.02"	Pasir
19	SSL14	04 <sup>o</sup> 11' 24.2"	120 <sup>o</sup> 22' 06.10"	Pasir
20	SSL15	04 <sup>o</sup> 11' 35.08"	120 <sup>o</sup> 22' 57.01"	Pasir
21	SSL16	04 <sup>o</sup> 11' 47.02"	120 <sup>o</sup> 22' 49.06"	Pasir
22	SSL17	04 <sup>o</sup> 11' 46.08"	120 <sup>o</sup> 22' 20.06"	Pasir
23	SSL18	04 <sup>o</sup> 11' 58.07"	120 <sup>o</sup> 22' 49.06"	Pasir
24	SSL19	04 <sup>o</sup> 12' 24.2"	120 <sup>o</sup> 22' 20.01"	Pasir

25	SSL20	04 <sup>0</sup> 12' 24.2"	120 <sup>0</sup> 21' 57.1"	Pasir
26	SSL21	04 <sup>0</sup> 12' 24.2"	120 <sup>0</sup> 22' 58.41"	Pasir
27	SSL22	04 <sup>0</sup> 12' 24.2"	120 <sup>0</sup> 22' 30.15"	Lanau
28	SSL23	04 <sup>0</sup> 12' 24.2"	120 <sup>0</sup> 21' 36.01"	Lanau
29	SSL24	04 <sup>0</sup> 13' 24.2"	120 <sup>0</sup> 22' 24.01"	Lanau
30	SSL25	04 <sup>0</sup> 13' 24.2"	120 <sup>0</sup> 21' 20.07"	Lanau

Keterangan :

SDPT : Sampel Darat Pantai Timur

SDPD : Sampel Darat Pantai Duppawalie

SDPM : Sampel Darat Pantai Maroangin

SSL : Sampel Sedimen Laut

Perairan pantai Pasir Putih Kecamatan Bola Kabupaten Wajo didominasi oleh partikel pasir. Hal ini terlihat jelas dengan didupatkannya partikel pasir dengan persentase diatas 90 % pada 30 stasiun secara keseluruhan. Hal ini dimungkinkan terjadi mengingat kecepatan arus dan gelombang yang relatif kuat pada musim barat sehingga partikel sedimen yang berukuran halus akan terbawa ke laut lepas. Sebaran sedimen pada dasarnya dipengaruhi oleh arus sehingga sebaran sedimen pada perairan ini menunjukkan arah arus yang dominan pada perairan tersebut. Hal ini terlihat pada pada perairan pantai Timur dan pantai Duppawalie didominasi oleh material pasir namun pada pantai Maroangin didominasi oleh lanau (Gambar 4).

Nilai dan tingkat sortasi setiap stasiun sangat dipengaruhi oleh proses transportasi dan sedimentasi oleh arus dan gelombang. Hasil analisa data nilai sortasi sedimen menunjukkan bahwa sedimentasi perairan pantai Pasir Putih umumnya tersortasi dengan baik dengan kisaran sortasi mulai dari tingkatan menengah, baik menengah, baik dan sangat baik (tabel 6). Hal ini relevan dengan pernyataan Komar (1978) yang mengatakan



bahwa sedimen disepanjang pantai umumnya tersortasi dengan baik dimana partikel-partikel sedimen telah dipisah-pisahkan berdasarkan ukuran butiran sebagai akibat dari aksi gelombang dan arus. Dari hasil penentuan persentase partikel sedimen yang telah diplotkan ke dalam grafik semilog didapatkan pula nilai median (Q2) pada tabel. Nilai median tersebut merupakan salah satu penentu terjadinya akresi dan rekresi pantai.

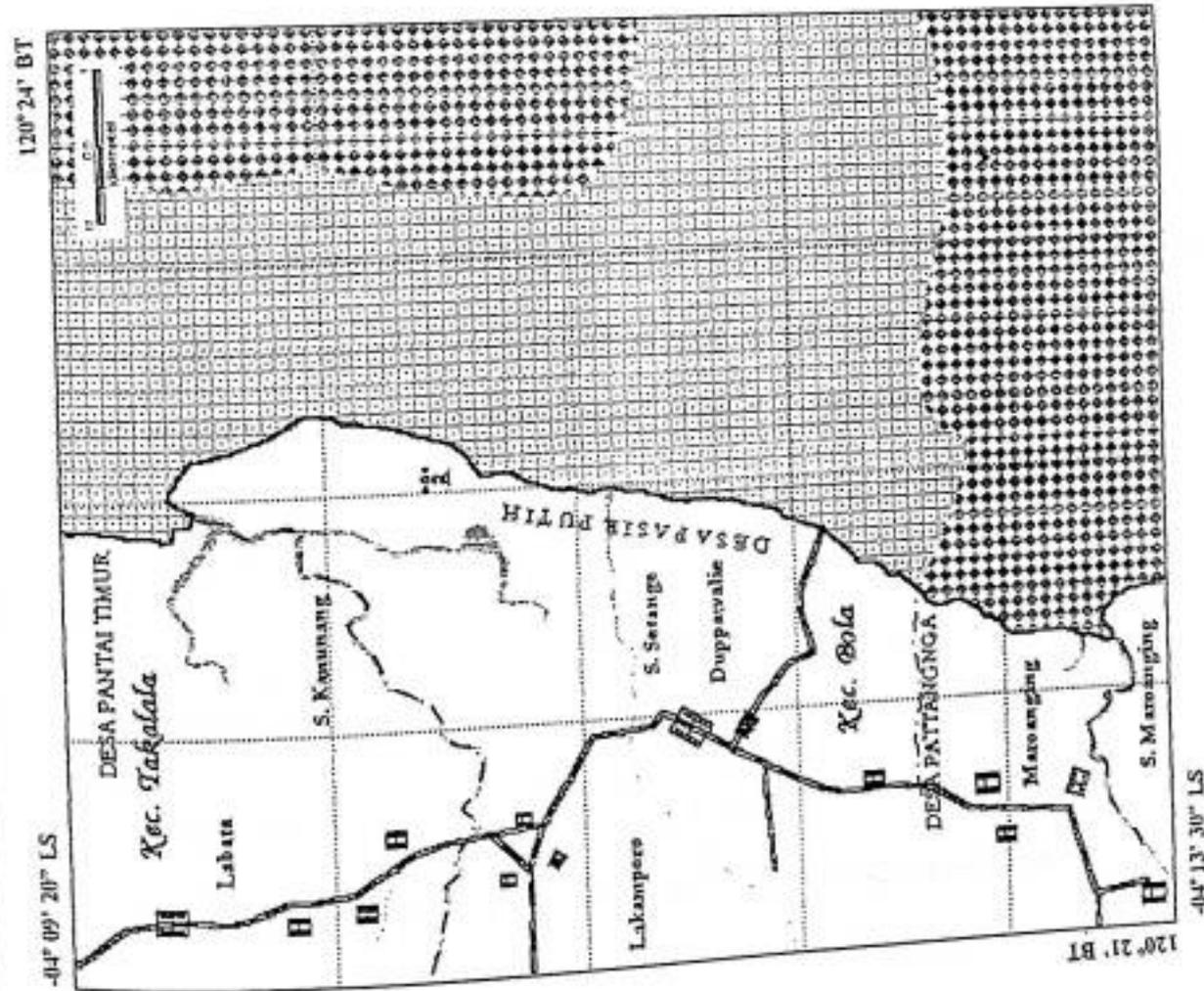
Tabel 6. Analisis Pemilahan Butiran (Sortasi)

STASIUN	Q3	Q2	Q1	NILAI SORTASI	TINGKATAN SORTASI
SDPT1	220	625	800	0.52	Baik Menengah
SDPT2	315	410	565	0.74	Menengah
SDPD1	220	415	773	0.53	Baik Menengah
SDPD2	292.5	400	560	0.72	Menengah
SDPD3	315	413	567	0.74	Menengah
SSL1	93.4	147	200	0.68	Baik Menengah
SSL2	210	304	410	0.715	Menengah
SSL3	44	113	200	0.47	Baik
SSL4	110.3	156	200	0.74	Menengah
SSL5	86	121	180	0.69	Baik Menengah
SSL6	125	160	205	0.78	Menengah
SSL7	116.7	160	210	0.74	Menengah
SSL8	55.57	121	324.4	0.41	Baik
SSL9	137.7	170	215	0.80	Menengah
SSL10	142.5	187	235	0.77	Menengah
SSL11	83	154	200	0.64	Baik Menengah
SSL12	125	195	352.7	0.59	Baik Menengah
SSL13	151.25	190	240	0.79	Menengah
SSL14	142.5	143	220	0.80	Menengah
SSL15	86	151	352.7	0.49	Baik
SSL16	133.75	230	427.2	0.56	Baik Menengah
SSL17	170	230	352.7	0.69	Baik Menengah
SSL18	96	147	210	0.67	Baik Menengah
SSL19	180	309	410	0.66	Baik Menengah
SSL20	185	608	1800	0.32	Sangat Baik
SSL21	86	140	190	0.67	Baik Menengah
SSL22	60.83	89	180	0.58	Baik Menengah
SSL23	52.2	115	268.6	0.44	Baik
SSL24	46	95	220	0.45	Baik
SSL25	52.16	117	287.1	0.42	Baik

Keterangan :

- SDPT : Sedimen Darat Pantai Timur
- SDPD : Sedimen Darat Pantai Duppawalie
- SDPM : Sedimen Darat Pantai Maroangin
- SSL : Sampel Sedimen Laut

Gambar 4. Peta Pola Sebaran Sedimen



PETA POLA SEBARAN SEDIMEN  
PERAIRAN PANTAI PASIR PUTIH  
KECAMATAN BOLA KAB. WAJO



Skala 1:50.000

BASO PATAWARI  
L111 96 007



JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2001

Peta Indeks



Legenda

	Sungai
	Garis Pantai
	Jalan
	Pasir Lunas
	Pasir
	Perumahan
	Mercusuar
	Batas Desa/Kecamatan

## 7. Aktivitas Manusia

Intraksi manusia dengan pantai sudah lama terjalin, namun demikian diantara kedua pihak kadang-kadang dihadapkan pada masalah yang rumit. Semua kegiatan manusia ini baik sedikit atau banyak akan mengubah kondisi alam seperti kualitas air, bentuk pantai dari keseimbangan alami ke keseimbangan lain yang mengakibatkan dinamika dan membentuk struktur yang baru.

Aktivitas manusia di kawasan pesisir dan hulu sungai merupakan faktor eksternal yang patut dipertimbangkan dalam mengamati perubahan garis pantai di sekitar Pantai Pasir Putih. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, bentuk aktivitas yang dapat berpengaruh terhadap perubahan garis pantai adalah ; perluasan areal tambak ke arah pantai, penebangan dan penanaman mangrove, pengubahan arah aliran sungai dan pembuatan saluran-saluran baru untuk areal tambak yang menuju pantai. Penanaman mangrove untuk perlindungan pantai yang dilaksanakan masyarakat bekerja sama dengan instansi setempat sehingga di beberapa tempat dijumpai komunitas mangrove yang cukup padat yang masih tahap pertumbuhan seperti pada pantai Dupawalie. Keberadaan mangrove tersebut dapat berperan dalam proses terbentuknya pantai maju (akresi). Namun daerah ini pada umumnya terjadi rekreasi pantai.

Pada daerah pantai Timur (stasiun 1 - 11) bagian utara lokasi penelitian sebagian besar lahan dimanfaatkan untuk kegiatan pertambakan dan sebagian dimanfaatkan untuk pertanian. Sungai yang mengalir adalah sungai Kanunang yang masih dalam keadaan stabil dengan tumbuhan bakau yang semakin berkurang akibat perluasan areal tambak. Pada daerah ini pula sebagian lahan telah dimanfaatkan



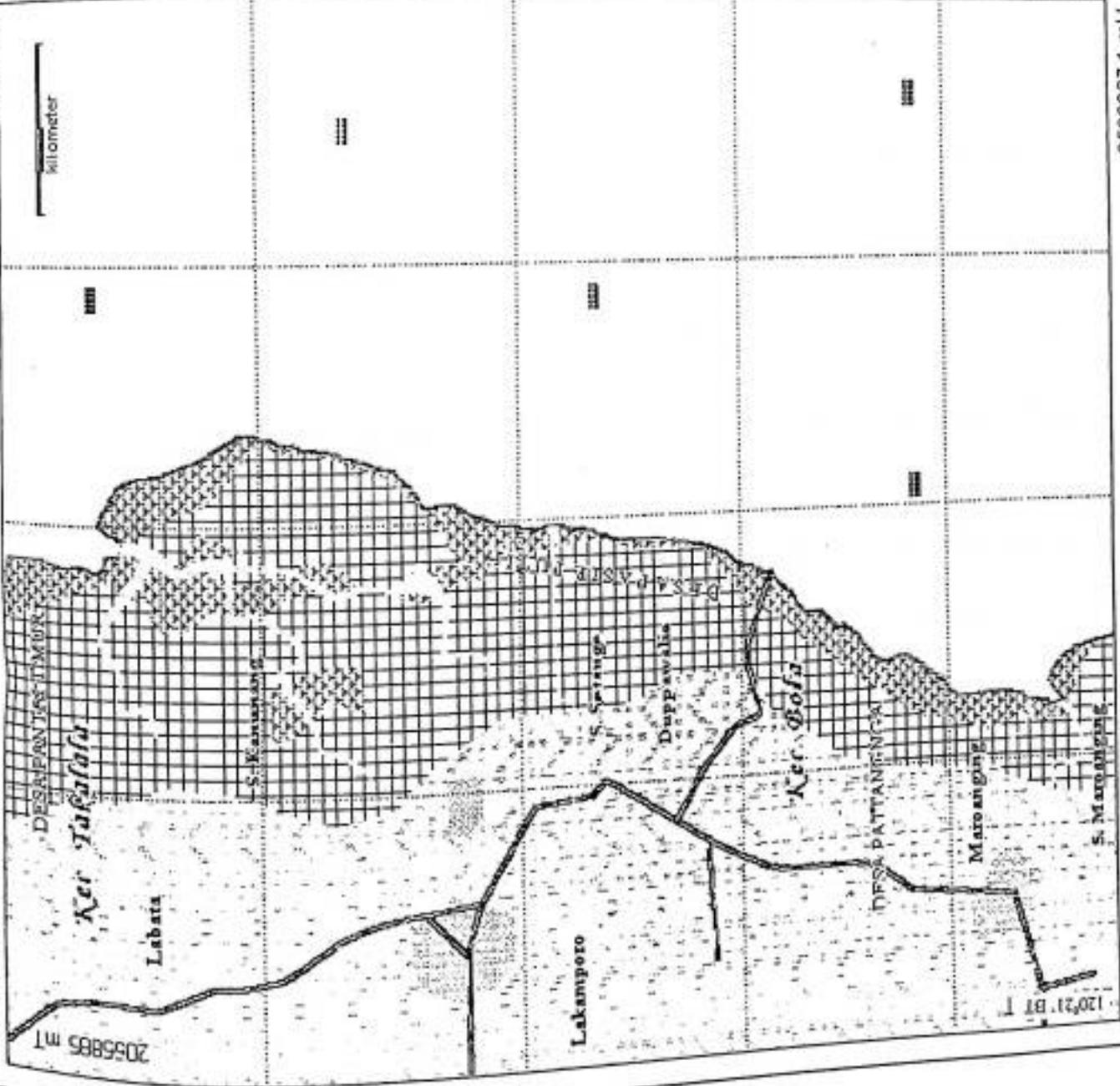
untuk lokasi pemukiman, namun pada lokasi-lokasi tertentu yang menurut tingkat kepadatan penduduknya. Di daerah ini telah tersedia pula sarana transportasi darat dengan kondisi jalan yang masih dalam proses perintisan, juga pada daerah pesisir pantai telah dibangun sarana pengamanan laut berupa mercusuar.

Pada daerah pantai Duppawalie (stasiun 12 – 20) aktivitas penduduk adalah pertanian, perikanan darat melalui kegiatan pertambakan. Pada daerah ini pula fasilitas perhubungan yang ada adalah jalan setapak dan jalan rintisan. Pada daerah pesisir pantai terdapat tanaman bakau yang masih tahap pertumbuhan yang ditanam oleh masyarakat setempat bekerjasama dengan instansi terkait. Menurut masyarakat setempat bahwa penanaman bakau ini dilakukan untuk menahan ombak atau mencegah terjadinya abrasi pantai, karena dalam 4 tahun terakhir ini pantai Duppawalie mengalami kerusakan yang parah, hal ini ditandai juga banyaknya tambak yang rusak yang sudah masuk zona laut. Antisipasi yang lain yang dilakukan oleh masyarakat adalah membangun groin (ballasa) sebagai penahan ombak.

Di bagian Pantai Maroangin (stasiun 21 – 25) lahan banyak dimanfaatkan untuk pertanian, sedikit untuk pertambakan. Di daerah ini juga telah tersedia fasilitas transportasi darat berupa jalan setapak, jalan rintisan hingga jalan pengerasan, juga terdapat Sungai Maroangin yang dimanfaatkan sebagai sarana alur perahu masuk wilayah pemukiman. Pesisir pantai masih dijumpai beberapa tumbuhan bakau (Gambar 5).

2055885 m1

04°09'20" LS



9502007.1 mU

**PETA PENGGUNAAN LAHAN  
KECAMATAN BOLA  
KABUPATEN WAJO**



Skala 1 : 150.000

**BASO PATAWARI**  
L. 111 96 007

**Legenda**

- Sungai
- Leut / Teluk Bone
- Garis Pantai
- Jalan
- Kebun
- Tamook
- Mangrove
- Sawah

**Indeks**



**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2002**

SUMBER PETA : DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN  
ENERGI PROPINSI SULAWESI SELATAN



### Penentuan Akresi dan Rekresi

Garis pantai yaitu yang membatasi antara laut dan daratan. Garis pantai tersebut selalu mengalami perubahan sepanjang waktu dan secara garis besar ada 2 macam perubahan yaitu akresi (perubahan garis pantai maju) dan rekresi (perubahan garis pantai mundur). Aliran-aliran sungai ataupun kanal-kanal tambak sebagai pemasok utama sedimen, faktor oseanografi dan aktivitas masyarakat setempat yang tentunya akan mengubah keseimbangan dinamika pantai yang terjadi di lokasi penelitian.

Tabel 7. Hasil perhitungan faktor penentu akresi dan rekresi pantai

No.	Lokasi	H (mm)	L (mm)	D50 (mm)	Tan $\theta$	Go	Keterangan
I	Pantai Timur	227,50	289,90	0,2228	0,1227	0,0484	Rekresi
II	Pantai Duppawalie	207,0	277,70	0,2643	0,1227	0,0105	Rekresi
III	Pantai Maroangin	196,0	368,80	0,1610	0,1051	0,0735	Seimbang (tetap)

Keterbukaan pantai terhadap arus dan gelombang (pantai terbuka), dalam hal ini interaksi pantai Kecamatan Bola dengan perairan Teluk Bone yang menyebabkan terjadinya rekresi pantai. Nilai rekresi pantai Duppawalie yaitu 0,0105 dan nilai rekresi pantai Timur yaitu 0,0484, sedang untuk pantai Maroangin kondisi pantainya yang seimbang. Hal ini disebabkan karena pantai Maroangin memiliki hutan mangrove yang cukup padat, juga memiliki suplai sedimen yang lebih besar yaitu sungai Maroangin dengan lebar yang lebih besar bila dibandingkan dengan sungai-sungai lainnya. Juga pantai ini memiliki ukuran partikel sedimen yang lebih halus, ini terlihat pada stasiun 22 – 25. Menurut Setiono (1995), mengemukakan bahwa partikel sedimen yang

berukuran halus akan cenderung membentuk pantai maju dan partikel sedimen berukuran kasar cenderung menjadikan pantai mundur.

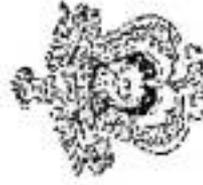
Perubahan garis pantai mundur (rekresi) terjadi pada Pantai Timur dan Pantai Duppawalie, hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen pasir. Didapatkan partikel pasir dengan persentase 90% pada 24 stasiun dari 30 stasiun secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Triatmodjo (1996), bahwa jika dasar laut terdiri dari material yang mudah bergerak, maka arus dan gelombang akan mengerosi sedimen dan membawanya searah dengan arus.

Perubahan Pantai Kecamatan Bola Kabupaten wajo khususnya Pantai Duppawalie dan Pantai Timur dipengaruhi oleh beberapa faktor baik yang terjadi secara alami maupun yang non alami. Pantai Selalu menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga mampu menghancurkan energi yang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan tanggapan dinamis alami pantai (Anonim, 1994). Hasil pengamatan yang didukung oleh analisa data faktor penentu akresi dan rekresi pantai maka dapat dijelaskan bahwa faktor pengubah garis pantai dipengaruhi oleh bentuk topografi pantai, oseanografi, sedimentasi dan aktivitas manusia.

PETA AKRESI DAN REKRESI  
KECAMATAN BOLA  
KABUPATEN WAJO



Skala 1 : 50.000  
BASO PATAWARI  
L111 96 007



JURUSAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR 2001

Peta Indeks

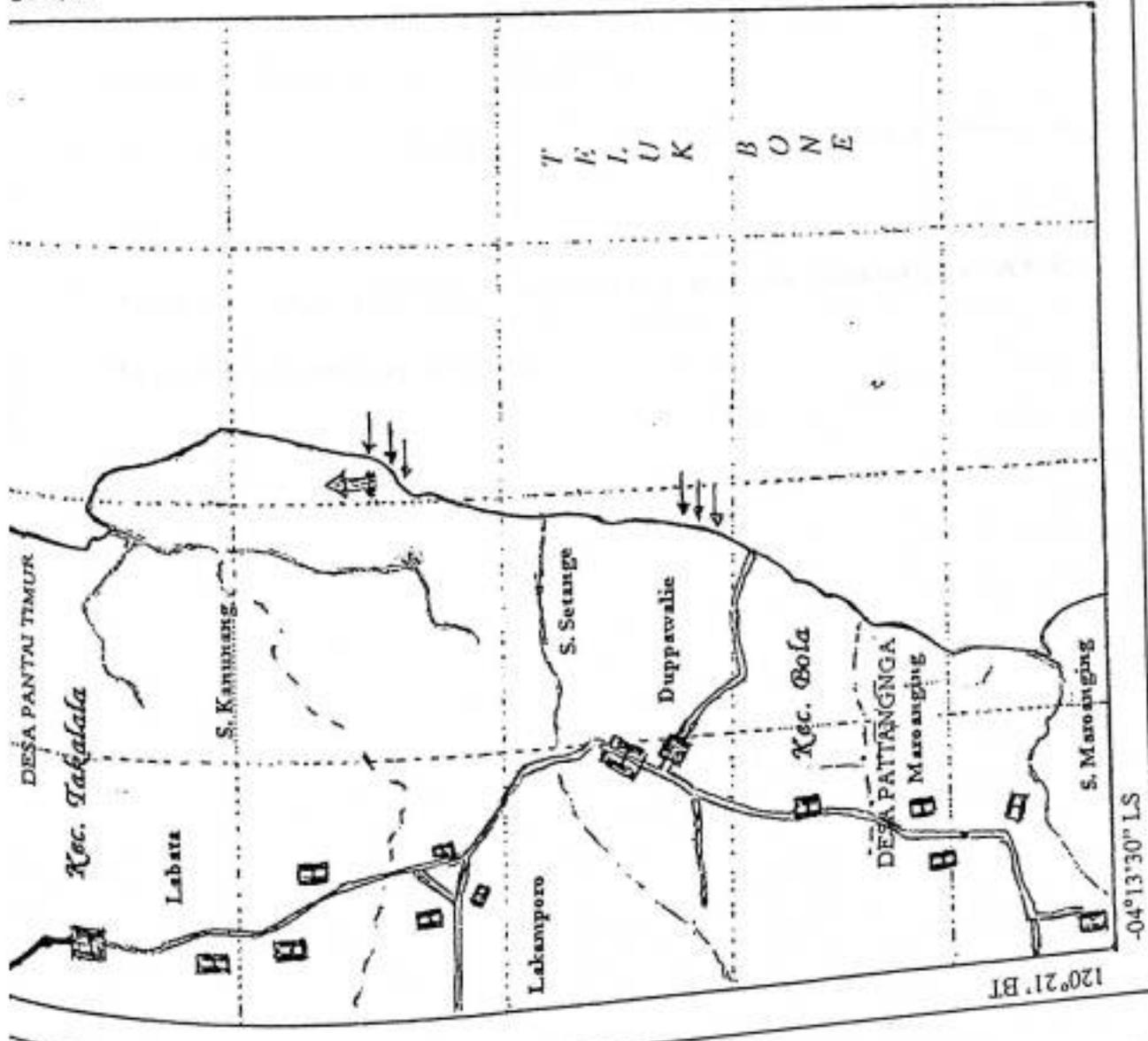
Legenda

	A Sungai
	Laut/Feluk Bone
	Perumahan
	Mercusuar
	Belas Desa/Kecamatan
	Jalan
	Rekreasi Pantai



SUMBER PETA : DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI  
PROVINSI SULAWESI SELATAN

120°24' B



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Pantai kecamatan Bola Kabupaten Wajo terjadi rekresi pantai yakni pantai Duppawalie dengan nilai rekresi 0,0105, Pantai Timur dengan nilai rekresi 0,0484 dan pantai Maroangin dengan pantai yang seimbang dengan nilai 0,0735.
2. Faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan garis pantai adalah gelombang,, topografi pantai, sedimentasi dan aktivitas manusia.

### Saran

1. Pemanfaatan kawasan pantai perlu diperhatikan berbagai aspek seperti oseanografi, ekologi, bahaya geologi dan aspek lainnya.
2. Perlu pelestarian hutan bakau yang dapat membentuk barrier sebagai penahan ombak.
3. Perlu ada penelitian lebih lanjut tentang pengaruh aktivitas penduduk terhadap keseimbangan lingkungan pantai.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994. *Metode Penyelidikan Geologi*. Departemen Pertambangan dan Energi Propinsi Sulawesi Selatan. Makassar.
- Asdak, C., 1995 *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bird, E. C. F., 1970. *Coast*. Massachusetts Institutes of Technology. Press Printing. USA.
- Carter, R. W. G., 1988. *Coastal Environmental*. Academic Press London. London.
- Dahuri, R., Jacob, R., Sapta, P, G., M.J. Sitepu., 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. P.T Pradnya Paramita, Jakarta.
- Ekawarda, A., 2001. *Penetapan Datum Refrensi Pasang Surut untuk Wilayah Perairan Pantai Kecamatan Takkalalla Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan*.
- Holme, N. A., dan A. D. McIntyre, 1984. *Methods for Study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publication Inc. Polo Alto, California.
- Horikawa, K., dan Sunamura.,1986. *Nearshore Dinamic and Coastal Processes*. University Of Tokyo Press. Tokyo.
- Hutabarat, S., dan S. Evans, 1984. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Komar, P. D., 1978. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Nontji, A., 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken., 1992. *Biologi Laut suatu pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Ongkosongo, O. S. R., dan Suyarso., 1989. *Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian dan pengembangan Oseanologi*. Jakarta.
- Setiono, H., Subagia. *Akresi dan Rekreasi Pantai antara Delta Bodri hingga Semarang Jawa Tengah*. Proseding Seminar Hasil Penelitian Kelautan. BPPT. Yogyakarta.
- Setiono, H., 1996. *Kamus Oseanografi*. Gaja Mada University Press. Yogyakarta.
- Sosrodarsono, S., dan Tominaga M., 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Geneca Bandung. Bandung.
- Suriamihadrja, D.A. 1996. *Mortogenetik Pantai dan Geomorfologi Pantai Pusat Studi Lingkungan*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Tappi, N.C. J., Kasim, D., dan Y. Rina, 2000. *Laporan Proyek Penyelidikan Lingkungan Pantai di Kabupaten Wajo*. Departemen Pertambangan dan Energi Propinsi Sulawesi Selatan. Makassar.
- Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yokyakar