



# JURNAL **BORNEO SAINTEK**

**Jurnal BORNEO SAINTEK** diterbitkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Borneo Tarakan (LPPM UBT). Jurnal Borneo Saintek merupakan jurnal yang memuat artikel-artikel ilmiah dari berbagai disiplin ilmu, diadopsi dari berbagai aktivitas penelitian dosen. Artikel-artikel yang dipublikasikan di Jurnal Borneo Saintek LPPM UBT yang terbit setahun 2 (dua) kali pada bulan April dan Oktober meliputi hasil-hasil penelitian ilmiah asli, artikel ulasan ilmiah bersifat baru, atau komentar dan kritik terhadap tulisan maupun dalam terbitan berkala ilmiah lainnya. Jurnal Borneo SAINTEK diterbitkan pertama kalinya pada tahun 2017 dengan membawa misi sebagai pelopor dalam penerbitan media informasi perkembangan Sain dan Teknologi di Kalimantan Utara. Redaksi mengundang para akademisi, pengamat, praktisi, dan siapapun yang berminat untuk menyumbangkan tulisan mengenai topik umum rumpun ilmu eksak maupun topik khusus Jurnal Borneo Saintek. Artikel yang dimuat dalam Jurnal Borneo Saintek tidak selalu mencerminkan pandangan/pendapat redaksi. Pedoman penulisan dicantumkan pada tiap terbitan. Indeks penulis dan subjek serta daftar pakar penelaah (Mitra Bebastari) dicantumkan di tiap nomor terakhir pada tiap volume. Penulis harus menghantar manuskrip ke **[ojs.borneo.ac.id](http://ojs.borneo.ac.id)** atau melalui **pautan (online)**.



## SUSUNAN REDAKSI

- Pelindung** : Rektor Universitas Borneo Tarakan
- Penanggung Jawab** : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Borneo Tarakan
- Pengarah Redaksi** : Arif Rohman
- Pimpinan Redaksi** : Dhimas Wiharyanto
- Sekretaris Redaksi** : Mohammad Wahyu Agung
- Koordinator Plagiarism** : 1. Burhanuddin Ihsan (UBT, Tarakan)  
2. Zainuddin (UBT, Tarakan)
- Koordinator Mitra Bestari** : Tri Paus H. Hutapea (UBT, Tarakan)
- Koordinator Editor** : Eko Prihartanto (UBT, Tarakan)
- Editor Layout** : 1. Atika Dini Savitri (UBT, Tarakan)  
2. Mas Ayu Dewi Ratna Swari (UBT, Tarakan)
- Dewan Editor** : 1. Endik Deni Nugroho (UBT, Tarakan)  
2. Abdul Jabarsyah Ibrahim (UBT, Tarakan)  
3. Muhammad Firdaus (UBT, Tarakan)  
4. Heppi Iromo (UBT, Tarakan)
- Redaksi Pelaksana** : 1. Wawan Dinwara (UBT, Tarakan)  
2. Agus Suryadi (UBT, Tarakan)  
3. Septyan Teguh Mahendra (UBT, Tarakan)
- Rivewer/Mitra Bestari** : 1. Sulistiono (IPB, Bogor)  
2. Nia Kurniasih Suryana (UBT, Tarakan)  
3. Djaya Bakrie (UBT, Tarakan)  
4. Diah Kusumawaty (UPI, Bandung)  
5. Azzania Fibriani (ITB, Bandung)  
6. Indra Wibowo (ITB, Bandung)

**Alamat Redaksi Jurnal BORNEO SAINTEK:**

UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN (UBT)

Gedung Rektorat Lantai 3 Jalan Amal Lama No. 01, Kelurahan Pantai Amal,  
Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara.

Telp 08115307023; Faks: (0551) 2052558.



## JURNAL BORNEO SAINTEK

### DAFTAR ISI

<b>PENGANTAR REDAKSI .....</b>	<b>i</b>
<b>SUSUNAN REDAKSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
Penyelesaian <i>Minimum Spanning Tree</i> Dengan Algoritma Berbasis <i>Soft Computing</i> dan Aplikasinya Pada Masalah Logistik. <b>ShintaTri Kismanti, Imam Mukhlash .....</b>	<b>1</b>
Pengujian Mutu Udang Windu Berdasarkan <i>Total Plate Count (Tpc)</i> Bakteri <i>Escherichia coli</i> Dan <i>Coliform</i> Di PT. PMMP Tarakan. <b>Hendra Subarka, Gloria Ika Satriani, Ery Gusman .....</b>	<b>13</b>
Kelayakan Agroindustri Minyak Kayu Putih di Kota Tarakan. <b>Mohammad Wahyu Agang , Ety Wahyuni .....</b>	<b>18</b>
Analisis Kondisi Spasial Daerah Aliran Sungai Kota Tarakan Bagi Pengembangan Kegiatan Perikanan Budidaya Air Tawar. <b>Jimmy Cahyadi .....</b>	<b>22</b>
Analisis Kinerja Pada Ruas Jalan Arteri Primer di Kota Tarakan. <b>Ahmad Zultan, Daud Nawir .....</b>	<b>36</b>
Kajian <i>Retensio Urine</i> Pasca Salin Pervaginam. <b>Rahmi Padlilah .....</b>	<b>44</b>
Asosiasi Makroalga Dengan Lamun di Perairan Pulau Panjang Kabupaten Berau Kalimantan Timur. <b>Darnawati, M. Roem, Dhimas Wiharyanto .....</b>	<b>49</b>
Pengaruh <i>Light Trap</i> Terhadap Keberadaan Serangga Malam di Hutan Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara. <b>Adelyn Salurana, Endik Deni Nugroho, Nursia .....</b>	<b>63</b>
Pemberian Air Susu Ibu Pada Ibu Bekerja. <b>Agus Purnamasari .....</b>	<b>68</b>
Pengaruh Resistansi Pembumian Terhadap Prakiraan Jangka Pendek Biaya Instalasi Sistem Pembumian Peralatan Pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan. <b>Achmad Budiman .....</b>	<b>79</b>
<b>PEDOMAN PENULISAN JURNAL BORNEO SAINTEK .....</b>	<b>87</b>

# **PENYELESAIAN MINIMUM *SPANNING TREE* DENGAN ALGORITMA BERBASIS *SOFT COMPUTING* DAN APLIKASINYA PADA MASALAH LOGISTIK**

## **A SURVEY ON SOLUTION OF MINIMUM *SPANNING TREE* USING *SOFT COMPUTING*-BASED ALGORITHM AND ITS APPLICATIONS ON LOGISTIC PROBLEMS**

**Shinta Tri Kismanti<sup>1</sup>, Imam Mukhlash<sup>2</sup>**

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam<sup>1,2</sup>  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Email : kismanti88@gmail.com<sup>1</sup>, imammukhlash@gmail.com<sup>2</sup>

### **ABSTRAK**

Masalah optimasi jaringan adalah pencarian nilai terkecil pada suatu keadaan jaringan. Salah satu masalah optimasi jaringan adalah *minimum spanning tree* (MST). Masalah MST bertujuan untuk menghubungkan seluruh simpul dalam jaringan sehingga total panjang cabang tersebut dapat diminimumkan. Dalam paper ini, akan ditelaah mengenai penelitian peningkatan solusi paa MST dengan pendekatan *soft computing* dan aplikasinya pada *system logistic*. Secara umum solusi penyelesaian MST dapat dilakukan dengan metode eksak dan metode heuristik

**Kata kunci : Heuristik, logistik, MST, *Soft Computing***

### **ABSTRACT**

*Network optimization problem is finding the least valueat a network condition. One of network optimization problem is minimum spanning tree (MST). MST problem aims to connect all nodes in the network so that total of branches length can be minimized. In this paper, we discussed about the review of research enhancement of solution of MST using soft computing-approach, and its application on logistic system. In general, the solution of MST can be done exact method and heuristic method.*

**Keywords : Heuristic, logistics, MST, *Soft Computing***

### **PENDAHULUAN**

Masalah optimasi jaringan adalah pencarian nilai terkecil (minimal) pada suatu keadaan jaringan. Salah satu masalah optimasi jaringan adalah *minimum spanning tree* (MST), yaitu suatu keadaan dimana semua *node* dalam graf terhubung, namun tidak boleh terdapat *loop* didalamnya dan dihitung bobot *tree* yang terkecil. Masalah MST bertujuan untuk menghubungkan seluruh simpul dalam jaringan sehingga total panjang cabang tersebut dapat diminimumkan. Jaringan yang dihasilkan

menghubungkan semua titik dalam jaringan tersebut pada total jarak minimum.

Permasalahan *Minimum spanning tree* sederhana mungkin bisa diselesaikan dengan melakukan perhitungan manual. Namun untuk kasus *spanning tree* yang besar dan kompleks, perhitungan manual akan sulit dilakukan karena akan memakan waktu yang lama. Oleh sebab itu dibutuhkan satu program aplikasi komputer yang dapat melakukan perhitungan nilai *minumum spanning tree* dengan cepat dan akurat. Banyak

permasalahan optimasi yang dapat diselesaikan menggunakan MST, antara lain pencarian jarak terpendek, biaya termurah, dan lain-lain. Permasalahan optimasi jaringan ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi logistik.

Logistik merupakan suatu system dalam sebuah jaringan rantai pasok yang terdiri dari pemasok manufaktur, pusat distribusi, dan lokasi pelanggan (Yao&Hsu, 2009; Prakash&Desh mukh, 2011). Logistik sering didefinisikan sebagai seni membawa jumlah yang tepat ke tempat yang tepat dan biasanya mengacu untuk masalah rantai pasok (Tilanus, 1997). Logistik memiliki peran penting dalam arus pendistribusian barang dari produsen hingga sampai ke konsumen. Banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem logistik, dan salah satu permasalahan yang paling penting adalah lokasi penyimpanan dan pusat pendistribusian sehingga dapat meminimalkan biaya atau memaksimalkan keuntungan dan memenuhi permintaan pelanggan dalam rantai pasok. Penyusunan skenario kasus penempatan lokasi penyimpanan diantara pemasok dengan pelanggan dalam memenuhi penyediaan produk atau selaku pusat distribusi dapat dilakukan dengan berbagai langkah, antara lain menggunakan *two-stage* ataupun *multi-stage* (Tragantalerngsak, dkk (1997); Syarif, dkk (2002); Gen, dkk (2006); Yao&Hsu, 2009).

Tidak hanya sistem logistik dalam pendistribusian barang ke pelanggan saja, tetapi permasalahan logistik juga muncul dalam kegiatan lain, misalnya bantuan bencana. Kegiatan logistik melibatkan pengiriman komoditi ke pusat distribusi di daerah bencana dan mengevakuasi para korban ke pusat pengobatan. Untuk menyelesaikan masalah ini disajikan suatu *meta-heuristik* dari *ant colony optimization* (ACO) (Yi&Kumar, 2007).

Pada paper ini akan dilakukan survei beberapa paper yang kemudian akan

direview. *Point* penting dari *review* ini mengenai perkembangan pendekatan minimum spanning tree dalam system logistic dengan berbagai macam algoritma, mulai dari algoritma klasik, *soft computing* dan *hybrid*. Domain aplikasi yang dibahas dititik beratkan kepada penyelesaian permasalahan logistik.

## **Minimum Spanning Tree (MST)**

### **Definisi Graf**

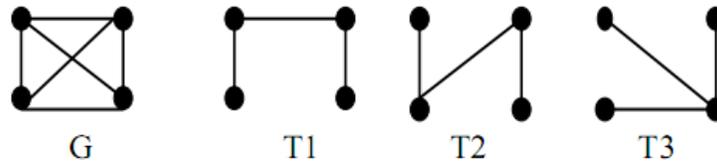
*Minimum spanning tree* merupakan salah satu kajian dalam teori graf. Secara matematis, graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, E)$  ditulis dengan notasi  $G = (V, E)$  yang dalam hal ini  $V$  adalah himpunan tak kosong dari simpul-simpul dan  $E$  adalah himpunan yang menghubungkan sepasang simpul (Munir, 2012).

Graf merupakan salah satu cabang ilmu dalam matematika yang mempunyai aplikasi yang cukup luas dalam kehidupan nyata. Diantaranya adalah penggunaan graf dalam melakukan *perutean*. *Perutean* yaitu kegiatan membuat *rute* dengan tujuan tertentu. Dengan penggunaan graf akan didapatkan lintasan dengan keunggulan-keunggulan tertentu misalnya : (1) lintasan dengan biaya paling murah, (2) lintasan dengan waktu tempuh paling cepat, (3) lintasan dengan jarak paling pendek, (4) lintasan dengan tingkat efisiensi paling tinggi.

Pada bidang yang lebih luas, jika dianalogikan lintasan yang di buat dengan alur kerja yang harus di lakukan , maka akan didapatkan efisiensi kerja dan hasil yang optimal.

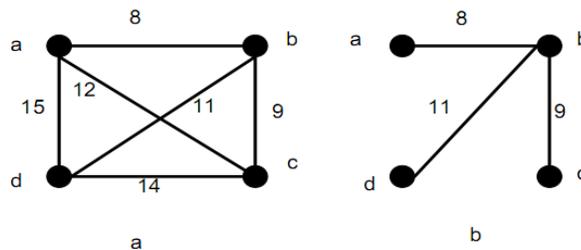
### **Pohon Rentang Minimum (*Minimum spanning tree*)**

Pohon rentang merupakan suatu subgraf dari suatu *graph* dimana setiap simpul pada pohon rentang sama dengan semua simpul pada *graph*. Gambar 1 adalah *graph* lengkap dan tiga buah pohon rentangnya.



Gambar 1. *Graph* Lengkap G dengan pohon rentangnya T1, T2, T3

Pohon Rentang (*Spanning Tree*) pada suatu graf adalah subgraf minimal yang menghubungkan semua simpul pada graf. Apabila graf tersebut adalah graf berbobot (*Weighted Graph*), kemudian dari pohon rentang yang dimiliki oleh graf didefinisikan sebagai penjumlahan dari bobot-bobot seluruh cabang pada pohon rentang maka akan diperoleh pohon rentang yang memiliki bobot. Pohon rentang yang memiliki bobot terkecil pada suatu *graph* berbobot disebut Pohon rentang Minimum (*Minimum Spanning Tree*) (Munir, 2012).



Gambar 2. (a) *Graph* berbobot , (b) pohon rentang minimumnya.

Dalam masalah optimasi jaringan dibutuhkan pencarian nilai terkecil (minimal) pada suatu keadaan jaringan. Salah satu masalah optimasi jaringan adalah *Minimum spanning tree* (MST), yaitu suatu keadaan dimana semua *node* dalam graf terhubung, namun tidak boleh terdapat *loop* didalamnya dan dihitung bobot *tree* yang terkecil. Salah satu aplikasi MST adalah pembuatan jaringan komunikasi yang akan menghubungkan semua stasiun yang ada pada suatu kota. Permasalahannya adalah mencari jarak terpendek antara stasiun-stasiun tersebut sehingga menghemat biaya pembangunan jaringan tersebut.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai aplikasi *minimum spanning tree* dalam bidang logistik dan transportasi diantaranya (Syarif, Yun, and Gen (2002). penggunaan pendekatan ini lebih efisien untuk menyelesaikan masalah desain rantai pasok. Solusi optimal untuk masalah biaya transportasi dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *Spanning Tree* (Jo, dkk

(2007); Keshtelli, dkk (2010); Zaverdehi, dkk (2011), serta optimasi pemilihan rute transit (Chen, dkk (2008). MST adalah masalah optimasi kombinatorial yang terkenal dengan aplikasi dibidang yang berbeda seperti desain jaringan dan pengelompokan (Bazlamacci&Hindi, 2001). Untuk menyelesaikan permasalahan ini berbagai algoritma telah dikembangkan.

### Penyelesaian MST dengan Klasik

Secara umum penyelesaian masalah *minimum spanning tree* dapat dilakukan dengan menggunakan metode eksak dan metode *heuristik*. Metode eksak menggunakan perhitungan matematis biasa untuk menyelesaikan masalah MST seperti algoritma Prim (Prim, 1957) dan Kruskal (Kruskal, 1956). Algoritma prim dan algoritma kruskal merupakan dua cara yang paling umum digunakan untuk membentuk *minimum spanning tree*. Kedua algoritma ini terbukti mampu menghasilkan *minimum spanning tree*.

## 1. Algoritma Prim

Misalkan  $T$  adalah *spanning tree* yang sisi-sisinya diambil dari graf  $G$ . Algoritma Prim membentuk *minimum spanning tree* langkah per langkah. Pada setiap langkah diambil sisi  $e$  dari graf  $G$  yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul-simpul di dalam  $T$  tetapi  $e$  tidak membentuk sirkuit di dalam  $T$ .

### Algoritma Prim :

- 1) Ambil sisi dari graf  $G$  yang berbobot minimum, masukkan ke dalam  $T$ .
- 2) Pilih sisi  $e$  yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul di  $T$ , tetapi  $e$  tidak membentuk sirkuit di  $T$ . Masukkan  $e$  ke dalam  $T$ .
- 3) Ulangi langkah 2 sebanyak  $n - 2$  kali. [32]

Jumlah langkah seluruhnya di dalam algoritma Prim adalah  $1 + (n - 2) = n - 1$ , yaitu sebanyak jumlah sisi di dalam *spanning tree* dengan  $n$  buah simpul. Algoritma Prim dapat menyelesaikan permasalahan *Minimum Spanning Tree* (MST) secara cepat, terutama pada graf yang cukup besar dibandingkan dengan cara manual. Kompleksitas waktu pada algoritma Prim adalah  $O(n^2)$  (Yan&Wu, 1997).

## 2. Algoritma Kruskal

Algoritma ini pertama kali muncul pada tahun 1956 dalam sebuah tulisan yang ditulis oleh Joseph Kruskal. Algoritma Kruskal adalah sebuah algoritma dalam teori graf yang mencari sebuah *minimum spanning tree* untuk sebuah graf berbobot yang terhubung. Pada algoritma Kruskal, sisi-sisi di dalam graf diurut terlebih dahulu berdasarkan bobotnya dari kecil ke besar. Sisi yang dimasukkan ke dalam himpunan  $T$  adalah sisi graf  $G$  sedemikian sehingga  $T$  adalah *tree*. Pada keadaan awal, sisi-sisi sudah diurut berdasarkan bobot membentuk *forest*, masing-masing *tree* di *forest* hanya berupa satu buah simpul. *Forest* tersebut dinamakan *spanning forest*. Sisi-sisi dari graf  $G$

ditambahkan ke  $T$  jika ia tidak membentuk siklus di  $T$ . Kompleksitas waktu pada algoritma Kruskal adalah  $O(e \log e + n^2)$  dimana  $e$  adalah jumlah busur (Yan&Wu, 1997).

### Algoritma Kruskal

(Asumsikan sisi-sisi dari graf sudah diurutkan menaik berdasarkan bobotnya)

- 1)  $T$  masih kosong
- 2) Pilih sisi  $e$  dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di  $T$ . Masukkan  $e$  ke dalam  $T$ .
- 3) Ulangi langkah 2 sebanyak  $n - 1$  kali (Munir, 2012).

Perbedaan prinsip antara algoritma Prim dan Kruskal adalah jika pada algoritma Prim sisi yang dimasukkan ke dalam  $T$  harus bersisian dengan sebuah simpul di  $T$ , maka pada algoritma Kruskal sisi yang dipilih tidak perlu bersisian dengan sebuah simpul di  $T$  asalkan penambahan sisi tersebut tidak membentuk sirkuit.

## **Soft Computing Algorithm**

Masalah minimum spanning tree diselesaikan secara heuristik apabila permasalahan *minimum spanning tree* harus memenuhi kendala yang telah ditentukan, karena secara umum algoritma eksak akan gagal dalam menentukan nilai optimal pada permasalahan (Chen,dkk (2008)). Oleh karena itu, dapat diselesaikan dengan metode heuristik yang menggunakan kecerdasan buatan untuk menentukan rute terpendek pada MST, diantaranya metode yang dapat digunakan adalah *Genetic Algorithm* (GA), *Ant Colony Optimization* (ACO), dan lain-lain.

### 1. *Genetic Algorithm* (GA)

Algoritma genetika adalah teknik optimasi dan pencarian yang berdasarkan pada prinsip gen dan seleksi alam. Algoritma genetika memberikan susunan populasi dari banyak individu untuk mengembangkan aturan seleksi yang spesifik untuk sebuah pernyataan memaksimalkan "fitness" (Sivanandam,2008). Pada

algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut dengan kromosom. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan nilai *fitness*.

Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Generasi baru yang dikenal dengan istilah anak (*offsprings*) terbentuk dari gabungan 2 kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*). Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai *fitness* dari kromosom induk dan nilai *fitness* dari kromosom anak, serta menolak kromosom-kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan (Kusumadewi&Purnomo, 2005).

## 2. *Ant Colony Optimization* (ACO)

Pada awal tahun 1990, sebuah algoritma bernama *Ant system* dicetuskan sebagai pendekatan heuristik baru untuk pencarian solusi dari kombinasi masalah optimasi (Dorigo&Caro,1990) Algoritma ini dikembangkan berdasarkan hasil pengamatan tingkah laku semut dalam mencari makanan. Semut-semut secara berkelompok mencari jalur terpendek dari sarang ke sumber makanan ataupun sebaliknya.

Pada saat semut-semut berjalan, mereka menyimpan suatu *pheromone* di sepanjang jalan yang dilaluinya. *Pheromone* adalah zat

kimia yang berasal dari kelenjar endokrin dan digunakan oleh makhluk hidup untuk mengenali sesama jenis, individu lain, kelompok, dan untuk membantu proses reproduksi. Berbeda dengan hormon, *pheromone* menyebar keluar tubuh dan hanya dapat mempengaruhi dan dikenali oleh individu lain yang sejenis (satu spesies). Semut-semut dapat mencium *pheromone* yang ditinggalkan untuk menentukan langkah selanjutnya, mereka akan memilih *pheromone* dengan konsentrasi kuat. Jalur dengan *pheromone* konsentrasi kuat menandakan telah dilalui oleh banyak semut, yang akhirnya merupakan rute terpendek (Zha,2007).

Adapun langkah-langkah yang dilakukan oleh ACO untuk menyelesaikan masalah *Minimum spanning tree*, yaitu (1) Inisialisasi harga parameter-parameter algoritma dan Inisialisasi kota pertama setiap semut, (2) Pengisian kota pertama kedalam tabu *list*, (3) Penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap kota, (4) Perhitungan panjang rute setiap semut, pencarian rute terpendek dan perhitungan perubahan harga intensitas jejak kaki semut antar *node*, (5) Perhitungan harga intensitas jejak kaki semut antar node untuk siklus berikutnya dan reset harga intensitas jejak kaki semut antar *node*, dan (6) Pengosongan tabu *list* (Kusumadewi&Purnomo, 2005).

Langkah-langkah Algoritma Genetika pada *Minimum Spanning Tree* yaitu, (1) Pengkodean kromosom (*Encoding*), (2) Perhitungan bobot (*Decoding*), (3) Rekombinasi atau persilangan (*CrossOver*), dan (4) Mutasi. Pada Algoritma Genetika, penyelesaian permasalahan *Minimum Spanning Tree* hampir sama dengan penyelesaian pada masalah optimasi lainnya. Perbedaannya hanyalah pada proses pengkodean kromosom (*encoding*), perhitungan bobot (*decoding*) dan rekombinasi

atau persilangan (*crossover*). Selain itu pada kasus *Minimum Spanning Tree*, ditambahkan satu langkah lagi yaitu proses modifikasi derajat untuk pengecekan adanya sirkuit atau tidak.

### 3. *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Teknik solusi dalam masalah optimisasi dapat menggunakan kecerdasan buatan. Salah satu teknik solusi masalah optimisasi dalam kecerdasan buatan menggunakan teknik PSO. PSO merupakan salah satu teknik optimasi dan termasuk jenis teknik komputasi evolusi. Algoritma PSO pertama kali dikenalkan oleh Kennedy dan Eberhart. PSO terinspirasi dari perilaku gerakan kawanan hewan seperti ikan, hewan herbivora, dan burung, yang kemudian tiap objek hewan disederhanakan menjadi sebuah partikel (Goldbarg,dkk (2006)). Metode ini memiliki *robust* yang bagus untuk memecahkan persoalan yang mempunyai karakteristik nonlinear dan *nondifferentiability*, *multiple optima*, dimensi besar melalui adaptasi yang diturunkan dari teori *psychology*-sosial.

*Particle Swarm Optimization* (PSO) mempunyai kesamaan dengan *genetic algorithm* yang mana dimulai dengan suatu populasi yang random dalam bentuk matriks (Kennedy&Eberhart, 1995). Namun PSO tidak memiliki operator evolusi yaitu *crossover* dan mutasi seperti yang ada pada *genetic algorithm* (Tuegeh, dkk (2009)). Kelebihan utama algoritma PSO adalah mempunyai konsep sederhana, mudah diimplementasikan dan efisien dalam perhitungan (Venter&Sobieski, 2003).

### 4. *Fuzzy*

Logika fuzzy merupakan alat yang ampuh dan berguna untuk melakukan penalaran dalam pengambilan keputusan, yang melibatkan masalah ketidakpastian dan ketidakjelasan. Konsep modern mengenai ketidakpastian ini diperkenalkan oleh Zadeh (1965). Hal ini terdiri dari tiga proses utama, yaitu *fuzzification*, *rule base*

*reasoning*, dan *defuzzification* (Lau,dkk (2009)).

### Penyelesaian *Minimum Spanning Tree* berbasis *Soft Computing*

Permasalahan *spanning tree* yang sederhana mungkin dapat diselesaikan dengan melakukan perhitungan manual. Permasalahan yang sulit untuk diselesaikan dengan menggunakan metode eksak merupakan salah satu dari permasalahan *NP-hard*. Dalam menyelesaikan permasalahan ini dapat menghabiskan waktu yang lama karena waktu yang dibutuhkan untuk mencari solusi permasalahan akan bergerak secara eksponensial dengan semakin rumitnya permasalahan (Chen,dkk(2006);Goldbarg,dkk(2006);Gao&Lu,2005;Gen&Syarif,2003;Prakash&Deshmukh, 2011; Reimann&Laumanns, 2006).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, banyak bermunculan pendekatan, metode, dan teknik untuk mengatasi permasalahan *spanning tree*. Permasalahan yang sering muncul adalah bagaimana membuat sebuah *minimum spanning tree* (MST) untuk mengatasi beberapa permasalahan pada perancangan jaringan transportasi. Ada beberapa penyelesaian yang dapat digunakan antara lain *Genetic Algorithm*, *Ant Colony Optimization*, *Particle Swarm Optimization*, dan lain-lain.

### *Genetic Algorithm* (GA)

Algoritma genetika merupakan suatu metoda pencarian yang didasarkan pada mekanisme dari seleksi dan genetika natural (Gen,dkk (1999)). Proses pencarian yang heuristik dan acak sehingga penekanan pemilihan operator yang digunakan sangat menentukan keberhasilan algoritma genetika dalam menemukan solusi optimum suatu masalah yang diberikan. Algoritma genetika aplikasi yang sangat populer untuk menyelesaikan beberapa masalah optimasi jaringan *NP-hard*, antara lain untuk menyelesaikan *degree-constrained minimum spanning tree*

*problem* (Narula,1980), *multi-criteria minimum spanning tree problem* (Zhou,dkk (2003)), masalah jaringan konfigurasi dalam sistem distribusi (Delbem,dkk (2005) dan masalah jaringan dalam komunikasi (Li&Bouchebaba, 2000; Zhou&Gen, 2003), masalah biaya transportasi (Gottlieb&Paulmann, 1998), dan sebagainya.

Penyelesaian masalah *spanning tree* berbasis algoritma genetika diaplikasikan dalam menyelesaikan masalah penentuan lokasi optimal dari hub dan rute transportasi optimal untuk meminimalkan total biaya yang dikeluarkan di seluruh sistem (Zhou,dkk (2003); Yao&Hsu, 2009; Wang&Hsu, 2010). Pengembangan *spanning tree* berbasis algoritma genetika dengan menggunakan representasi pengkodean untuk memecahkan model NP ini. Penyajian percobaan secara numerik menunjukkan algoritma yang digunakan mampu mendukung keputusan logistik dalam rantai pasok *close-loop* (Poli,dkk (2007)) secara efisien dan akurat. Selain itu GA digunakan untuk mengevaluasi permasalahan *capacitated minimum spanning tree* (CMST) problem (Ruiz,dkk 2015)).

### **Ant Colony Optimization (ACO)**

*Ant Colony Optimization* merupakan pendekatan *meta-heuristik* untuk menyelesaikan masalah optimasi kombinatorial (Gutjahr,dkk (2000)) dan pertama kali digunakan pada *traveling salesman problem* (TSP) dan sukses dalam pengaplikasiannya (Frank&WittRuntime, 2006). ACO juga berhasil digunakan pada masalah lainnya, seperti *vehicle routing problem*, *quadratic assignment problem*, *scheduling problem*, dan sebagainya (Yi&Kumar, 2007). Deskripsi secara detail mengenai teori ACO dan pengaplikasiannya telah banyak diulas dalam beberapa paper (Dorigo&Blum, 2005; Dorigo&Stutzle, 2002)).

ACO dianggap sebagai solusi terbaik untuk menyelesaikan

permasalahan optimasi kombinatorial (Shyu,dkk (2003); Frank&WittRuntime, 2006), salah satunya yaitu masalah *minimum spanning tree*. Algoritma ACO digunakan untuk mengevaluasi beberapa permasalahan diantaranya *capacitated minimum spanning tree* (CMST) problem (Reinmann&Laumanns,2006).

Masalah menghubungkan suatu himpunan titik dengan mengetahui permintaan ketitik tersebut melalui jaringan biaya *minimum tree*, keterbatasan kapasitas pada semua jalur dikenal sebagai masalah *capacitated minimum spanning tree* (CMST). Dalam masalah pendistribusian, ACO digunakan untuk merancang suatu jaringan dengan mengkonstruksi *minimum spanning tree*, menghubungkan titik-titik didalam jaringan (Yi&Kumar, 2007).

### **Particle Swarm Optimization (PSO)**

SPO dapat digunakan dalam berbagai aplikasi (Poli,dkk (2007); Poli,2008). Diantaranya penyajian PSO untuk *bi-objective degree-constrained minimum spanning tree problem* (Goldbarg,dkk (2006)). *Degree-constrained minimum spanning tree* (DCMST) adalah perluasan dari MST dimana jumlah derajat dari setiap simpul dibatasi. DCMST mencari jumlah minimal bobot *edge* yang menghubungkan setiap simpul dalam suatu graf tak berarah dengan syarat tidak ada simpul yang derajatnya melebihi batasan derajat yang ditentukan. Meskipun mereka fokus pada dua tujuan, algoritma dapat dengan mudah untuk menangani tujuan yang lebih.

### **Hybrid**

Penggunaan *hybrid genetic algorithm* (istilah untuk *spanning tree* berbasis algoritma genetika) untuk kesulitan dalam menyelesaikan masalah desain jaringan dalam bidang teknik industri dan jaringan komunikasi komputer,

seperti *degree-constrained minimum spanning tree problems*, *capacitated minimum spanning tree problems*, *fixed charge transportation problems*, dan *bicriteria transportation problem* dan sebagainya (Gen,dkk (2005); Syarif&Gen, 2003; Reimann&Laumanns, 2004; Gen,dkk (1998); Gen,dkk (1999)). Pendekatan *hybrid spanning tree-based genetic algorithm* (hst-GA) digunakan untuk mendapatkan hasil terbaik dari desain produksi/distribusi dalam sistem logistik *multy-stage* dan transportasi (Gen&Syarif, 2003; Syarif&Gen, 2003; Lee,dkk (2009); Chen,dkk (2006)).

### **Fuzzy**

Pendekatan program matematika *fuzzy* telah dikembangkan untuk menangani berbagai masalah seperti masalah jaringan rantai pasok (Bligen, 2010). Adapun masalah *minimum spanning tree* yang berhubungan dengan *fuzzy*, diantaranya masalah MST dengan *fuzzy edge weights* sebagai *chance-constrained programming* berbasis pada *necessity measure* (Itoh&Ishii, 1996). Kemudian ada tiga pendekatan berbasis pada keseluruhan eksistensi *ranking index* untuk *ranking fuzzy edge weights* pada *spanning tree* (Chang&Lee, 1999; Almeida,dkk (2005)), yang membahas masalah MST dengan parameter *fuzzy* dan algoritma yang tepat serta algoritma genetik khusus berbasis pada teori himpunan *fuzzy* dan teori probabilitas. Aplikasi teori probabilitas untuk karakteristik pengoptimalisasian sisi pada graf dimana spesifikasi *edge costs* sebagai *interval fuzzy* (Janiak&Kasperski, 2008).

Selanjutnya masalah yang berbasis pada teori kredibilitas (Zhou,dkk (2015); Gao&Lu,2005) yaitu masalah *fuzzy quadratic MST*, dan dirumuskan sebagai nilai model yang diinginkan, *chance-constrained programming* dan *dependent-chance programming* sesuai dengan kriteria keputusan yang berbeda. Lebih

lanjut membahas tentang masalah MST, berdasarkan *uncertainty theory* dikondisikan masalah *uncertain minimum spanning tree* (UMST) dimana *edge weights* diasumsikan sebagai *uncertain variables*, dan menggunakan tiga tipe UMST, penamaan, *uncertain expected minimum spanning tree* (expected UMST), *the uncertain  $\alpha$ -minimum spanning tree* ( $\alpha$ -UMST), dan *uncertain distribution minimum spanning tree* (Peng&Li, 2007), selain itu adapun yang membahas mengenai masalah *inverse minimum spanning tree problem* (Zhanga,dkk (1999)), dan memperkenalkan masalah *uncertain quadratic minimum spanning tree problem* (Zhou,dkk (2015)).

### **KESIMPULAN**

Algoritma eksak secara konsisten dapat menghasilkan kualitas solusi yang lebih baik jika dibandingkan dengan algoritma heuristik meskipun lebih memakan waktu yang lebih lama. Namun, kesederhanaan algoritma heuristik dalam penggunaannya, membuat algoritma tersebut tetap menjadi algoritma populer untuk digunakan dalam penyelesaian masalah.

Algoritma heuristik yang populer dan banyak digunakan untuk masalah *minimum spanning tree* diantaranya GA, ACO, dan lainnya. Setiap algoritma memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing jika dibandingkan satu dengan yang lainnya. Akan tetapi secara keseluruhan algoritma-algoritma tersebut memiliki penyelesaian yang sebanding, karena dapat menyelesaikan dengan cepat dan cakupan masalah yang luas.

Dari hasil survei, algoritma yang paling banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan MST yaitu algoritma genetik dan *fuzzy*.

### **DAFTAR PUSTAKA**

T.A. Almeida, A. Yamakami, and M.T. Takahashi, An evolutionary approach to solve minimum

- spanning tree problem with fuzzy parameters, in Proc. Int. Conf. Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, (2005), 203-208.
- F. Altiparmak, M. Gen, L. Lin, and T. Paksoy, A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks, *Computers & Industrial Engineering*, 51 (2006), 196-215.
- C.F. Bazlamaççi, and K.S. Hindi, Minimum-weight spanning tree algorithms a survey and empirical study, *Computers and Operations Research*, 28 (2001), 767-785.
- B. Bilgen, Application of fuzzy mathematical programming approach to the production allocation and distribution supply chain network problem, *Expert Systems with Applications*, 37 (2010), 4488-4495.
- P.T. Chang, and E.S. Lee, Fuzzy decision networks and deconvolution, *Comput Math Appl*, 37 (1999), 53- 63.
- A. Chen, G. Yang, and Z. Wu, Hybrid discrete particle swarm optimization algorithm for capacitated vehicle routing problem. Chen et al. / *J Zhejiang Univ SCIENCE A*, 7(4) (2006), 607-614.
- W. Chen, Y. Li and W. Ding, Optimizing the Route Selection of Transit Based on Genetic Algorithm. *IEEE*. (2008), 974-968.
- A.C.B. Delbem, A. Carvalho, and N.G. Bretas, Main Chain Representation for Evolutionary Algorithms Applied to Distribution System Reconfiguration, *IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS*, 20/1 (2005), 425-436.
- M. Dorigo and Di Caro G., Ant Colony Optimization : A New Meta-Heuristik. *IIEC Transaction on Evolutionary Computation*, (1990), 1470-1477.
- M. Dorigo and C. Blum, Ant colony optimization theory: A survey, *Theoretical Computer Science*, 344 (2005), 243-278.
- M. Dorigo and T. Stutzle. The ant colony optimization metaheuristic: Algorithms, applications and advances. In: Glover, F., Kochenberger, G. (Eds.), *Handbook of Metaheuristics*. Kluwer Academic Publishers. 2002.
- E.F.G. Goldberg, G.R. de Souza, and M.C. Goldberg. Particle Swarm Optimization for the Bi-objective Degree-constrained Minimum Spanning Tree. *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, (2006), 420427.
- J. Gao and M. Lu, Fuzzy quadratic minimum spanning tree problem. *Applied Mathematics and Computation*, 164 (2005), 773-788.
- M. Gen, K. Ida, and Y. Li, Bicriteria Transportation Problem by Hybrid Genetic Algorithm. *Computers ind. Engng*, 35 (1998), 363-366.
- M. Gen, K. Ida, and Y. Li, Solving Bicriteria Transportation Problem by Hybrid Genetic Algorithm. *Computers ind. Engng*, 35 (1999) 363-366.
- M. Gen, Y. Li, & K. Ida, Solving Multi-Objective Transportation Problem by Spanning Tree-Based Genetic Algorithm. *IEICE Trans Fundamentals*, E82 (1999), 2802-2810.
- M. Gen and A. Syarif, Multi-stage Supply Chain Network by Hybrid Genetic Algorithms. J.L. Verdegay (ed.), *Fuzzy Sets Based Heuristics for Optimization*, (2003), 181-196.
- M. Gen, A. Kumar, and J.R. Kim, Recent Network Design Techniques using Evolutionary Algorithm. *Science Direct Production Economic*, 98 (2005), 251-261.
- M. Gen, F. Altiparmak, and L. Lin, A Genetic Algorithm for Two-

- Stage Transportation Problem using Priority-based Encoding, Springer-Verlag 2006, OR Spectrum, 28 (2006), 337-354.
- J. Gottlieb, and L. Paulmann, Genetic algorithms for the fixed charge transportation problem, In Proceedings of IEEE international conference on evolutionary computation, (1998), 330-335.
- W.J. Gutjahr, A Graph-based Ant System and its convergence, Future Generation Computer Systems, 16 (2000), 873-888.
- T. Itoh and H. Ishii, An approach based on necessity measure to the fuzzy spanning tree problems, J. Oper. Res. Soc. Jpn.-Keiei Kagaku, 39 (1996), 247-257.
- A. Janiak and A. Kasperski, The minimum spanning tree problem with fuzzy costs, Fuzzy Optim. Decis Making, 7 (2008), 105-118.
- J.B. Jo, Y. Li, and M. Gen, Nonlinear Fixed Charge Transportation Problem by Spanning Tree-based Genetic Algorithm, Science Direct Computer & Industrial Engineering, 53 (2007), 290-298.
- J. Kennedy and R. C. Eberhart, Particle swarm optimization. In Proceedings of the IEEE international conference on neural networks IV, (1995), 1942-1948.
- M.H. Keshtelli, S.M.A. Zavardehi, and R.T. Moghaddam, Addressing a Nonlinear Fixed-charge Transportation Problem using a Spanning Tree-based Genetic Algorithm. Science Direct Computer & Industrial Engineering, 59 (2010), 259-271.
- J.B. Kruskal, On the shortest spanning subtree of a graph and the travelling salesman problem. Pric. AMS, 7 (1956), 48-50.
- S. Kusumadewi, and H. Purnomo, Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik – Teknik Heuristik. Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta, (2005).
- H.C.W. Lau, T.M. Chan, W.T. Tsui, F.T.S. Chan, G.T.S. Ho, and K.L. Choy, A fuzzy guided multiobjective evolutionary algorithm model for solving transportation problem. Expert Systems with Applications, 36 (2009), 8255-8268.
- J. E. Lee, M. Gen, & K. G. Rhee, Network model and optimization of reverse logistics by hybrid genetic algorithm. Computers & Industrial Engineering, 56 (2009), 951-964.
- Y. Li, and Y. Bouchebaba, A New Genetic Algorithm for the Optimal Communication Spanning Tree Problem. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (2000), 162-173.
- R. Munir, Matematika Diskrit, Penerbit Informatika, Bandung, 2012.
- S.C. Narula, Degree-constrained minimum spanning tree. Comput Oper Res, 7 (1980), 239-249.
- N.F. Frank and C. WittRuntime, Analysis of a Simple Ant Colony Optimization Algorithm. T. Asano (Ed.) : ISAAC 2006, LNCS 4288, (2006), 618-627.
- J. Peng, and S. Li, Spanning tree problem of uncertain network, in Proc. 3rd Int. Conf. Computer Design and Applications, Xi'an, China, 2011.
- R. Poli, K. Kennedy, and T. Blackwell, Particle swarm optimization. Springer Science + Business Media, Swarm Intell 1 (2007), 33-57.
- R. Poli, Analysis of the Publications on the Applications of Particle Swarm Optimisation. Journal of Artificial Evolution and Applications. Volume 2008, Article ID 685175, 10 pages, 2008.

- A. Prakash, and S.G. Deshmukh, A multi-criteria customer allocation problem in supply chain environment: An artificial immune system with fuzzy logic controller based approach. *Expert Systems with Applications*, 38 (2011), 3199–3208.
- R. C. Prim, Shortest connection networks and some generalizations. *Bell Systems Techn. J.*, 36 (1957), 1389-1401.
- M., Reimann and M. Laumanns, A hybrid ACO algorithm for the Capacitated Minimum Spanning Tree Problem. Institute for Operations Research, Swiss Federal Institute of Technology Zurich. 2004.
- M. Reimann, and M. Laumanns, Savings based ant colony optimization for the capacitated minimum spanning tree problem. *Computers & Operations Research*, 33 (2006), 1794–1822.
- E. Ruiz, M. A. Sambola, E. Fernández, and M.G.C. Resende, A biased random-key genetic algorithm for the capacitated minimum spanning tree problem. *Computers & Operations Research*, 57 (2015), 95–108.
- S. Sivanandam, Introduction to Genetic Algorithm. New York : Springer Science + Business Media. 2008.
- S.J. Shyu, P.Y. Yin, B.M.T. Lin, & M. Haouari, Ant-Tree: an ant colony optimization approach to the generalized minimum spanning tree problem. *J.Expt.Theor.Artif.Intell*, 15 (2003), 103–112.
- H. Stadtler, Supply chain management and advanced planning–basics, overview and challenges. *European Journal of Operational Research*, 163 (2005), 575–588.
- A. Syarif, Y. Yun, and M. Gen, Study on Multy-Stage Logistic Chain Network : a Spanning Tree-based Genetic Algorithm Approach. *Science Direct Computer & Industrial Engineering*, 43 (2002), 209-314.
- A. Syarif, and M. Gen, Solving Exclusionary Side Constrained Transportation Proble by using a Hybrid Spanning Tree-based Genetic Algorithm. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 14 (2003), 389-399.
- M. Tuegeh, A. Soeprijanto, and H. P. Mauridhi, Optimal Generator Scheduling Based on Particle Swarm Optimization. Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009). ISSN: 1979-2328.
- B. Tilanus, Introduction to information system in logistics and transportation. Elsevier, London. 1997.
- S. Tragantalerngsak, J. Holt, M. Ronnqvist, Lagrangian heuristics for the two-echelon, single-source, capacitate location problem. *Eur J Oper Res* 102 (1997), 611–625.
- G. Venter, J. S. Sobieski, Particle Swarm Optimization. *AIAA JOURNAL*, 41/8, (2003), 1583-1589.
- H.F. Wang and H.W.Hsu, A Closed-loop Logistic Model with a Spanning Tree based Genetic Algorithm. *Science Direct Computer & Operations Research*, 37 (2010) 376-289.
- Yan Wei-min and Wu Wei-min, *Data Structure*, Beijing: Tsinghua Publishing House, 1997.
- M.J. Yao and H.W. Hsu, A new spanning tree-based genetic algorithm for the design of multi-stage supply chain network with nonlinear transportation costs, Springer Science, 2009.
- W.C. Yeh, A Hibrid Heuristic Algorithm for the Multi Stage Suplly Chain Network

- Problem. *Int J adv Manuf Technol*, 26 (2005), 675-685.
- W. Yi, and A. Kumar, Ant Colony Optimization for Disaster Relief Operations, *Transportation Research Part E*, 43 (2007), 660-672.
- S.A. Zaverdehi, M.H. Kesthehi, and R.T. Moghaddam, Solving Capacitated Fixed-charge Transportation Problem by Artificial Immune and Genetic Algorithm with a Prufer Number Representation. *Expert System with Applications*, 38 (2011), 10462-10474.
- Zha, Xuan F., *Artificial Intelligence and Integrated Intelligent Information Systems Emerging Technologies and Applications*, Idea Grup Publishing. London, 2007.
- J. Zhanga, J. Zhou, and S. Zhong, Models for inverse minimum spanning tree problem with fuzzy edge weights. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27 (2014), 2691-2702. [60]
- G. Zhou and M. Gen, Genetic Algorithm Approach on Multi-criteria Minimum Spanning Tree Problem. *European Journal of Operational Research*, 114 (1999), 141-152.
- G. Zhou, H. Min, and M. Gen, A Genetic Algorithm Approach to the bi-criteria Allocation of Customers to warehouses. *Int J Production Economics*, 86 (2003), 35-45.
- G. Zhou and M. Gen, A Genetic Algorithm Approach on tree-like Telecommunication Network Design Problem. *Journal of the Operational Research Society*, 54 (2003), 248-254.
- J. Zhou, L. Chen, and K. Wang, Path Optimality Conditions for Minimum Spanning Tree Problem with Uncertain Edge Weights, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 23/1 (2015), 49-71.

**PENGUJIAN MUTU UDANG WINDU BERDASARKAN TOTAL PLATE COUNT (TPC)  
BAKTERI *Escherichia coli* DAN *Coliform* DI PT. PMMP TARAKAN**

**TIGER SHRIMP QUALITY TESTING ON THE BASIS OF TOTAL PLATE COUNT (TPC)  
BACTERIA *Escherichia coli* AND *Coliform* IN PT. PMMP TARAKAN**

**Hendra Subarka, Gloria Ika Satriani, Ery Gusman <sup>1</sup>**

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Borneo Tarakan  
Email: gloria.ubt@gmail.com

**ABSTRAK**

Penanganan produk bahan baku perikanan udang windu yang baik menjadi peranan yang sangat penting bagi manusia. Dengan mengikuti prosedur penanganan yang telah ditetapkan oleh BSNI (Badan Standar Nasionalisasi Indonesia) maka, kita dapat terhindar dari penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen yang berbahaya. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa mutu udang windu berdasarkan pengujian TPC (*Total Plate Count*), *Escherichia coli* dan *coliform*. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan menggunakan Angka Paling Memungkinkan (APM) dan menggunakan perhitungan TPC. Sampel yang akan digunakan yaitu udang windu yang di ambil dari *sub player* (Pos Penampungan) yang berada pada perusahaan PT.PMMP Kota Tarakan. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa semua sampel udang windu yang dilakukan pengujian, tidak adanya cemaran bakteri *E.coli* atau negatif bakteri *E.coli* dalam sampel udang yang diuji. Dalam tingkat pengujian TPC semua sampel masih dibawah ambang batas dari SNI 01-2728.1-2006 yang telah ditetapkan. Di dalam segi pencemaran bakteri *coliform* didapat 2 sampel yang mengandung kontaminasi bakteri *coliform* yaitu UD 3 dan UD 7. Namun cemaran bakteri *coliform* tersebut bukan berasal dari spesies bakteri *E.coli*.

**Kata Kunci : bakteri *Escherichia coli*, *coliform*, Total Plate Count (TPC)**

**ABSTRACT**

*Handling of raw materials fishery products (tiger shrimp) are well into a very important role for humans. By following handling procedures established by BSNI (Standards Agency Nationalization Indonesia) then, we can avoid the diseases caused by pathogenic bacteria are harmful. In general, this study aimed to analyze the quality of black tiger shrimp is based on the testing TPC (Total Plate Count), *Escherichia coli* and *coliform*. This is a descriptive study using the Most Probable Number (MPN) and using the TPC calculations. Samples to be used mainly namely tiger shrimp in the capture of the sub player (Pos Shelter) located at the City of Tarakan PT.PMMP company. The results of this study showed that all the samples of tiger shrimp are done testing, absence of bacterial contamination or negative *E.coli* bacteria *E. coli* in a sample of shrimp tested. In the TPC-level testing of all samples was below the threshold of SNI 01-2728.1-2006 predetermined. Within the terms of *coliform* bacteria contamination obtained two samples containing *coliform* bacteria contamination that UD 3 and UD 7. However *coliform* bacterial contamination did not come from the species *E. coli*.*

**Keywords: bacteria *Escherichia coli*, *coliform* bacteria, Total Plate Count (TPC)**

**PENDAHULUAN**

Setiap pelaku usaha memiliki berbagai cara penanganan yang berbeda –

beda dalam menjaga kualitas pangan terutama produk perikanan. Penanganan bahan pangan perikanan yang baik harus sesuai dengan BSNI (Badan Standar Nasional Indonesia) dengan mentaati Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor Per. 01/Men/2007 tentang Pengendalian Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan. Komoditas yang sering dijumpai di pasar tradisional selain ikan adalah udang.

Udang memerlukan penanganan yang baik dan cepat sebelum sampai ke konsumen (diolah) karena sifatnya yang mudah rusak. Hal ini dikarenakan udang sebagai produk mentah (bahan baku) memiliki kadar air yang tinggi. Daging udang merupakan media yang baik untuk tumbuh dan berkembang biaknya bakteri pembusuk bila dibandingkan dengan daging ikan karena mengandung lebih banyak karbohidrat dan senyawa nitrogen yang dapat digunakan untuk pertumbuhan bakteri (Houwing, 1974).

Bakteri merupakan salah satu organisme mikroskopik yang dapat menimbulkan penyakit infeksi pada manusia. Meskipun pada umumnya jenis bakteri yang merugikan jumlahnya lebih sedikit dari jumlah keseluruhan spesies bakteri yang ada di dunia, akan tetapi karena bersifat pathogen, maka dapat mengganggu kehidupan, kesehatan, dan bahkan dalam keadaan akut dapat menyebabkan kematian bagi manusia (Adji, 2008).

Menurut Rashid *et al.* (1992), sumber kontaminasi pada udang terjadi pada saat panen, penanganan, dan pada waktu transportasi. Udang yang telah terkontaminasi bakteri akan menyebabkan bakteri tersebut tetap dapat hidup untuk jangka waktu yang panjang dalam keadaan beku. Penanganan yang umum dilakukan pada udang, yaitu pendinginan dengan menambahkan es batu segera setelah proses panen. Tetapi, penanganan tersebut belum cukup untuk menurunkan jumlah kandungan bakteri.

Indikasi terjadinya kontaminasi *Escherichia coli* pada udang diduga disebabkan oleh penanganan yang salah, seperti pembungkusan yang kurang layak, penyimpanan yang tidak benar, dan pengangkutan yang tidak sesuai prosedur

jaminan mutu (Harsojo, 2008). Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai Pengujian mutu udang windu berdasarkan *Total Plate Count* (TPC) bakteri *Escherichia coli* dan *coliform* di PT. PMMP Tarakan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Sampel dalam penelitian ini yakni udang windu (*Penaeus monodon*) yang dipanen setelah berusia 3-4 bulan di tambak. Sampel diambil secara acak di Pos Pengumpulan Udang. Bahan yang digunakan yaitu medium *Brilliant Green Lactosa Bile* (BGLB), *Laurye Triptose Broth* (LTB), *Trypton Broth* (TB), *EC Broth*, *Eosin Methylene Blue* (EMB) Agar, *Methyl Red - Voges Proskauer* (MR-VP Broth), *Simmons Citrate Agar* (SCA), *Plate Count Agar* (PCA), *Butter filed Phosphate* (BFP), larutan *a-naptol*, larutan kovacks 40%, *methyl red*, alkohol 70%, spirtus, etanol 95%, polybag, dan akuades steril.

### **Metode**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskripsi dengan teknik pengumpulan data. Untuk pengujian *E.coli* membandingkan dengan tabel APM (SNI 01-2332.1-2006). APM adalah metode untuk menghitung jumlah mikroba dengan menggunakan medium cair dalam tabung reaksi. Penelitian ini menggunakan pengenceran 3 seri. Sedangkan Pengujian TPC dengan cara menghitung koloni bakteri dan memasukan data dengan rumus TPC (SNI 01-2332.3-2006).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengujian TPC (*Total Plate Count*)**

Udang cepat mengalami kerusakan mutu untuk akibat penanganan yang kasar atau terlambat diberi es. Proses pembusukan dimulai dengan terjadinya denaturasi protein disertai adanya bakteri pembusuk. Bakteri pembusuk ini terutama terdapat pada bagian kepala, oleh karena itu kepala udang harus segera dibuang (Moeliy, 1979). Berdasarkan hasil observasi dan pengujian TPC (*Total Plate Count*) dari berbagai sampel udang windu baik dari pengepul maupun dari tambak langsung langsung dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa pengujian TPC

Kode Sampel	Pengenceran				Total Plate Count ( cfu/g)
	10 <sup>-2</sup>		10 <sup>-3</sup>		
	C 1	C 2	C 1	C 2	
<b>UD 1</b>	304	300	30	27	30.000
<b>UD 2</b>	TBUD	TBUD	286	280	283.000
<b>UD 3</b>	TBUD	TBUD	214	208	211.000
<b>UD 4</b>	TBUD	TBUD	312	304	307.500
<b>UD 5</b>	184	180	TD	TD	18.200
<b>UD 6</b>	64	60	TD	TD	6.200
<b>UD 7</b>	TBUD	TBUD	328	324	326.000

Keterangan :

1. UD ( Sampel Udang Windu)
2. TBUD ( Terlalu Banyak Untuk Dihitung)
3. C (Cawan)
4. TD (tidak Terdeteksi)
5. Standar TPC untuk udang maksimal 500.000

Dari hasil pengujian TPC dengan sampel udang windu di dapatkan 4 sampel yang memiliki angka tertinggi yaitu pada sampel UD 7, UD 4, UD 2, dan UD 3. Namun dari ke 4 sampel yang memiliki kandungan TPC terbesar masih bisa ditoleransi. Di karenakan kandungan TPC tersebut tidak melewati kadar yang ditetapkan oleh SNI 01-2728.1-2006 yaitu 5,0 x 10<sup>5</sup> atau 500.000 koloni/g.

Menurut Hadiwiyoto (1993), menyatakan bahwa kerusakan hasil perikanan termasuk udang sebagian besar disebabkan oleh berkembangnya jumlah pertumbuhan mikroba yang ada terutama bakteri pembusuk. Jika keempat sampel udang windu yang memiliki kandungan TPC tertinggi tersebut terlambat penanganannya,

bukan tidak mungkin kandungan TPC tersebut naik hingga 500.000 koloni/ml atau bahkan lebih tinggi dari ambang batas yang telah disyaratkan oleh SNI.

#### Pengujian *Escherichia coli*

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan bakteri koli dan *E. coli*. Bakteri koli dan *E. coli* di dalam klasifikasi termasuk ke dalam familia Enterobacteriaceae dan merupakan salah satu indicator sanitasi dari suatu produk. Selanjutnya untuk lebih mengetahui kandungan bakteri *E.coli* dari kualitas sampel udang windu. Maka akan melalui tahap pengujian *E. coli*, untuk mengetahui hasil pengujian *E. coli* dari sampel udang windu yang akan di sajikan pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Hasil intepretasi pengujian *E. coli*

Kode Sampel	LTB	EC	Uji Biokimia				APM/g
			Indol	MR	VP	C	
<b>UD 1</b>	-	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 2</b>	+	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 3</b>	+	+	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 4</b>	+	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 5</b>	+	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 6</b>	+	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>
<b>UD 7</b>	+	-	-	-	-	-	<b>&lt;3</b>

Keterangan :

1. Standar mutu udang untuk cemaran bakteri *E.coli* <3(SNI 01-2728.1-2006)
2. UD ( Sampel Udang Windu)

Dari hasil tabel 2 dapat dilihat semua sampel tidak melakukan tahap akhir yaitu uji biokimia. Dapat dipastikan bahwa semua sampel udang windu tersebut bebas dari kandungan bakteri *E.coli*. Pada sampel UD 3 dengan hasil LTB positif dan EC positif lalu masuk ke tahap penegasan *E. coli* namun sampel UD 3 tidak juga mendapatkan reaksi positif *E.coli*. Dikatakan positif apa bila koloni berwarna hitam metalik atau tanpa metalik proses itu dikarenakan bakteri *E. coli* mampu meragi laktosa pada media EMB (Sukamto 1999). Jadi sesuai yang ditetapkan oleh SNI (SNI 01-2332.1-2006) maka pada sampel UD 3 dinyatakan Negatif *E. coli*. Kandungan *E. coli* pada udang menurut SNI (1992) tidak boleh ada. Penanganan semua sampel udang windu ini ternyata sangat baik sehingga tidak ada kandungan bakteri *E. coli* di dalamnya. Penanganan yang baik ini sangat perlu untuk menjaga mutu udang windu pada saat paska panen atau pun saat pengepulan.

Seperti perkataan Harsojo (2008) mengatakan bahwa adanya kontaminasi

*E. coli* pada udang disebabkan penanganan yang salah, seperti pembungkusan yang kurang layak, penyimpanan yang tidak benar, dan pengangkutan yang tidak mengikuti petunjuk. Namun selain itu, kontaminasi *E. coli* biasanya berasal dari kontaminasi air yang digunakan. Kontaminasi bakteri ini menunjukkan bahwa sanitasi yang kurang diperhatikan (Supardi dan Sukamto, 1999).

### Pengujian coliform

Bakteri *coliform* merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan untuk indikator, di mana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak (Pracoyo NE et al. 2006). Dari hasil pengujian *E.coli* diketahui bahwa semua sampel bersih dari kandungan bakteri *E. coli*. Namun belum tentu semua sampel udang windu ini terbebas dari bakteri *coliform*. Hasil pengujian *coliform* dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil pengujian *coliform*

Kode Sampel	Pengenceran Media BGLB			APM/g (BGLB)
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	
UD 1	-	-	-	-
UD 2	0	0	0	0
UD 3	2	0	0	4,5
UD 4	0	0	0	0
UD 5	0	0	0	0
UD 6	0	0	0	0
UD 7	3	2	0	14

Keterangan :

1. UD ( Sampel Udang Windu )
2. Kode sampel berdasarkan dari PT. PMMP Tarakan

Pemeriksaan dengan menggunakan MPN adalah untuk menentukan bakteri *Escherichia coli* dengan melewati tes perkiraan dan penegasan seri 3 adalah uji untuk menentukan jumlah bakteri *Escherichia coli* karena adanya zat Brilliant Green dan diinkubasi pada suhu 45°C dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain kecuali *Escherichia coli* (Jalaluddin, 2012). Adanya bakteri dalam makanan sangat tidak

diharapkan, karena dengan adanya bakteri koli berarti bahan tersebut telah terkontaminasi oleh bakteri patogen. Bakteri tersebut dapat berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah panas lainnya. Oleh karena itu, mendeteksi bakteri koli di dalam bahan sangatlah penting karena dengan demikian dapat diketahui apakah bahan tersebut masih layak digunakan atau tidak (Harsojo,2008).

Kehadiran bakteri koli di dalam suatu produk sangat tidak diharapkan, karena

dengan adanya bakteri koli menunjukkan bahwa sanitasinya kurang baik dan dapat

mengundang bakteri pathogen lainnya (Darmoduwito, S., dan Erni, M.1983).  
Bakteri

*Coliform* adalah organisme indikator yang kehadirannya pada makanan dalam jumlah besar mengindikasikan kemungkinan memiliki bakteri patogen. *Coliform* feses berasal terutama dari usus dan kotoran hewan berdarah panas. *Coliform* feses dianggap indikasi yang lebih akurat adanya kontaminasi dari kotoran manusia atau hewan berdasarkan total *coliform* (Center for Disease Control and Prevention, 2005).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa mutu udang windu di PT. PMMP Tarakan yaitu dari pengujian *Escherichia coli* tidak adanya cemaran bakteri *E.coli* (Negatif). TPC tertinggi dimiliki oleh UD 7 dengan hasil 326.000 cfu/g namun masih aman di bawah ambang batas toleransi sesuai yang tercantum pada SNI 01-2728.1-2006 yaitu 500.000 cfu/g. Pada pengujian *coliform* terdapat dua sampel yang memiliki kandungan bakteri *coliform* sampel UD 7 dengan 14 APM/g dan UD 3 dengan 4,5 APM/g hasil ini melebihi standar mutu pengujian. Dengan adanya kandungan bakteri *coliform* menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki sanitasi yang kurang baik. Akan tetapi dari dua sampel yang memiliki kandungan bakteri *coliform* tersebut bukan dari jenis bakteri *E.coli* melainkan bakteri *coliform* lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adji, K. 2008. Evaluasi Kontaminasi Bakteri Patogen Pada Ikan Segar di Perairan Teluk Semarang. Tesis. Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention), 005.FAQ.escherichiacoli. website: [http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/escherichiacoli\\_g.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/escherichiacoli_g.htm).

- Hadiwiyoto, S, 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Harsojo.2008. Kualitas Udang Yang Dijual Di Pasar Jakarta Selatan Dari Aspek Mikrobiologi. Hayati 14 : 109–112, Jakarta.
- Houwing H, 1974. Technical, economic and organizational conditions for an industrial plant for irradiation preservation of shrimps (Technical and Economic Report ITE. No. 85), Commission of the European Communities, Euisotop Office, 11–14. Maha M dan Harsojo, 1984.
- Moeliyanto, R., Udang untuk bahan makanan, Lembaga Oseanologi Nasional, LIPI, Jakarta, (1979).
- Pracoyo NE et al. 2006. Penelitian bakteriologi air minum isi ulang di daerah Jabotabek. Cermin Dunia Kedokteran 152:37-40.
- Rashid, H Ito dan I Ishigaki, 1992. Distribution of pathogenic Vibrio and other bacteria in imported shrimps and their decontamination by gamma irradiation, World Journal of Microbiology and Biotechnology, 8: 494–498.
- Sukamto, 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Pangan. Alumni. Bandung.

## KELAYAKAN AGROINDUSTRI MINYAK KAYU PUTIH DI KOTA TARAKAN

### THE FEASIBILITY OF INDUSTRIAL AGRICULTURE EUCALYPTUS OIL IN THE TOWN OF TARAKAN

Mohammad Wahyu Agang <sup>1</sup>, Ety Wahyuni <sup>2</sup>

Fakultas Pertanian  
Universitas Borneo Tarakan  
Email: wahyoe\_89@ymail.com <sup>1</sup>, ayyida30@yahoo.co.id <sup>2</sup>

#### ABSTRAK

UPT. KPHL Kota Tarakan unit teknis manajemen hutan lindung di Pulau Tarakan. Pelaksanaan pengelolaan hutan lindung oleh FMU memegang bahwa tiga prinsip dasar, yaitu ekologi *governance*, pemerintahan sosial dan tata kelola ekonomi yang akan memastikan realisasi prinsip konservasi. Dalam hal ini, UPT. KPHL Kota Tarakan adalah managing pemanfaatan hutan lindung zona sepanjang masyarakat hutan oleh mengolah Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) Dan menghasilkan minyak kayu putih. Selain eucalyptus memiliki potensi yang sangat besar di bidang pertanian industri dengan banyak hutan *eucalyptus* pengolahan tersebar di Indonesia, yaitu 651.768.9 hektar (97% alam hutan di luar Jawa) dengan potensi perkiraan *eucalyptus* minyak per tahun sekitar 11 juta liter, tapi potensi ini tidak dapat dilakukan dengan maksimal. Penelitian dilakukan di Januari-Oktober 2016. Tahun hasil menunjukkan bahwa dilakukan pengolahan minyak *eucalyptus* layak secara finansial dengan NPV Rp 947.786.096 dan B/C ratio dari 4.00, dari analisis sensitivitas dengan penurunan 10% dan 15% bisnis ini tetap layak.

**Kata kunci : Kelayakan, Keuangan, Manajemen**

#### ABSTRACT

*UPT. KPHL Tarakan city a technical unit Protected Forest management in Tarakan Island. Implementation of the management of protected forest by the FMU holds that three basic principles, namely ecological governance, social governance and economic governance that will ensure the realization of the principle of conservation. In this regard, the UPT. KPHL Kota Tarakan was managing the utilization in protected forest zones along forest communities by cultivating Kayu Putih (Melaleuca leucadendron Linn.) And produce eucalyptus oil. Besides eucalyptus has a huge potential in the field of agriculture processing industry with many eucalyptus forests spread in Indonesia, namely 651.768.9 hectares (97% natural forest outside Java) with an estimated potential of eucalyptus oil per year approximately 11 million liter, but this potential can not be done with the maximum. The study was conducted in January-October 2016. Year Results showed that eucalyptus oil processing performed financially viable with a NPV of Rp 947.786.096 and B / C ratio of 4.00, from a sensitivity analysis with a reduction of 10% and 15 % this business remains viable.*

**Keywords:** Feasibility, Financial, Management

#### PENDAHULUAN

UPT KPHL Kota Tarakan adalah unit pelaksana teknis pengelolaan Hutan Lindung di Pulau Tarakan.

Pelaksanaan pengelolaan hutan lindung oleh KPH berpegang pada tiga prinsip dasar yaitu kelola ekologi, kelola sosial dan kelola ekonomi

sehingga akan menjamin terwujudnya asas kelestarian. Berkaitan dengan hal tersebut, maka UPT KPL Kota Tarakan telah melakukan pengelolaan pada zona pemanfaatan di hutan

Pemilihan kayu putih sebagai jenis yang dibudidayakan berdasarkan beberapa keunggulan dari jenis ini yang mampu untuk tumbuh di lahan marginal sehingga diharapkan dapat membantu memperbaiki kerusakan lahan terutama di kawasan hutan dalam rangka meningkatkan daya dukung lahan. Kayu putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) merupakan pohon penghasil minyak kayu putih yang telah dikenal luas oleh masyarakat. Minyak Kayu Putih dalam nomenklatur kehutanan merupakan hasil hutan non kayu, yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan tanpa merusak ekosistem hutan yang ada. Selain itu tanaman kayu putih memiliki potensi yang sangat besar dalam bidang industri pengolahan pertanian dengan banyaknya hutan kayu putih yang tersebar di Indonesia yaitu 651.768,9 hektar (97 % merupakan hutan alam di luar Jawa) dengan perkiraan potensi minyak kayu putih pertahun kira-kira 11 juta liter, namun potensi tersebut belum dapat dilakukan dengan maksimal.

Saat ini, Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) dibudidayakan oleh UPT. KPHL Kota Tarakan bersama kelompok tani pada luasan lahan ± 300 Ha, namun saat ini baru hasil dari lahan seluas 120 Ha yang diproduksi menjadi minyak kayu putih. Oleh karena itu UPT. KPHL Kota Tarakan terus mengupayakan peningkatan produksi minyak kayu putih melalui perluasan areal tanam dan perluasan pemasaran hasil. Oleh karena itu informasi berkaitan dengan aspek ekologis (lingkungan) dan aspek ekonomi menjadi sangat penting sebagai dasar dalam keberlanjutan budidaya kayu putih dan produksi minyak kayu putih di zona pemanfaatan Hutan Lindung Pulau Tarakan.

Menurut Gittinger (1986), pada proyek pertanian ada enam aspek yang harus dipertimbangkan dalam mengambil keputusan yaitu aspek pasar, aspek teknis, aspek manajemen, aspek hukum, aspek

lindung bersama masyarakat sekitar hutan dengan melakukan budidaya Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) dan memproduksi minyak kayu putih.

Aspek finansial dan aspek sosial lingkungan. Aspek finansial adalah aspek yang penting untuk diketahui, karena kelayakan aspek ini merupakan jaminan bagi adanya manfaat ekonomi (Umar, 2003). Adapun aspek ekologi pada bidang pertanian lebih diarahkan kepada Agroekologi yang bermakna ilmu lingkungan pertanian atau secara luas mempelajari hubungan timbale balik antara faktor biotik dan abiotik dibidang pertanian . Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek finansial usaha minyak kayu putih oleh UPT. KPHL Kota Tarakan dan tinjauan aspek ekologis pada budidaya Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.)

## **METODE PENELITIAN**

### **1) Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di UPT. KPHL Kota Tarakan Kalimantan Utara pada bulan Januari-Oktober Tahun 2016.

### **2) Pengumpulan Data**

Pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan analisis manfaat dan biaya selama proses produksi minyak kayu putih di pabrik UPT. KPHL Kota Tarakan, dan data sekunder didapatkan dengan wawancara yang komprehensif dengan pemangku kebijakan terkait usaha minyak kayu putih dan hasil kajian terdahulu berkaitan dengan karakteristik lahan di lokasi penanaman kayu putih.

### **3) Pengolahan dan Analisis Data**

Pengolahan dan analisis data pada penelitian terdiri dari:

#### **Analisis Kelayakan Finansial**

Sebagai dasar penilaian kelayakan dari aspek finansial atas usaha minyak kayu putih maka digunakan kriteria investasi, yaitu NPV, B/C Ratio, IRR dan Analisis Sensitivitas (Thompson dan George, 2009).

NPV merupakan selisih antara total penerimaan dikurangi dengan total pengeluaran yang didiskonto menggunakan faktor diskonto dalam kurun waktu tertentu ( $t$ ), pada tingkat suku bunga ( $i$ ):

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

B/C Ratio merupakan perbandingan dari total penerimaan terdiskon selama kurun waktu proyek dibagi dengan total pengeluaran terdiskon selama kurun waktu proyek, Nilai B/C Ratio akan memberikan gambaran estimasi pengembalian dalam rupiah dari investasi yang ditanamkan:

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

IRR merupakan tingkat bunga diskon dimana nilai NPV sama dengan nol. Hal ini berarti nilai IRR menunjukkan nilai aktual pengembalian dari suatu proyek:

$$IRR = i + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan-perubahan faktor produksi dari kondisi normal yaitu penurunan penerimaan dan penurunan rendemen akibat kurangnya perawatan tegakan kayu putih pada kawasan KPHL Kota Tarakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1) Hasil Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial dilihat dari kriteria nilai NPV, B/C Ratio, IRR dan Analisis Sensitivitas. Diperoleh hasil analisis finansial sebagai berikut.

**Tabel 1. Hasil Analisis Finansial**

Kriteria	Hasil
NPV (Rp)	Rp 947.786.096
B/C Ratio	4,00
IRR (%)	30,4%

Berdasarkan analisis finansial di atas dapat dilihat bahwa usaha minyak kayu putih ini memperoleh *Net Present Value* positif (NPV>0) yaitu

sebesar Rp947.786.096. Hal ini menunjukkan bahwa manfaat bersih yang diterima dari usaha minyak kayu putih selama umur proyek (15 tahun) terhadap tingkat diskon (*discount rate*) yang berlaku 8,5% adalah sebesar Rp Rp947.786.096, dan berarti bahwa usaha minyak kayu putih ini layak untuk diusahakan.

Nilai B/C Ratio >1 yaitu sebesar 4,00 yang menyatakan bahwa usaha minyak kayu putih ini layak dijalankan. Nilai B/C Ratio lebih besar dari 1 artinya setiap Rp 1 yang dikeluarkan selama umur proyek menghasilkan Rp 4 satuan manfaat bersih.

Nilai IRR diatas nilai *discount rate* (8,5%) hal ini menunjukkan tingkat pengembalian internal proyek sebesar 30,4%. Tidak seperti proyek kehutanan lain yang membutuhkan investasi pada awal usahanya seperti hutan tanaman (Ginoga, 2005; Kusumedi and Jariyah, 2010; Yuniati, 2011), karena pada usaha minyak kayu putih di KPHL Kota Tarakan ini tidak ada biaya investasi pembelian alat oleh penduduk karena disediakan oleh pemerintah dan adanya kepastian pasar, maka nilai NPV selalu positif mulai dari awal kegiatan usaha. Dalam analisis sensitivitas disimulasikan apabila produksi minyak kayu putih turun 10% dan 15% dari kondisi normal. Hasil analisis sensitivitas disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Analisis Sensitivitas**

Nilai Terdiskon (%)	NPV	B/C Ratio
10	Rp803.128.779	3,55
15	Rp454.626.102	2,44

Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan produksi minyak kayu putih dari penyulingan menyebabkan penurunan nilai NPV dari perusahaan oleh penduduk asli maupun pendatang. Penurunan produksi minyak kayu putih sebesar 10% telah menyebabkan kegiatan penyulingan oleh pendatang tidak layak secara finansial. Namun demikian, perusahaan oleh penduduk asli tetap layak untuk diusahakan bahkan pada penurunan produksi hingga 15%.

## 2) Analisis aspek ekologis

Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) adalah salah satu jenis yang cukup berpotensi untuk upaya rehabilitasi lahan, baik dari aspek ekologis maupun aspek ekonomis. Terdapat keuntungan ganda yang diperoleh pada pengembangan tanaman kayu putih di lahan kritis antara lain untuk menunjang usaha konservasi lahan dan pemanfaatan lahan marginal menjadi lahan produktif serta memberikan kesempatan kerja sehingga berimplikasi meningkatkan penghasilan kepada petani. Oleh karenanya penanaman kayuputih perlu lebih dikembangkan karena pertimbangan-pertimbangan diatas.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1) Kesimpulan

Pengolahan minyak kayu putih yang dilakukan oleh UPT. KPHL Kota Tarakan secara finansial layak diusahakan dengan nilai NPV sebesar Rp947.786.096 , B/C Ratio sebesar 4,00 dan IRR 30,4%, dari analisis sensitivitas dengan penurunan 10% dan 15% usaha ini tetap layak diusahakan.

### 2) Saran

Pengelolaan minyak kayu putih dengan dukungan teknologi yang semakin baik akan meningkatkan rendemen minyak kayu putih, sehingga keuntungan penyulingan akan meningkat. Selain itu, perlu peningkatan kapasitas produksi sehingga meningkatkan kapasitas penjualan dengan pertimbangan permintaan yang masih belum dapat terpenuhi saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Ginoga, K.L., Wulan, Y., Djaenudin, D. 2005. Karbon dan peranannya dalam kelayakan usaha hutan tanaman jati (*Tectona Grandis*) di KPH Saradan, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi* 2, 183-202.

Gittinger, J.P. 1986. *Analisa Ekonomi Proyek-proyek Pertanian*. Edisi Kedua. Terjemahan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

Kusumedi, P., Jariyah, N.A. 2010. Analisis finansial pengelolaan agroforestry dengan pola sengon kapulaga di Desa Tirip, Kecamatan Wadas- lintang, Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 7: 93-100.

Thompson, D., George, B. 2009. Financial and economic evaluation of agroforestry. In: Nuberg, I., George, B., Reid, R. (Eds.), *Agroforestry for natural resource management*. CSIRO Publishing, Collingwood Australia.

Umar, Husein. 2003. *Studi Kelayakan Bisnis: Teknik Menganalisis Kelayakan Rencana Bisnis Secara Komprehensif*. Ed ke-2. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yuniati, D., 2011. Analisis finansial dan ekonomi pembangunan hutan tanaman Dipterokarpa dengan teknik SILIN (Studi kasus PT Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Barat). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 8: 239-249.

**ANALISIS KONDISI SPASIAL DAERAH ALIRAN SUNGAI KOTA TARAKAN BAGI  
PENGEMBANGAN KEGIATAN PERIKANAN BUDIDAYA AIR TAWAR**

**ANALYSIS OF THE SPATIAL CONDITIONS OF THE TARAKAN BASIN FOR THE  
DEVELOPMENT OF FRESHWATER AQUACULTURE ACTIVITIES**

**Jimmy Cahyadi**

Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan  
Universitas Borneo Tarakan  
Email : jim.borneo@gmail.com

**ABSTRAK**

Produksi perikanan Kota Tarakan khususnya kegiatan budidaya air tawar tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan dalam kurun waktu 5 tahun. Informasi dan kajian analisis kondisi spasial sungai Kota Tarakan sangat penting sebagai dasar pemerintah bersama masyarakat dalam rangka perbaikan kualitas hidup dan taraf ekonomi masyarakat khususnya pengembangan kegiatan perikanan budidaya air tawar. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan awal tahun 2015 masuk musim kemarau dengan wilayah kajian sempadan daerah aliran sungai (DAS) di wilayah administrasi Kota Tarakan. Metode yang digunakan yaitu metode survey dan bersifat deskriptif kualitatif. Survei lapangan sebagai data primer meliputi kondisi hidrologi, klimatologi dan beberapa informasi penting lainnya. Metode penentuan titik sampling (stasiun) menggunakan teknik purposive sampling dipadukan karakteristik ekologis, aksesibilitas, keamanan, keterjangkauan dan ruang dari potensi aliran sungai. Sedangkan data sekunder meliputi klimatologi dan dokumen terkait dari berbagai instansi pemerintah. Hasil Data eksisting baik insitu, eksitu maupun data sekunder lainnya dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif proporsional diintegrasikan ke system peta dan diolah secara SIG. Hasil survey dan konsultasi diperoleh 25 DAS terbagi menjadi 3 katagori pemanfaatan : katagori Biru (*Eksisting*) yaitu sudah di dimanfaatkan menjadi Embung sumber air minum masyarakat ; katagori Kuning (*On progress*) yaitu sedang dalam proses perencanaan ; katagori Putih (*Natural*) masih alami dan belum di rencanakan fungsinya. Sehingga berdasarkan analisis dan pertimbangan katagori natural dan teknis lainnya diperoleh 12 DAS kajian mendalam. Hasil kajian dan analisi penelitian dari 12 DAS yang ada diperoleh sebanyak 7 DAS berpotensi dapat menjadi lahan pendukung budidaya air tawar melalui intervensi teknologi dan pola usaha semi tradisional.

**Kata Kunci : Budidaya Air Tawar, DAS, Kota Tarakan**

**ABSTRACT**

*Fishery production activities particularly Tarakan freshwater aquaculture does not show significant increase in a span of 5 years. Information and research analysis of spatial conditions of the River Town of Tarakan is very important as the basis for a joint Government of the community in the framework of the improvement of quality of life and economic levels of society particularly the development of freshwater aquaculture activities. Research carried out for 3 months beginning in 2015 enter the dry season in the area boundary watershed studies (DAS) in the area of the administration of the town of Tarakan. Methods used namely method survey and qualitative deskriptif nature. Field survey data as a primary condition of hydrology, climatology and some other important information. Method of the determination of the sampling point (station) using a purposive sampling technique combined ecological characteristics, security, accessibility, affordability and space from the potential flow of the river. While secondary data include*

*climatology and related documents from various government agencies. Existing Data results either in situ, eksitu as well as other secondary data were analyzed quantitatively and qualitatively proportional system integrated into the map and processed in SIG. The survey results and consultation retrieved 25 DAS is divided into 3 categories utilization categories: Blue (Existing) that is already in the benefit from being a source of drinking water Dam community; Yellow categories (On progress) that is currently in the planning process; categories of white (Natural) are still natural and has not been in the plan. So based on the analysis and the consideration of other technical categories of natural and retrieved 12 DAS in-depth study. Results of the study and analysis of the research of the 12 existing DAS retrieved as many as 7 DAS can potentially be supporting land freshwater aquaculture through the intervention of technology and traditional spring business patterns.*

**Key Words: Freshwater Aquaculture, DAS, Tarakan City**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Kebutuhan akan penyediaan pangan dan protein hewani sekarang ini sangat diperlukan dalam rangka pemenuhan gizi. Pemerintah Kota Tarakan berkepentingan dalam pemenuhan kebutuhan dan peningkatan gizi masyarakatnya guna mendukung program pemerintah Republik Indonesia maupun dunia dalam meningkatkan kesehatan dan kecerdasan manusia. Satu diantara keunggulan wilayah Kota Tarakan adalah memiliki lahan basah dan aliran sungai yang berpotensi dalam pengembangan sektor perikanan tawar. Pemanfaatan lahan rawa dan aliran sungai sebenarnya jika di eksplorasi lebih dalam akan memberikan manfaat yang besar terutama bagi sektor agribisnis seperti pertanian dan perikanan.

Kehidupan masyarakat budidaya air tawar di Kota Tarakan pada kenyataannya masih merupakan masyarakat dengan katagori penghasilan rendah yang ditandai pola dan prilaku hidup yang stagnan. Beberapa permasalahan yang timbul disebabkan karena pola hidup ekonomi yang tidak terstruktur, tingginya pinjaman kepada tengkulak, rendahnya nilai tawar harga hasil produksi, kualitas produksi yang belum optimal, lemahnya akses pemasaran, pola kerjasama kemitraan dan koperasi yang kurang berjalan dan pengetahuan yang kurang terhadap teknis pengembangan budidaya air tawar khususnya pada kawasan daerah aliran sungai Kota Tarakan.

### **Tujuan**

Invetarisasi kondisi umum daerah aliran sungai serta analisis kondisi potensi pengembangan perikanan budidaya air tawar khususnya pada daerah aliran sungai di wilayah administrasi Kota Tarakan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Kegiatan dilaksanakan selama 3 bulan pada awal Tahun 2015 kondisi masuk musim kemarau, dengan wilayah kajian pelaksanaan kegiatan dilaksanakan pada sempadan daerah aliran sungai (DAS) di wilayah administrasi Kota Tarakan.

### **Metode Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survey dan bersifat deskriptif kualitatif (Nazir, 1988). Kegiatan ini mengumpulkan dan menganalisis data primer dan sekunder. Data primer meliputi mendapatkan sistem koordinat data spasial lokasi-lokasi pada aliran sungai yang berpotensi pengembangan budidaya air tawar (jaring apung, kolam, hapa maupun media lainnya). Kemudian hasil pengukuran dan pengambilan sampel *insitu* dan *eksitu* lapangan serta *groundcheck* data sekunder lainnya bagi potensi pengembangan kegiatan perikanan budidaya air tawar di sepanjang wilayah daerah aliran sungai. Survei lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data primer meliputi tentang kondisi daerah aliran dan kualitas perairan sungai. Hasil observasi

lapangan diintegrasikan ke system peta dengan menggunakan GPS. Selain itu data primer yang dikumpulkan adalah kondisi hidrologi, klimatologi dan beberapa informasi penting lainnya. Data sekunder yang dikumpulkan adalah data klimatologi meliputi iklim, curah hujan, angin dan suhu lingkungan serta berbagai dokumen terkait lainnya.

### Teknik Pengambilan Sampel

Metode penentuan titik sampling (stasiun) awal menggunakan teknik *purposive sampling* (Bakosurtanal, 2003), yaitu penentuan lokasi penelitian dengan beberapa pertimbangan tertentu oleh peneliti yang dilakukan berdasarkan kajian awal rona lingkungan potensi kesesuaian perairan aliran sungai. Penentuan lokasi penelitian ini mewakili

karakteristik ekologis dan ruang dari potensi aliran sungai secara keseluruhan yang secara geografis berada pada DAS Kota Tarakan dalam RTRW Kota Tarakan 2010-2030 (Peta DAS Kota Tarakan). Pertimbangan tersebut dimaksudkan agar setiap titik pengambilan sampel mewakili setiap karakteristik ekosistem di lapangan maupun dukungan dari kondisi aksesibilitas seperti bukan berada pada DAS yang sudah dan sedang direncanakan pemerintah Kota Tarakan diantaranya untuk sumber air bersih. Pertimbangan keamanan serta kemudahan dalam pencapaian lokasi pengambilan sampel dan pengupayaan data yang dihasilkan representasi dan merata dari potensi kesesuaian ruang perairan sungai yang ada nantinya.

### Instrumen Penelitian

Instrumen peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini tertera

pada tertera pada (Tabel 1 dan 2) berikut ini:

Tabel 1. Beberapa Peralatan yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Variabel Pengamatan	Metode/cara sampling	Alat	Proses	Keterangan
1	Pengolahan Sistem Informasi Geografis	komputerisasi	Software ArcGIS 9.1	digital	Spasial analysis
2	koordinat stasiun lapangan	Digitasi	Global Positioning Sistem (GPS)	digital	sampling
3	Pengolahan basis data	komputerisasi	Software Microsoft Excell	digital	Tabulasi & ekstraksi
4	Kecepatan Arus	Insitu (m/s)	Current meter & stopwatch	digital	Hidrodinamika
5	Kecerahan Perairan	Insitu (m)	Secchi disk	manual	
6	Kedalaman Perairan	Insitu (m)	Meteran + pemberat	manual	
7	Suhu perairan	Insitu (°C)	Thermometer Air Raksa	digital	Controlling Factor
8	Muatan Padatan Tersuspensi /total suspended solid (TSS)	Eksitu ; laboratorium (mg/l)	Jerigen plastik, Filter holder, Coolbox (< 0 °C) Kertas saring, pompa	Gravimetri	APHA (2003) SNI 06-6989.27-
9	Derajat Keasaman	Insitu (pH)	Lakmus Analog	Analog Manual	Directive Factor
10	Jenis dan Tekstur tanah	Eksitu ; laboratorium (%)	Sieve Shaker, Pipet, Timbangan Digital 0,001 g, Plastik sampel	manual	Hutabarat & Evans (2000), Wentworth.C.K
11	Debit Air	Insitu	Meteran, current meter, tali	Manual	Chow, V. T., <i>Open Channel Hydraulics</i> , New York: McGraw-

Tabel 2. Beberapa Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Peta citra Image Landsat (GoogleEarth) Tahun 2015	Digitasi dan pengolahan Peta
2	Peta Pemanfaatan DAS dan Potensi Embung Kota Tarakan	Digitasi dan pengolahan Peta
3	Peta DAS Kota Tarakan dalam RTRW Kota Tarakan 2010-	Digitasi dan pengolahan Peta
4	Air Sungai	Sampel pengolahan kualitas air
5	Es batu	Mengawetkan sampel air sungai
6	Kertas saring (miliophore)	Menyaring, TSS, dan Sedimen

## Analisis Data

Hasil Data eksisting baik insitu, eksitu maupun data sekunder penunjang lainnya akan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif proporsional. Dalam penelitian ini berupaya mengungkap fenomena alam dan desain penelitian dimungkinkan bervariasi karena sesuai dengan bentuk alami penelitian itu sendiri yang mempunyai sifat *emergent*, dimana fenomena muncul sesuai dengan prinsip alami yaitu fenomena apa adanya sesuai dengan yang dijumpai peneliti dilapangan, dapat merepresentasikan, memprediksi suatu realita dan memodelkan aspek-aspek keruangan dari suatu fenomena yang ada dengan pendekatan spasial (Prahasta, 2005), yaitu data dan kondisi potensi budidaya air tawar berbasis DAS Kota Tarakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Geografis

Kota Tarakan memiliki luas wilayah mencapai 657,53 Km<sup>2</sup>, yang terdiri dari 406,53 Km<sup>2</sup> (61,85 %) berupa lautan dan 250,80 Km<sup>2</sup> (38,15 %) berupa daratan, diketahui memiliki sumberdaya perikanan yang sangat potensial baik perikanan laut maupun perikanan pesisir pantai, berupa budidaya tambak dan budidaya ikan di kolam.

### Kondisi Klimatologi

Kota tarakan yang cukup dekat dengan garis katulistiwa dipengaruhi oleh iklim tropis basah. Curah hujan relatif tinggi dengan distribusi rata-rata 366,36 mm/bulan. Secara umum Kota Tarakan beriklim panas dengan suhu udara sepanjang tahun 21,8<sup>o</sup> C pada bulan Oktober dan 33,20 °C pada bulan April. Kelembaban udara relatif tinggi yaitu antara 76,50 % - 81,50 %. Kelembaban udara paling rendah terjadi pada bulan Oktober, sedangkan

kelembaban paling tinggi terjadi pada bulan Januari, April dan November. Rerata curah hujan tertinggi pada bulan November sebesar 583,00 mm dan rerata curah hujan terendah sebesar 70,60 mm pada bulan Agustus. Adapun tekanan udara terendah sebesar 1.009,05 mbs pada bulan April dan tekanan udara tertinggi 1.011,10 mbs pada bulan Januari.

### Topografi dan Fisiografi

Pada dorsal pulau ini terdapat perbukitan memanjang melengkung kearah barat laut tenggara dengan ketinggian berkisar 110 meter dpl. Kelerengan bervariasi antara 2,5% - 50 % dengan rata-rata kelerengan 3 %. Lembah-lembah dengan tebing terjal dijumpai pada bagian hulu dengan ketinggian tebing relatif sedang. Pada sisi barat dan timur perbukitan mengalir beberapa sungai atau alur dengan cabang dan anak-anak sungai yang relatif pendek hingga mencapai tepi laut atau dataran. Tebing-tebing di perbukitan menunjukkan intensitas erosi yang tinggi.

### Kondisi Umum Sungai

Perkembangan hasil kegiatan Kajian Potensi Kolam Budidaya Air Tawar Berbasis DAS Kota Tarakan dimulai dari tahapan konsultasi dengan para stakeholder Dinas Kelautan Perikanan Kota Tarakan sebagai mitra kerja dan dan stake holder lainnya meliputi dinas Bappeda, PDAM, Dinas PU serta tim forum DAS yang dibentuk berdasarkan SK Walikota Kota Tarakan akhir tahun 2014. Hasil survey dan konsultasi diperoleh data jumlah DAS keseluruhan di Kota Tarakan berjumlah 25 DAS (sumber resmi Dinas PU Kota Tarakan, 2015). Hasil analisa dan diskusi dengan para pengambil kebijakan maka diputuskan dan ditetapkan menjadi 12 DAS wilayah pengamatan yaitu tertera pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Distribusi Zona DAS Survey Kota Tarakan

No	Nama Sungai	Luas DAS (KM <sup>2</sup> )	Debit		Wilayah/Lokasi DAS	Status Pemanfaatan
			Liter/detik	M <sup>3</sup> /hari		
1	Sungai Mentayan	8,37	719	62,121	Mankepio	NP
2	Sungai Bekasai	17,25	1483	128,131	Keterangan	NP
3	Sungai Binalatung	-			Binalatung	NP
4	Sungai Merarang	4,27	367	31,708	Baru	NP

5	Sungai Kuli	3,82	334	28,857	Kuli	NP
6	Sungai Amal Baru	3,47	303	26,179	Amal Baru	NP
7	Sungai	1,44	126	10,886	Sembawang	NP
8	Sungai Tanjung	2,03	177	15,292	Mantogog	NP
9	Sungai Karungan	7,05	607	52,444	Mamburungan /	NP
10	Sungai Pamusian	20,55	1767	152,668	Pamusian Buaya	NP
11	Sungai Sesanip	6,68	574	49,593	Sesanip	NP
12	Sungai Bunyu	7,58	652	56,332	Bunyu	NP

Keterangan : NP = Non Pemanfaatan (Hasil Analisa Lapangan 2015)

Penetapan 25 DAS diatas berdasarkan pertimbangan dan analisis bahwa belum di kelola baik dalam perencanaan instansi pemerintah maupun swasta. Sehingga nantinya kondisi 25 DAS tersebut ada yang memenuhi atau mendekati kriteria yang diinginkan dalam perencanaan pemanfaatan usaha budidaya ikan air tawar tidak

akan bertentangan dengan program pemerintah serta stakeholder lainnya.

Pengamatan dan analisis kondisi perairan pada 12 DAS dilakukan melalui dua metode yaitu pengamatan dan kajian secara insitu (langsung) dan Eksitu (tidak langsung) dengan penetapan titik stasiun sampling maksimal sebanyak 5 point (1 hingga 5).



Gambar 1. Peta Distribusi Stasiun Sampling Pengamatan Sungai Kota Tarakan

Pertimbangan penetapan stasiun sampling ini melalui pengamatan lapangan Metode penentuan titik sampling (stasiun) awal menggunakan teknik *purposive sampling* (Bakosurtanal, 2003), yaitu penentuan lokasi penelitian dengan beberapa pertimbangan tertentu oleh peneliti yang dilakukan berdasarkan kajian awal rona lingkungan potensi kesesuaian perairan yang diperoleh dari digitasi point pengolahan data peta Derah Aliran Sungai Kota Tarakan serta hasil pra survei di lapangan. Penentuan lokasi penelitian ini mewakili karakteristik perairan dan ruang dari potensi DAS secara keseluruhan yang secara geografi dan hidrologi. Komponen variabel kajian

meliputi aspek: Deskripsi Umum DAS, Fisik Air Sungai, Kondisi Ekologi sekitar DAS, Kondisi Aksesibilitas Lokasi DAS, Kondisi Klimatologi sekitar.

### Kondisi Perairan Sungai 1 Sungai Bekasai Besar

Secara umum kondisi topografi dasar sungai Bekasai Besar dengan substrat dominan lempung liat berdebu. Besarnya debit air sungai dan relatif lebar dan dalamnya sungai menambah kekuatan lokasi ini bagi pengembangan budidaya ikan air tawar. Kondisi vegetasi sekitar didominasi tumbuhan rawa serta semak belukar, tumbuhan paku-pakuan dengan beberapa pohon kering dibagian belakang sempadan sungai kiri kanan.

Pada lokasi pertama hingga kedua pada sungai Bekasai Besar topografi sekitar

sungai relatif datar.

Tabel 4. Kondisi Badan Sungai Mentayan/Selamat

Waktu Sampling	Variabel Sampel											
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	2.8	1.6	1	1.3	3.64	1.6	Jernih	7	24	55.56	2022	3
Lokasi	5.2	2	1	1.5	7.845	2	Jernih	7	25	28.57	2241	5
Lokasi							N A					
Lokasi							N A					
Lokasi							N A					

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015 NA (Not Available) = data tidak dianalisis karena tidak mendukung

Akses menuju kedua lokasi bisa dilalui namun mulai sulit pada lokasi ketiga, keempat dan kelima sehingga diputuskan pada lokasi sampling ketiga sampai kelima tidak dilakukan pengamatan. Hasil wawancara dengan masyarakat bahwa aktivitas manusia dulu ada namun dikarenakan sebagian tanah dimiliki pemerintah sehingga aktivitas manusia kurang hingga pemukiman warga pun jauh. Beberapa ikan nampak ditemukan berenang di

dalam sungai. Kondisi ini terindikasi bahwa bibit dan lingkungan ekologi perairan sungai Bekasai Besar bisa untuk hidup dan berkembang biak ikan air tawar. Berdasarkan hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan jenis tekstur sedimen tanah lempung liat berpasir secara umum mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

Tabel 5. Kondisi Badan Sungai Mentayan/Selamat

Tekstur Sedimen				pH Tanah		Bahan Organik
Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	H2O	KCL	Carbon Total
9	60	31	Lempung Liat Berdebu (SiCL)	3.46	-	1.92

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

## 2 Sungai Binalatung 2

Sungai Binalatung 2 secara geografi berada pada wilayah Tarakan Timur dan Tengah untuk lokasi kesatu dan empat lokasi lainnya masuk Tarakan Timur zona Pantai amal Kota Tarakan. Sungai Binalatung 2 masuk kawasan Daerah Aliran Sungai Binalatung. Secara umum kondisi topografi dasar sungai Binalatung 2 dengan substrat dominan lempung liat berdebu (SiCL). Kondisi ini baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yg cenderung kuat dan keras. Besarnya debit air sungai dan relatif lebar dan dalamnya sungai menambah kekuatan lokasi ini bagi pengembangan budidaya ikan air tawar. Apalagi dengan kondisi

musim kemarau saat pengamatan maka jika masuk musim penghujan akan menambah volume dan debit air sungai. Kondisi ini hampir merata pada dimulai lokasi kedua hingga kelima sampling pengamatan dilapangan. Kondisi vegetasi sekitar dilokasi secara umum banyak terdapat batang pohon yang menghalang laju air sungai, sehingga banyak sampah, ranting pohon. Makin ke hulu dari sungai Binalatung 2 ini akan bertemu dengan cabang embung DAS Binalatung 1 dan 3 yang masuk katagori pemanfaatan sebagai air bersih kota Tarakan. Untuk kecepatan arus dilokasi sampling ketiga sangatlah tenang dan hampir tidak mengalir.

Pada lokasi sampling kesatu ada beberapa perkebunan warga, transportasi kelokasi ini sangat mudah dan kondisi sungai yang relatif cukup debit air dan cukup kedalaman. Kemudian pada sampling kedua banyak ditemukan vegetasi hutan dan semak belukar akses kelokasi relatif bisa melalui jalan setapak yang sudah ada dan kondisi sungai yang cukup dalam serta debit yang sedang, pada sampling ketiga banyak rawa pantai dan semak belukar dengan akses cukup sulit, sampling keempat terdiri dari perkebunan dan beberapa vegetasi

Nipah, sedangkan pada sampling kelima sudah banyak pemukiman warga pesisir dengan dominansi Vegetasi tumbuhan Kelapa. Secara umum akses ke lokasi relatif mudah karena ada jalan setapak yang cukup lebar kecuali pada lokasi ketiga. Berdasarkan hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan jenis tekstur sedimen tanah lempung liat berdebu secara umum pada lokasi kesatu dan kedua cukup mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

Tabel 6. Kondisi Badan Sungai Binalatung 2

Waktu Sampling	Variabel Sampel											
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	1.41	0.14	0.1	0.12	0.17	0.14	Kuning Kecoklatan	7	29°C	0.11	19	19
Lokasi II	5.2	0.87	0.5	0.685	3.56	0.87	Kuning Kecoklatan	7	28°C	0.06	213	11
Lokasi III	8.3	0.89	0.45	0.67	5.56	0.89	Kuning Kecoklatan	7	29°C	0.02	111	25
Lokasi IV	6.4	1.5	1	1.25	8.00	1.5	Coklat	7	29°C	0.03	276	299
Lokasi V	13	1.98	1	1.49	19.37	1.98	uning Kehijau	8	30°C	0.03	570	31

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015

Tekstur Sedimen			pH Tanah		Bahan Organik
Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur		Carbon Total
9	60	31	Lempung Liat Berdebu (SiCl)		1.92

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

### 3 Sungai Sembawang

Sungai Sembawang masuk kawasan Daerah Aliran Sungai Sembawang Mambulua. Kondisi secara umum Sungai Sembawang. Secara umum kondisi topografi dasar sungai Sembawang landai bahkan ada yang dangkal namun lebar hampir merata dengan lahan atas kiri dan kanan. Kondisi badan sungai ini cukup bervariasi antara 1 meter sampai yang paling lebar 4 meter, air sungai tidak mengeluarkan aroma bau menyengat. Hasil

pengamatan lapangan kondisi lingkungan sekitarnya aliran sungai ini aktivitas manusia pasif dan terdapat sebuah perkebunan dan peternakan kecil (sapi) pada lokasi kesatu dan kedua yaitu kecamatan pantai amal depan gunung warung Kai dengan kondisi topografi lahan atas miring/lembah namun sebagian tanah masuk katagori Hutan Lindung Kota Tarakan. Vegetasi tumbuhan paku-pakuan dan semak belukar.

Tabel 7. Kondisi Badan Sungai Sembawang

Waktu Sampling	Variabel Sampel										
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)

	(M)	Sungai	Sungai	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)
Lokasi I	0.8	0.06	0.65	0.063	0.05	0.06	Keruh	7	28	019	9.54	86
Lokasi II	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Keruh	7	33	025	25.00	79
Lokasi III	2	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	Keruh	6	30	0.23	230.41	137
Lokasi IV	2.5	0.5	0.3	0.4	1.0	0.5	Jernih	7	29	0.09	93.46	12
Lokasi V	2	0.17	0.1	0.135	0.303	0.3	Keruh	8	33	0.27	72.97	19

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015

Sementara pada lokasi ketiga lokasi lahan rawa, aktivitas manusia tidak ada dan akses jalan belum ada. Pada lokasi keempat terdapat perkebunan warga dan perkampungan sedangkan lokasi kelima dekat dengan masyarakat serta akses jalan warga. Berdasarkan pengamatan dan analisis lapangan, debit dan volume air yang dihasilkan bervariasi. Debit tertinggi pada lokasi ketiga, diikuti lokasi keempat, kelima, kedua dan terkecil kesatu. Pada lokasi keempat dan kelima ada rumah warga di pinggiran yang memanfaatkan air sungai dan lokasi kelima berdekatan dengan

pesisir yang berpotensi adanya pengaruh dari laut. Berdasarkan analisis kondisi sedimen yaitu memiliki substrat dominan Lempung Liat Berdebu (SiCL). Kondisi substrat ini baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yg cenderung kuat. Didukung juga hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan kondisi badan sungai secara umum wilayah lokasi keempat sungai Sembawang mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

Tabel 8. Kondisi Sedimen Sungai Sembawang

Pasir (%)	Tekstur Sedimen			pH Tanah		Bahan Organik
	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	H2O	KCL	Carbon Total
11	50	39	Lempung Liat Berdebu	4.09	-	0.50

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

#### 4 Sungai Tanjung Batu

Sungai Tanjung Batu masuk kawasan daerah Aliran Sungai Mantogog. Hasil pengamatan dilapangan pada kelima lokasi sampling secara umum sungai tanjung batu (DAS mentogog) daerah sekitar didominasi kegiatan pertanian dan perkebunan masyarakat. Secara umum kondisi topografi dasar sungai tanjung batu (DAS mentogog) landai bahkan ada yang dangkal namun lebar hampir merata dengan lahan atas kiri dan kanan. Kondisi badan sungai ini cukup

bervariasi antara 3 meter sampai yang paling lebar 8 meter, ini menunjukkan bahwa badan sungai bervariasi. Air sungai tidak mengeluarkan aroma bau menyengat. Hasil pengamatan lapangan kondisi lingkungan sekitarnya aliran sungai ini aktivitas manusia aktif dan terdapat sebuah perkebunan (pinang, rambutan, kelapa, terap, jeruk, bambu) dan perkampungan pada lokasi kesatu dan kedua yaitu kecamatan mamburungan dengan kondisi topografi datar dan curam.

Tabel 9. Kondisi Badan Sungai Tanjung Batu

Waktu Sampling	Variabel Sampel											
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	4	0.3	0.1	0.2	0.80	0.3	Jernih	7	28	0.05	41	6
Lokasi II	3	0.25	0.15	0.2	0.60	0.25	Coklat	7	28	0.17	101	17
Lokasi III	2.7	0.1	0.1	0.1	0.27	0.1	Jernih	7	28	0.21	58	21
Lokasi IV	5.3	1	0.7	0.85	4.505	0,2	Coklat	7	28	0.12	543	2

Lokasi	9	0.3	0.2	0.25	2.25	0.3	Coklat	7	30	0.16	368	9
--------	---	-----	-----	------	------	-----	--------	---	----	------	-----	---

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015

Sementara pada lokasi ketiga lokasi kurang layak bagi budidaya perikanan dikarenakan banyak sampah ranting dan pohon tumbang serta sampah dari lokasi sekitar (pertanian) dengan topografi terjal. Pada lokasi keempat terdapat berkebun/perkebunan warga dan perkampungan sedangkan lokasi kelima dekat dengan perkampungan masyarakat serta akses jalan warga. Berdasarkan pengamatan dan analisis

lapangan, debit dan volume air yang dihasilkan bervariasi. Kondisi ini hampir merata pada ketiga lokasi kecuali pada lokasi keempat dan kelima debit cukup besar, ada rumah warga di pinggirannya yang memanfaatkan air sungai dan berdekatan dengan pesisir yang berpotensi adanya pengaruh dari laut. Berdasarkan analisis kondisi sedimen yaitu memiliki substrat dominan Lempung Liat Berpasir (SCL).

Pasir (%)	Debu (%)	Tekstur Sedimen		pH Tanah		Bahan Organik
		Liat (%)	Kelas Tekstur	H <sub>2</sub> O	KCL	Carbon Total
52	26	22	Lempung Liat Berpasir (SCL)	4.78	-	0.54

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

Kondisi substrat baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yang cenderung kuat. Didukung juga hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan kondisi badan sungai secara umum wilayah lokasi keempat dan kelima sungai tanjung batu (DAS mentogog) cukup mendukung bagi pengembangan

budidaya air tawar. Namun karena terdapat pertambangan pasir serta berada pada kawasan perkebunan warga, perlu menjadi pertimbangan apakah galian pasir meningkatkan sedimen dan adanya aktifitas pestisida dan pupuk berlebihan warga sehingga berpotensi mencemari badan air pada saat hujan.

## 5 Sungai Karungan

Secara umum kondisi topografi dasar sungai Mamburungan/Karungan landau. Kondisi badan sungai ini cukup bervariasi

antara 1 meter sampai yang paling lebar 4 meter. Warna air secara umum kuning, coklat kehijauan. Hasil pengamatan lapangan kondisi lingkungan sekitarnya aliran sungai ini aktivitas manusia aktif.

Tabel 10. Kondisi Badan Sungai Karungan

Waktu Sampling	Lebar Sungai (M)	Variabel Sampel										
		Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	0.4	0.14	0.06	0.1	0.04	0.14	Kuning kecoklata	7	29 °C	0.148	5.556	4
Lokasi II	4.1	0.2	0.06	0.13	0.533	0.2	Coklat kehijauan	8	30 °C	0.556	296.1	15
Lokasi III												
Lokasi IV												
Lokasi V												

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015 NA (Not Available) = data tidak dianalisis karena tidak mendukung

Terdapat perkebunan dan pertambakan pada lokasi kedua

dengan kondisi topografi lahan atas berada pada dataran rendah dan

cenderung datar. Vegetasi tumbuhan rerumputan, karamunting dan semak belukar. Pada lokasi ketiga hingga kelima sudah dijumpai mangrove, perumahan warga dan ada pertambakan. Sementara akses jalan cukup baik karena melalui jalan lokal warga.

Berdasarkan pengamatan dan analisis lapangan, debit dan volume air yang dihasilkan bervariasi. Debit air tertinggi pada lokasi kesatu dengan debit sekitar 5.556 liter/detik dan lokasi kedua 296.1 liter/detik. Nilai debit ini cukup tinggi dibanding lainnya. Berdasarkan analisis kondisi sedimen yaitu memiliki substrat

dominan Liat (C). Kondisi substrat ini baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yg cenderung kuat namun kurang baik bagi produktivitas unsur hara di tanah karena nilai carbon total cukup rendah. Didukung juga hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan kondisi badan sungai secara umum wilayah lokasi kesatu sungai Mamburungan/Karungan mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

Tabel 11. Kondisi Badan Sungai Karungan

Tekstur Sedimen				pH Tanah		Bahan Organik
Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	H2O	KCL	Carbon Total
23	35	42	Liat (C)	5.11	-	0.26

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

## 6 Sungai Pamusian dan Buaya

Sungai Pamusian Buaya masuk kawasan daerah aliran sungai pamusian buaya. Secara umum kondisi topografi dasar sungai Pamusian landai bahkan ada yang dangkal namun lebar hampir merata dengan lahan atas kiri dan kanan. Kondisi badan sungai cukup bervariasi antara 1 meter sampai yang paling lebar 4 meter menunjukkan bahwa semakin ke hulu semakin kecil badan sungai. Air sungai tidak mengeluarkan aroma bau menyengat. Hasil pengamatan lapangan kondisi lingkungan sekitarnya aliran sungai ini aktivitas manusia aktif dan terdapat sebuah perkebunan pada lokasi kesatu tanaman, kebun dan semak liar (dekat perumahan Pepbari kampung 1) dan kedua semak belukar dan rawa-rawa (dekat Gn. Selatan wilayah Kampung 1) serta ada kegiatan budidaya air tawar (kolam) oleh masyarakat. Kondisi topografi landai dan ada sebagian yang bertambang pasir skala kecil.

Sementara pada lokasi ketiga lokasi lahan rawa, aktivitas manusia tidak ada dan akses jalan belum ada. Berdasarkan pengamatan dan analisis lapangan, debit dan volume air yang dihasilkan bervariasi. Kondisi ini hampir merata pada kedua lokasi kecuali pada lokasi ketiga debit air kecil.

Berdasarkan analisis kondisi sedimen yaitu memiliki substrat dominan Liat (C). Kondisi substrat ini baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yg cenderung kuat namun kurang baik bagi produktivitas unsur hara di tanah sehingga perlu upaya meningkatkan kesuburan tanah. Didukung juga hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan kondisi badan sungai secara umum wilayah lokasi kesatu dan kedua sungai Pamusian mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

Tabel 12. Kondisi Badan Sungai Pamusian

Waktu Sampling	Variabel Sampel											
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	1.5	0.5	0.4	0.45	0.675	0.5	Kuning	7	28°C	0.086	57.70	26
Lokasi II	1	0.5	0.35	0.425	0.425	0.5	Coklat	7	29°C	0.056	23.62	15
Lokasi III	0.5	0.35	0.3	0.325	0.163	0.35	Coklat	7	28°C	0.045	72.23	9
Lokasi IV	N A											
Lokasi V	N A											

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015

NA (Not Available) = data tidak dianalisis karena tidak mendukung

Tekstur Sedimen				pH Tanah		Bahan Organik
Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	H2O	KCL	Carbon Total
18	39	43	Liat (C)	4.44	-	0.51

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

## 7 Sungai Bunyu

Secara umum kondisi topografi dasar sungai Bunyu landai bahkan ada yang dangkal namun lebar hampir merata dengan lahan atas kiri dan kanan. Kondisi badan sungai ini cukup

bervariasi antara 2,5 meter sampai yang paling lebar 9,5 meter, ini menunjukkan bahwa badan sungai relatif lebar. Air sungai tidak mengeluarkan aroma bau menyengat.

Tabel 13. Kondisi Badan Sungai Bunyu

Waktu Sampling	Variabel Sampel											
	Lebar Sungai (M)	Dalam Tengah Sungai (M)	Dalam Tepi Sungai (M)	Dalam rerata Sungai (M)	Luas Penampang Sungai (M)	Kecerahan Sungai (M)	Warna Air Sungai	pH	Suhu Air (°C)	Kecepatan Arus (M/dtk)	Debit Air (L/dtk)	TSS (Mg/L)
Lokasi I	9.5	0.11	0.05	0.08	0.76	0.11	coklat	7	33°C	0.24	180.95	29
Lokasi II	5.35	0.75	0.02	0.385	2.060	0.75	coklat	6	35°C	0.25	492.76	19
Lokasi III	6.2	0.31	0.05	0.18	1.126	0.31	coklat	7	31°C	0.21	237.45	54
Lokasi IV	2.5	0.09	0.05	0.07	0.175	0.09	coklat	7	29°C	0.29	51.32	36
Lokasi V	3	0.09	0.02	0.055	0.165	0.09	jernih	7	30°C	0.47	77.10	71

Laboratorium Kualitas Air Univ. Borneo Tarakan, 2015

Hasil pengamatan lapangan kondisi lingkungan sekitar aliran sungai, aktivitas manusia cukup aktif (terdapat perumahan warga), topografi sekitar lahan kiri kanan sungai relatif datar pada semua lokasi kecuali lokasi keempat relatif berbukit dan terdapat sebuah perkebunan pada lokasi kedua hingga kelima. Vegetasi tumbuhan paku-pakuan dan semak belukar. Sementara pada lokasi ketiga terdapat perkebunan dan hutan bambau, sebagian lahan rawa basah, dan dekat dengan

pertambakan warga. Pada lokasi keempat terdapat berkebun/perkebunan warga dan perkampungan sedangkan lokasi kelima dekat dengan masyarakat serta akses jalan warga.

Berdasarkan pengamatan dan analisis lapangan, debit dan volume air yang dihasilkan cukup baik. Aksesibilitas dan keamanan cukup memadai mengingat hampir sepanjang lokasi-lokasi pengamatan mempunyai akses jalan lokal yang mudah dilewati kendaraan serta terdapat rumah warga.

Tabel 14. Kondisi Badan Sungai Bunyu

Tekstur Sedimen			pH Tanah		Bahan Organik	
Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	H2O	KCL	Carbon Total
55	20	25	Lempung Liat Berpasir	4.41	-	0.41

Laboratorium Ilmu Tanah Univ. Borneo Tarakan, 2015

Berdasarkan analisis kondisi sedimen yaitu memiliki substrat dominan Lempung Liat Berpasir (SCL). Kondisi substrat ini baik bagi pembuatan kolam sekitar karena pori-pori dan struktur tanah yang cenderung kuat. Didukung juga hasil survei pengamatan aksesibilitas pendukung, hasil interpretasi analisis data fisika kimia air serta kondisi total carbon, pH dan kondisi badan sungai secara umum wilayah lokasi kesatu dan kedua sungai Bunyu mendukung bagi pengembangan budidaya air tawar.

### Upaya Kelola Sungai Bagi Budidaya Perikanan Air Tawar

Bendung atau bendungan dibangun untuk mengontrol aliran, menyimpan air atau menghasilkan energi. Tanggul dibuat untuk mencegah sungai mengalir melampaui batas dataran banjirnya. Kanal-kanal dibuat untuk menghubungkan sungai-sungai agar menransfer air maupun navigasi dan dimanfaatkan sebagai sumber air utama bagi kegiatan pertanian perikanan berbasis lingkungan (Rukmini, 2012). Beberapa sungai tersebut terurai dalam tabel berikut :

Tabel 15. Upaya Kelola Sungai Bagi Budidaya Air Tawar

No	Sungai	Lokasi	Upaya Kelola /Rekayasa
1	Karungan	Tarakan Timur/ DAS Mamburungan/Karungan (Lokasi kesatu)	Perlu perhatian dan identifikasi penggunaan pestisidisa, pupuk dan kimia lainnya dilapangan karena terdapat kegiatan pertanian, perkebunan warga Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau Perlu perhatian pengelolaan tanah jika membuka lahan atas/kolam
2	Binalatung 2	Tarakan Timur dan Tengah / DAS Binalatung (lokasi kesatu dan kedua)	Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau
3	Bunyu	Tarakan Barat/ DAS Bunyu (lokasi kesatu, kedua, keempat dan kelima)	Perlu perhatian dan identifikasi penggunaan pestisidisa, pupuk dan kimia lainnya dilapangan karena terdapat kegiatan pertanian, perkebunan warga Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau Terdapat rumah dan perkampungan masyarakat sehingga perhatian khusus adalah limbah rumah tangga
4	Bekasai Besar	Tarakan Utara/ DAS Keterangan (lokasi kesatu dan kedua)	Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau, namun dilokasi ini debit masih relatif cukup Perlu perhatian mengenai akses jalan yang masih sulit dijangkau Keamanan dan keterjangkaun relatif minim dan perlu menjadi perhatian karena vegetasi sekitar didominasi hutan (sebagian hutan lindung terutama lokasi kesatu) dan semak belukar,
5	Tanjung Batu	Tarakan Timur/ DAS Mantogog (lokasi ketiga dan	Perlu perhatian dan identifikasi penggunaan pestisidisa, pupuk dan kimia lainnya dilapangan karena terdapat kegiatan pertanian, perkebunan warga Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air

	keempat)	sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau Perlu perhatian pada lokasi empat terdapat kegiatan penambangan pasir sungai yang berpotensi meningkatkan sedimen air
5	Pamusian Tarakan Tengah/ DAS Pamusian dan Buaya  (lokasi kesatu dan kedua)	Perlu perhatian dan identifikasi penggunaan pestisidisa, pupuk dan kimia lainnya dilapangan karena terdapat kegiatan perkebunan warga Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau Perlu adanya kesamaan tujuan dengan warga sekitar terkait potensi limbah domestik karena dekat dengan perumahan pepabri kp.1
7	Sembawang Tarakan Timur/ DAS Sembawang Mambulua  (lokasi keempat)	Perlu upaya persiapan bahan air sungai melalui media kolam tandon, pompa air, mengingat debit dan ketersediaan debit air sungai tidak sepanjang waktu terutama musim kemarau Terdapat rumah sebagian dipinggir sungai dan perkampungan masyarakat sehingga perhatian khusus adalah limbah rumah tangga

Hasil olah data 2015



Gambar 2. Peta Kesesuaian Kolam Budidaya Air Tawar Berbasis DAS Kota Tarakan

### DAFTAR PUSTAKA

APHA (American Public Healt Association). 2003. **Standard Methods for the Examination of Water and**

**Wastewater.** American Public Healt Association. Washington, DC. 874 p.  
Badan Koordinasi dan Survei Pemetaan Nasional, 2003. **Inventrisasi sumberdaya Alam Pesisir dan Laut.** BAKOSURTANAL. Cibinong, Jakarta. 113 hlm.

- Coy, M and Johnston, K. 2001. **Using ArcGIS Spatial**
- Chow, V. T., **Open Channel Hydraulics**, New York: McGraw-Hill, 1959.
- Dinas Kelautan Perikanan Kota Tarakan, 2013. **Laporan Statistik Perikanan**. Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Kota Tarakan.
- Dinas Pekerjaan Umum Kota Tarakan, 2015. **Laporan Statistik Dinas** Umum Pemerintah Kota Tarakan.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan**. Edisi 7. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. ISBN.979-21-0613-8. 258 hlm.
- Hutabarat S dan S. M. Evans. 2000. **Pengantar Analyst**. ArcGIS Handbook-ESRI. Redlands. USA.
- Oseanografi**. UI Press, Jakarta
- Nazir., M. 1988. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta. 597 hlm.
- Prahasta, E. 2005. **Sistem Informasi Geografis. Konsep-Konsep Dasar**. Penerbit Informatika. Bandung.
- Rahayu R. 2011. **Hubungan Kesuburan dan Tekstur Tanah**. <http://faynaproject.wordpress.com/2011/01/03hubungan-kesuburan-dan-tekstur-tanah/>. Diakses pada tanggal 03 Januari 2015.
- Rukmini, 2012. **Teknologi Budidaya Biota Air**. Karya Putra Darwati. Bandung. 358

# **ANALISIS KINERJA PADA RUAS JALAN ARTERI PRIMER DI KOTA TARAKAN**

## **PERFORMANCE ANALYSIS ON THE PRIMARY ROAD IN THE CITY OF TARAKAN**

**Achmad Zultan M<sup>1</sup>, Daud Nawir<sup>2</sup>**

Fakultas Teknik  
Universitas Borneo Tarakan  
Email : <sup>1</sup>achmadzultan@gmail.com, <sup>2</sup>daudnawir@gmail.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi lapangan. Data dianalisis dengan pendekatan kuantitatif mengacu kepada metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisis yang dilakukan meliputi arus jenuh dasar, arus lalu lintas, waktu siklus, waktu hijau, kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan. Hasil analisis menunjukkan kapasitas persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman masih mampu melayani arus lalu lintas yang melewati simpang dengan nilai derajat kejenuhan masing-masing simpang dibawah standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yaitu  $DS < 0,75$  dan analisis tundaan kendaraan menunjukkan nilai tundaan 10,34 detik dengan tingkat pelayanan simpang berada pada level B yang berarti arus lalu lintas yang melewati persimpangan dalam keadaan stabil untuk saat ini.

**Kata Kunci : Derajat kejenuhan, Kapasitas, Tundaan**

### **ABSTRACT**

*This research aims to analyze the performance of the intersection of Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman. The data collection method used is field observation. Data analyzed by quantitative approach refers to Manual Method of Road Capacity of Indonesia (MKJI) 1997. Analysis which done include basic saturation, traffic flow, cycle time, green time, capacity, degree of saturation and delay. The analysis shows the intersection capacity Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman is still able to serve the traffic flow passing the intersection with the degree of saturation value of each intersection below the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) 1997 which is  $DS < 0.75$  and the vehicle delay analysis shows a delay value of 10,34 seconds with the level the intersection service is at level B which means the traffic flow is stable.*

**Keywords : Degree of saturation, Capacity, Delay**

### **PENDAHULUAN**

Kota Tarakan yang merupakan ibukota Propinsi Kalimantan Utara memiliki angka pertumbuhan lalu lintas yang semakin tinggi dari tahun ke tahun, dimana hal ini sangat berbanding terbalik dengan pembangunan

infrastruktur dan kapasitas jalan yang sangat minim. Hal tersebut diperkirakan akan menimbulkan permasalahan pada jalur transportasi khususnya pada persimpangan sebidang, dimana kapasitas persimpangan tidak mampu lagi menerima atau menampung arus

lalu lintas yang ada sehingga akan berdampak pada kemacetan, serta adanya problema pertemuan jalan pada jalan bebas hambatan dengan jalan lain yang dilintasinya dimana dalam hal ini tidak mungkin dibuat persimpangan sebidang lagi, sehingga dibutuhkan perencanaan persimpangan tidak sebidang untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Ruas jalan arteri yang memiliki persimpangan yang berada di kota Tarakan adalah persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman. Dimana persimpangan ini merupakan salah satu persimpangan yang terbesar di kota Tarakan saat itu. Seiring semakin meningkatnya jumlah kendaraan di kota Tarakan dari tahun ke tahun maka dilakukan identifikasi awal untuk mengetahui kinerja persimpangan tersebut, sehingga ditemukan beberapa permasalahan yaitu:

1. Arus lalu lintas pada persimpangan Jl. Yos Sudarso–Jl.Gajah Mada–Jl.Mulawarman– Jl.Jend.Sudirman sangat tinggi khususnya pada jam-jam puncak pagi dan sore hari.
2. Adanya perilaku pengguna jalan khususnya angkutan kota yang berhenti semaunya disepanjang Jl.Yos Sudarso–Jl.Gajah Mada–Jl.Mulawarman–Jl.Jend.Sudirman. Sehingga terjadi titik konflik yang mengakibatkan kemacetan dan antrian panjang pada simpang.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif, yaitu menggambarkan kinerja eksisting ruas jalan arteri Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman.. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut::

1. Studi Literatur  
Pada langkah ini, penulis mengumpulkan pustaka sebagai literatur yang dapat mendukung atau mendasari penelitian yang akan dilakukan.
2. Survei pendahuluan

Pada bagian ini penulis meninjau lokasi, melakukan pengamatan dengan tujuan mengenal kondisi fisik dan arus lalu lintas persimpangan lebih menyeluruh.

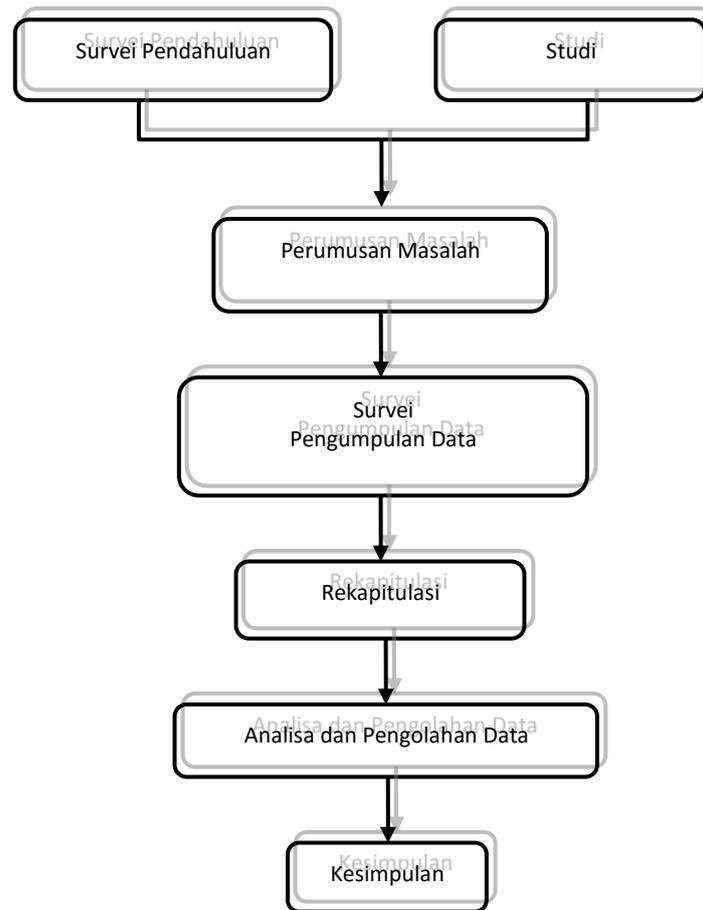
3. Survei Pengumpulan Data  
Pada tahap ini penulis melakukan survei atau pengamatan langsung dilapangan untuk mendapatkan data-data primer dan sekunder yang akan digunakan dalam perhitungan.
4. Rekapitulasi Data  
Jika data yang diperoleh lengkap, dalam hal ini data yang diperlukan dalam perhitungan, maka dilakukan langkah berikut, apabila data yang diperlukan ternyata masih kurang, maka dilakukan pengumpulan data kembali.
5. Analisa dan Pengolahan Data  
Pada langkah ini, data yang telah diperoleh dan telah direkapitulasi, dapat dihitung atau dianalisa untuk dapat mengetahui kinerja simpang yang ditinjau.  
Hasil dari pengolahan diperoleh data antara lain:
  - a) Data Volume Lalulintas Setiap Pendekat
  - b) Rasio Berbelok Kendaraan
  - c) Rasio Arus Kendaraan
  - d) Kapasitas Simpang
  - e) Derajat Kejenuhan
  - f) Panjang Antrian
  - g) Tundaan
6. Kesimpulan  
Selanjutnya dari analisa yang dilakukan ditarik suatu kesimpulan.

### **B. Waktu Dan Lokasi Penelitian Waktu Penelitian**

Survey volume lalu lintas pada Simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman yang dilakukan pada tanggal 02 s/d 16 Oktober 2016, dimana pengambilan data dilakukan mulai jam 07.00 sampai jam 18.00 Wita.

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan pada persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman Kota Tarakan. Berikut ini adalah gambaran lokasi dimana penelitian ini dilakukan.



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

### C. Instrumen Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan atas data primer dan sekunder.

#### 1. Data Primer

Data primer yang dibutuhkan adalah data geometrik simpang dan data survei volume kendaraan yang melalui simpang.

##### a. Data Geometrik

Gambaran kondisi geometrik simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah

Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman dan arah pergerakan masing-masing simpang. Untuk mendapatkan data geometrik jalan (lebar dan jumlah jalur) dilakukan dengan pengambilan data langsung dengan menggunakan alat pita ukur (rool meter).

##### b. Data arus lalu lintas

Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kepadatan arus lalu lintas pada suatu

persimpangan berdasarkan volume lalu lintas terklasifikasi yang mencakup jenis kendaraan dan arah gerakan kendaraan, dengan melakukan pengamatan dan pencacahan langsung pada tiap-tiap kaki persimpangan dalam periode waktu yang telah

### c. Survei waktu signal

Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengetahui waktu sinyal untuk kondisi dari waktu yang ditetapkan, ditetapkan berdasarkan metode MKJI untuk meminimumkan secara keseluruhan penundaan kendaraan dalam persimpangan. Untuk mendapatkan data waktu signal dilakukan dengan pengamatan langsung dengan menggunakan alat penunjuk waktu (*stopwatch*).

## 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk data yang telah tersedia antara lain peta tata guna lahan, peta jaringan jalan, jumlah penduduk, luas wilayah, kebijakan pemerintah dalam hal ini Dinas Perhubungan dan Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan serta data-data lain yang dianggap perlu.

## Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan (MKJI 1997) untuk menentukan parameter kinerja simpang yaitu kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan antrian dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menginput data formulir survei
2. Membuat rekapitulasi volume lalu lintas untuk semua pendekat simpang
3. Membuat rekapitulasi volume lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan per jam

ditentukan. Untuk mendapatkan data arus lalu lintas dilakukan dengan menggunakan alat pencacah (*hand counter*), formulir penelitian, alat tulis dan penunjuk waktu (*jam dan stopwatch*).

4. Menentukan data geometrik, kondisi lingkungan, lebar pendekat dan tipe simpang
5. Menentukan waktu siklus
6. Menentukan waktu hijau
7. Menentukan kapasitas pendekat
8. Menentukan derajat kejenuhan
9. Menentukan panjang antrian
10. Menentukan kendaraan henti pada masing-masing pendekat
11. Menentukan tundaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Lalu Lintas

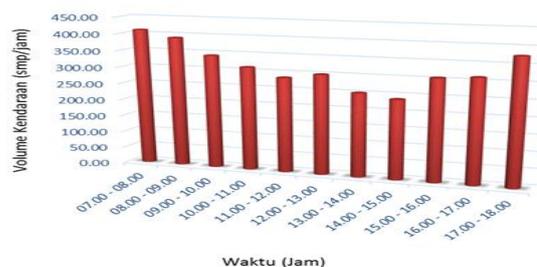
Arah pergerakan kendaraan pada simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman per pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

### B. Kondisi Arus Lalu Lintas Simpang

Dari hasil rekapitulasi volume lalu lintas pada persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman, menunjukkan jumlah volume arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari selasa jam 08.00-09.00. Data volume lalu lintas per pendekat sebagai berikut:

#### a. Jl. Jend. Sudirman

Volume arus lalu lintas pada simpang Jl. Jend. Sudirman, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah:



Sumber: analisa data 2016

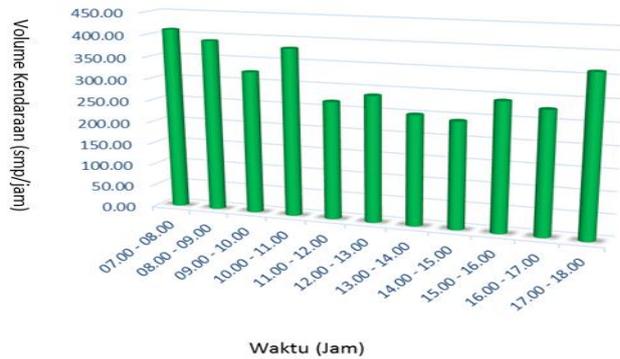
Gambar 3. Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Jl. Jend. Sudirman

Berdasarkan pada gambar 3 di atas, diperoleh volume arus minimum sebesar 127,97 smp/jam pada hari Minggu pukul 14.00 - 15.00 dan volume arus. Maksimal sebesar 490,80 smp/jam terjadi pada hari Rabu pukul 07.00 - 08.00.

**b. Jl. Mulawarman**

Berdasarkan hasil analisis arus lalu lintas simpang Jl. Mulawarman pada gambar 4

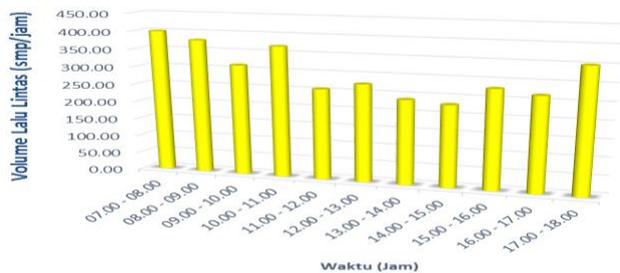
dengan metode MKJI, yaitu dengan mengkonversi volume arus lalu lintas pada simpang Jl. Mulawarman dari kendaraan/jam menjadi satuan mobil penumpang (smp), diperoleh volume arus lalu lintas minimum sebesar 70,62 smp/jam pada hari Minggu pukul 14.00 - 15.00 dan volume arus lalu lintas maksimal sebesar 509,77 smp/jam pada hari Kamis pukul 07.00 - 08.00.



Sumber: analisa data 2016

Gambar 4. Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Jl. Mulawarman

**c. Jl. Gajah Mada**



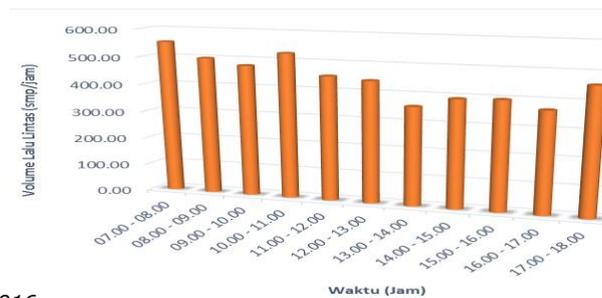
Sumber: analisa data 2016

Gambar 5. Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Jl. Gajah Mada

Berdasarkan hasil analisis arus lalu lintas simpang Jl. Gajah Mada pada gambar 5 dengan metode MKJI, yaitu dengan mengkonversi Volume arus lalu lintas pada simpang Jl. Gajah Mada dari kendaraan/jam menjadi satuan mobil penumpang (smp), diperoleh volume arus minimum sebesar 101,85 smp/jam pada hari Minggu pukul 14.00 - 15.00 dan volume arus maksimal sebesar 504,07 smp/jam pada hari Rabu pukul 07.00 - 08.00.

**d. Jl. Yos Sudarso**

Dari hasil analisis arus lalu lintas simpang Jl. Yos Sudarso dengan metode MKJI, yaitu dengan mengkonversi volume arus lalu lintas pada simpang Jl. Yos Sudarso dari kendaraan/jam menjadi satuan mobil penumpang (smp), diperoleh volume arus minimum sebesar 234,56 smp/jam pada hari Minggu pukul 13.00 - 14.00 dan volume arus maksimal sebesar 680,81 smp/jam pada hari Rabu pukul 07.00 - 08.00. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



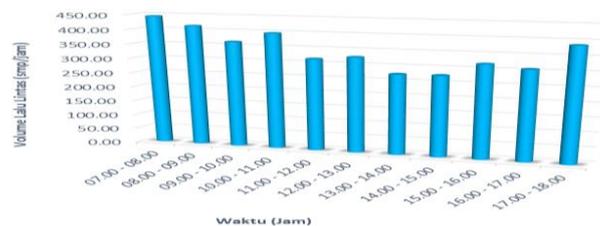
Sumber: analisa data 2016

Gambar 6. Grafik Volume Lalu Lintas Simping Jl. Yos Sudarso

### e. Total Volume Arus Lalu Lintas Pada Persimpangan

Volume arus lalu lintas pada Simping Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman, dapat dilihat pada gambar 7 diperoleh volume arus minimum sebesar 142,26 smp/jam

pada hari Minggu pukul 14.00 - 15.00 dan volume arus maksimal sebesar 538,69 smp/jam pada hari Rabu pukul 07.00 - 08.00. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: analisa data 2016

Gambar 7. Grafik Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simping Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman – Jl. Jend. Sudirman

### C. Analisis Kinerja Persimpangan

Berdasarkan hasil analisis kinerja persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman memperlihatkan tingkat arus lalu lintas terbesar terjadi pada hari selasa sebesar 680,81 smp/jam, jam puncak terjadi pada pukul 07.00-08.00 .

Kinerja simpang didasarkan pada analisa kapasitas simpang bersinyal yang dipengaruhi oleh waktu hijau, waktu siklus dan arus jenuh simpang, sedangkan arus jenuh simpang dipengaruhi oleh arus jenuh dasar, jumlah penduduk, hambatan samping, kelandaian simpang,serta rasio arus lalu lintas berbelok (belok kiri dan kanan) pada setiap fase pergerakan lalu lintas, dan arus dasar dipengaruhi oleh lebar pendekat pada setiap kaki simpang.

Untuk mengukur kinerja simpang adalah dengan berdasarkan parameter derajat kejenuhan, dan tundaan lalu lintas simpang. Dampak dari kapasitas simpang yang dipengaruhi oleh variable-variabel tersebut, maka sesuai dengan

hasil perhitungan kinerja simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman dapat dilihat bahwa hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan kinerja simpang. Hal ini ditunjukkan dari tingkat derajat kejenuhan (DS) dan tundaan simpang yang memenuhi standar MKJI. Berdasarkan hasil analisis data dapat diketahui bahwa kapasitas Simping Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman saat ini, masih mampu melayani transportasi lalu lintas yang melewati simpang, karena pada masing-masing pendekat nilai  $DS < 0,75$ . Pada simpang Jl.Yos Sudarso  $DS = 0,57$ , simpang Jl.Gaja Mada  $DS = 0.34$ , Simping Jl. Mulawarman  $DS = 0.48$  dan simpang Jl. Jend. Sudirman  $DS = 0.45$ .

Hasil analisis tundaan kendaraan simpang Jl.Yos Sudarso – Jl.Gajah Mada – Jl.Mulawarman–Jl.Jend. Sudirman menunjukkan bahwa nilai tundaan 10,34 detik yang berarti tingkat pelayanan simpang berada pada level B.

Berdasarkan ukuran parameter tersebut, kinerja simpang saat ini dapat dikatakan bahwa arus yang melewati persimpangan masih stabil. Berikut

adalah tabel hubungan antara arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan rata-rata.

Tabel 1. Hubungan antara arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan rata-rata

PERIODE PUNCAK						
Simpang (Perpendekat)	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan DS (Q/C)	Tundaan Rata-rata (det/smp)	Keterangan	
					DS (MKJI, 1997)	ITP (TAMIN, 2000)
Jl. Yos Sudarso	756	1326.32	0.57	10.37	Tidak Jenuh	B
Jl. Gajah Mada	436	1282.35	0.34		Tidak Jenuh	
Jl. Mulawarman	653	1360.42	0.48		Tidak Jenuh	
Jl. Jendral Sudirman	622	1382.22	0.45		Tidak Jenuh	

Sumber: analisa data 2016

Dari keseluruhan analisa yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa kinerja persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah melakukan survey di lapangan dan dengan melihat hasil analisis yang terjadi pada persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Kapasitas persimpangan pada pendekatan Utara Jl. Gajah Mada  $C=1282,35$  smp/jam, pendekatan Timur Jl. Mulawarman  $C=1360,42$  smp/jam, pendekatan Selatan Jl. Jend. Sudirman  $C=1382,22$  smp/jam, dan pendekatan Barat Jl. Yos Sudarso  $C=1326,36$  smp/jam.
2. Kapasitas simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman masih mampu melayani transportasi lalu lintas yang melewati simpang, karena pada masing-masing pendekatan nilai (Derajat Kejenuhan)  $DS < 0,75$  (MKJI, 1997). Pada pendekatan Utara Jl. Gajah

### Saran

Hasil analisis perhitungan pada persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman dapat dikemukakan beberapa

Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman mengalami peningkatan kinerja persimpangan.

Mada  $DS=0,34$ , pendekatan Timur Jl. Mulawarman  $DS=0,48$ , pendekatan Selatan Jl. Jend. Sudirman  $DS=0,45$ , dan pendekatan Barat Jl. Yos Sudarso  $DS=0,57$ . Dengan demikian tingkat kinerja persimpangan dikategorikan baik untuk saat ini.

3. Panjang antrian (QL) persimpangan pada pendekatan Utara Jl. Gajah Mada  $QL=10,45$  m, pendekatan Timur Jl. Mulawarman  $QL=27,68$  m, pendekatan Selatan Selatan Jl. Jend. Sudirman  $QL=29,47$  m, dan pendekatan Barat Jl. Yos Sudarso  $QL=36,58$  m.
4. Tundaan simpang rata-rata di persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman menunjukkan nilai tundaan  $10,34$  det/smp, dimana tingkat pelayanan simpang berada pada level B (Tamin, 2000) yang berarti bahwa tingkat pelayanan simpang masih dalam keadaan stabil sehingga taraf kinerja simpang dikategorikan baik untuk saat ini.

saran dan masukan yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk perbaikan kinerja persimpangan ini dapat menjadi lebih baik di masa yang akan datang, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Disarankan hendaknya meminimalkan hambatan samping dengan pelarangan parkir kendaraan di jalur pendekat simpang khususnya angkutan umum, sehingga tidak mengganggu arus lalu lintas.
2. Persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirmakota Makassar masih jauh dari titik jenuh (standar DS < 0,75: MKJI, 1997:2-21,2-23,2-29) dan bisa dikatakan aman untuk tahun 2016 ini. Akan tetapi melihat tingkat pertumbuhan lalu lintas yang tinggi dari tahun ke tahun di kota Tarakan, dapat diprediksi bahwa persimpangan Jl. Yos Sudarso – Jl. Gajah Mada – Jl. Mulawarman– Jl. Jend. Sudirman akan terjadi kemacetan pada masa akan datang. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lanjut dengan banyak instansi dan pakar serta melibatkan masyarakat umum guna mengetahui prioritas yang paling utama dalam penanganan jalan ataupun persimpangan di Kota Tarakan.
3. Untuk mengatasi kendaraan yang berhenti atau parkir seenaknya di sekitar simpang, maka diperlukan kerjasama dari pihak Polsek Tarakan dan Dinas Perhubungan guna menindak tegas pengendara lalu lintas yang tidak tertib, sehingga kinerja jalan dapat maksimal

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2010, *Makassar Dalam Angka 2010*, Pemkot Makassar, Makassar.
- Batosau, B. dan Amelia, L., 2008, *Studi Kinerja Persimpangan Jl. Urip Sumoharjo – Jl. Tol Reformasi – Jl. AP. Pettarani Pada Kondisi Penutupan Ruas Jl. Urip Sumoharjo di Kota Makassar*, *Skripsi*, Jurusan Sipil FT UNHAS, Makassar.
- Binkot Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Djaka I.S.R, *Studi Kapasitas Dan Tundaan Pada Persimpangan Jl. Urip Sumoharjo – Jl. A.P. Pettarani – Jl. Tol Reformasi*, *Skripsi*, Jurusan Sipil FT UNHAS, Makassar.
- Harianto, Joni. 2004. *Perencanaan Persimpangan Tidak Sebidang pada Jalan Raya*, USU Digital Library, Medan.
- Hobbs, F.D., 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G., 1996, *Teknik Jalan Raya*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tamin, O. Z., 2000, *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

## **KAJIAN RETENSIO URINE PASCA SALIN PERVAGINAM**

### **URINE RETENTION STUDY OF PERVAGINAM LABOR**

**Rahmi Padlilah**

Fakultas Ilmu Kesehatan  
Universitas Borneo Tarakan  
Email : rahmipadlilah@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Retensio urine adalah suatu gangguan buang air kecil, dimana terjadi lemahnya pancaran urine, tidak lancar serta rasa ada yang tersisa dan tidak puas, dapat disertai keinginan untuk mengedan atau memberikan tekanan pada suprapubik saat buang air kecil. Volume urine didalam vesika urinaria lebih dari 200 ml. Angka terjadinya retensio urine potpartum berkisar 1,7 sampai dengan 17,9 %. Perubahan fisik yang fisiologis saat kehamilan berlangsung, paritas, epidural anastesi, lama persalinan dan cara persalinan merupakan predisposisi terjadinya gangguan berkemih (retensio urine) Serta episiotomi ( $p=0,017$ ), tindakan dalam persalinan (38%), durasi persalinan( $p<0,001$ ), berat badan bayi saat dilahirkan( $p<0,001$ ), paritas( $p=0,05$ ) merupakan faktor resiko penyebab yang berhubungan dengan retensio urine. Retensio urine dapat mengakibatkan timbulnya infeksi traktur urinarius yang rekuren dengan kemungkinan gangguan pada traktur urinarius bagian atas. Pendeteksian terhadap kondisi tersebut merupakan hal yang penting untuk pencegahan kearah retensi kronik. Artikel ilmiah ini merupakan studi literatur (literature review) yang mencoba menggali lebih banyak mengenai retensio urine pasca persalinan, faktor-faktor yang menyebabkan retensio urine dan menggunakan jurnal penelitian yang berkaitan dengan retensio urine, keluhan yang paling umum dirasakan wanita dengan retensio urine adalah kesulitan buang air kecil. Terapi pengobatan dan perawatan bertujuan untuk menghindari infeksi urinarian, penurunan elastisitas urinaria dan mencegah terjadinya komplikasi yang lebih berat.

**Kata kunci :** *pervaginam, post partum, retensio urine,*

#### **ABSTRACT**

*Urinary retention is a disturbance of urination, where there is weak urine emission, not smooth and there is a sense of remaining and not satisfied, can be accompanied by a desire to strain or put pressure on suprapubik when urinating. The volume of urine in the urinary vesica is more than 200 ml. The rate of occurrence of potpartum urine retention ranged from 1.7 to 17.9%. Physiological physical changes during pregnancy, parity, epidural anesthesia, duration of labor and delivery are predisposing to urinary disturbance (urinary retention) and episiotomy ( $p = 0.017$ ), action in labor (38%), duration of labor ( $p < 0.001$ ), infant weight at birth ( $p < 0.001$ ), parity ( $p = 0.05$ ) are risk factors associated with urinary retention. Urinary retention may lead to recurrent urinary tract infection with possible upper urinary tract disturbance. Detection of these conditions is essential for the prevention of chronic retention. This scientific article is a literature review that tries to explore more about postpartum urine retention, the factors that cause urinary retention and use research journals related to urinary retention, the most common complaint of women with urinary retention is the difficulty of excreting*

*water. Treatment and treatment therapies aim to avoid urinary infection, decreased urinary elasticity and prevent more severe complications.*

**Keywords: pervaginam, post partum, urinary retention**

## **PENDAHULUAN**

Traktus urinarius bagian bawah memiliki dua fungsi utama, yaitu: sebagai tempat untuk menampung produksi urine dan sebagai fungsi ekskresi. Selama kehamilan, saluran kemih mengalami perubahan morfologi dan fisiologi. Perubahan fisiologis pada kandung kemih yang terjadi saat kehamilan berlangsung merupakan predisposisi terjadinya retensi urine satu jam pertama sampai beberapa hari post partum. Perubahan ini juga dapat memberikan gejala dan kondisi patologis yang mungkin memberikan dampak pada perkembangan fetus dan ibu.<sup>1</sup>

Residu urine setelah berkemih normalnya kurang atau sama dengan 50 ml, jika residu urine ini lebih dari 200 ml dikatakan abnormal dan dapat juga dikatakan retensi urine. Insiden terjadinya retensi urine post partum berkisar 1,7% sampai 17,9%. Secara umum penanganannya diawali dengan kateterisasi. Jika residu urine lebih dari 700 ml, antibiotik profilaksis dapat diberikan karena penggunaan kateter dalam jangka panjang dan berulang.<sup>1,3</sup> Retensi urine post partum dapat terjadi pada pasien yang mengalami kelahiran normal sebagai akibat dari peregangan atau trauma dari dasar kandung kemih dengan edema trigonum. Faktor-faktor predisposisi lainnya dari retensio urine meliputi epidural anestesia, pada gangguan sementara kontrol saraf kandung kemih, dan trauma traktus genitalis, khususnya pada hematoma yang besar, dan sectio cesaria.<sup>2</sup>

Tujuan dari kajian mengenai retensio urine ini adalah untuk mengkaji penyebab retensio urine (predisposisi) dan komplikasi yang dapat terjadi yang disebabkan retensio urine tersebut.

## **METODOLOGI**

Studi ini merupakan suatu telaah jurnal (Literatur Review) dengan rancangan Diskriptif yaitu mencoba mengkaji dan mendiskripsikan hasil beberapa penelitian mengenai retensio urine pasca salin pervaginam. Studi ini

dilakukan untuk menggambarkan kejadian retensio urine pasca salin dengan berbagai metodologi penelitian yang digunakan. Sumber atau subyek dalam kajian ini berupa data sekunder yaitu tinjauan literatur meliputi studi pencarian sistematis database terkomputerisasi (PubMed, BMC, Hindawi publishing, PNRI) bentuk jurnal penelitian dan artikel review sebanyak 7 jurnal Ilmiah, 1 teks book. Penyajian hasil kajian ini disajikan secara narasi. Penulisan artikel ilmiah ini menggunakan penulisan daftar pustaka Vancouver.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses berkemih melibatkan 2 proses yang berbeda yaitu pengisian dan penyimpanan urine dan pengosongan kandung kemih. Hal ini saling berlawanan dan bergantian secara normal. Aktivitas otot-otot kandung kemih dalam hal penyimpanan dan pengeluaran urin dikontrol oleh sistem saraf otonom dan somatik. Selama fase pengisian, pengaruh sistem saraf simpatis terhadap kandung kemih menjadi bertekanan rendah dengan meningkatkan resistensi saluran kemih. Penyimpanan urin dikoordinasikan oleh hambatan sistem simpatis dari aktivitas kontraktile otot detrusor yang dikaitkan dengan peningkatan tekanan otot dari leher kandung kemih dan proksimal uretra.

Pengeluaran urine secara normal timbul akibat dari kontraksi yang simultan otot detrusor dan relaksasi saluran kemih. Hal ini dipengaruhi oleh sistem saraf parasimpatis yang mempunyai neurotransmitter utama yaitu asetilkolin, suatu agen kolinergik.<sup>2,3</sup>

Selama fase pengisian, impuls afferen ditransmisikan ke saraf sensoris pada ujung ganglion dorsal spinal sakral segmen 2-4 dan informasikan ke batang otak. Impuls saraf dari batang otak menghambat aliran parasimpatis dari pusat kemih sakral spinal. Selama fase pengosongan kandung kemih, hambatan pada aliran parasimpatis sakral

dihentikan dan timbul kontraksi otot detrusor.<sup>2</sup>

Hambatan aliran simpatis pada kandung kemih menimbulkan relaksasi pada otot uretra trigonal dan proksimal. Impuls berjalan sepanjang nervus pudendus untuk merelaksasikan otot halus dan skelet dari sphincter eksterna. Hasilnya keluarnya urine dengan resistensi saluran yang minimal.<sup>2,4</sup>

Retensi urine postpartum paling sering terjadi. Setelah terjadi kelahiran pervaginam spontan, disfungsi kandung kemih terjadi 9-14 % pasien; setelah kelahiran menggunakan forcep, angka ini meningkat menjadi 38 %. Retensi ini biasanya terjadi akibat dari dissinergis antara otot detrusor-sphincter dengan relaksasi uretra yang tidak sempurna yang kemudian menyebabkan nyeri dan edema. Sebaliknya pasien yang tidak dapat mengosongkan kandung kemihnya setelah sectio cesaria biasanya akibat dari tidak berkontraksi dan kurang aktifnya otot detrusor saat berkemih.<sup>3</sup>

Penelitian yang meneliti mengenai prevalensi dan faktor-faktor yang terkait dengan kejadian retensio urine postpartum dengan metode observasi prospektif oleh Ajenifuja KO *et al.*, (2013) didapatkan hasil 29,4% terjadi retensio urine, mayoritas (93,3%) wanita mengalami retensi urine sementara dan (6,7 %) menjadi retensio urine yang berlebihan. Penelitian yang mengaitkan dengan demografi karakteristik peneliti menemukan bahwa *postpartum urine retention* (PUR) akan semakin besar kemungkinannya pada mereka dengan tingkat sosial ekonomi rendah ( $p=0,001$ ) Episiotomi berhubungan secara bermakna dengan kejadian PUR ( $p=0,017$ ), penurunan keinginan bersalin ( $p=0,037$ ) dan parturiens primigravida ( $p=0,05$ ). pada Logistik regresi diidentifikasi sebagai resiko independen yang signifikan.<sup>5</sup>

Faktor prediktor yang lain ditemukan oleh Cavkaytar S *et al.*, (2014) dengan kasus kontrol dari 234 wanita dengan persalinan 19(8,1%) wanita yang mengalami retensi urine sebagai kasus dan 215 (91,9%) wanita yang tidak retensio urine sebagai kelompok kontrol. Analisis regresi logistik mengidentifikasi faktor resiko untuk retensio urine yang lain

yaitu, Lama durasi atau kala dua memanjang selama persalinan ( $=0,46$ , 95%CI atau  $= 0,06$ - $p 3,67$ ,  $< 0.001$ ), episiotomi ( $=0,07$ .95% CI atau  $0,01$ - $0,68$ ,  $p=0,022$ ), perinium laserasi ( $=85,4$ . 95% CI atau  $= 7.93$ - $1188.93$ ,  $p < 0,001$ ), berat badan bayi pada saat dilahirkan ( $=0,04$ , 95% CI atau  $= 0,01$ - $0,20$ ,  $p < 0,001$ ).<sup>6</sup>

Penelitian diatas diperkuat oleh penelitian kohort untuk melihat prevalensi kejadian retensio urine yang dilakukan oleh Ismail S.I.M.F dan Emery S.J., (2008) total responden 100 pasien yang direkrut selama 9 bulam menemukan bahwa beberapa faktor diatas ditemukan sebagai faktor-faktor resiko yang independen untuk retensio urin setelah melahirkan. Dengan pasien yang resiko akan mengalami retensio urine ditemukan 37 pasien (37 %, 95%, CI 27,6-47.2%) dengan volume urine lebih 150 ml dan 11 pasien (11 %, 95%, CI, 5,6 -18,8%) dengan volume urine 200 ml. Perbandingan dengan antar kelompok ditemukan tidak ada hubungan antara pemasangan kateter selama persalinan dengan yang tidak menggunakan kateter, penggunaan anastesi lokal atau cara persalinan. Penelitian ini diakui ada keterbatasan data didalamnya, ada beberapa faktor yang seperti lama durasi persalinan, tindakan dalam persalinan dan trauma persalinan telah dibicarakan menjadi faktor retensio urine pasca persalinan dalam beberapa penelitian. Dalam penelitian ini juga walaupun tidak secara signifikan ditemukan antara tidak dilakukannya ambulasi pasca persalinan dengan kejadian retensio urine walaupun di studi lain mengatakan tidak ada peningkatan prevalensi gejala retensio urine dengan pasien diam atau tidak melakukan ambulasi pasca persalinan (Yip *et al*, 1997) dan penelitian lain (Andolf *et al.* 1994) insiden retensio urine yang lebih tinggi pada persalinan dengan tindakan.<sup>7</sup>

Penelitian-penelitian diatas juga diperkuat dengan penelitian Buchanan J dan Beckmann M., (2014) dalam penelitian retrospektif kohort kejadian retensio urine untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan retensio urine yang dilakukan dari bulan Februari dan Desember 2012

dikumpulkan secara rutin sisa urine 2 sampai dengan 4 hari pasca persalinan dan 2 sampai dengan 3 hari pasca persalinan dengan menggunakan scanner kandung kemih tanpa penggunaan catheter *indwelling catheter* (IDC) dan ibu yang bersalin dengan faktor resiko atau tidak dianalisis. Dari data yang tersedia 5558 ibu bersalin, 281 (5,1 %) memiliki residu urine diukur > 150 ml dan faktor lain juga dicari antara lain penggunaan analgesik pada persalinan, lama persalinan, tingkatan trauma jalan lahir, berat badan bayi saat dilahirkan, paritas, usia ibu dan indeks massa tubuh dan didapatkan hasil pada ibu yang pertama kali melahirkan (AOR 1,53, 95% CI 1,05-2,26 ), kelahiran melalui operasi sectio secaria (AOR 2,21, 95% CI 1,10-4,41) dan derajat luka perinium (AOR 2,01, 95%, CI, 1,09-3,72) yang signifikan sebagai prediktor independen penyebab retensio urine pasca persalinan. Namun tidak ada perbedaan antara kelompok usia, indeks masa tubuh (IMT), bobot lahir bayi atau wanita dengan kehamilan kembar.<sup>8</sup>

Suatu penelitian melaporkan bahwa gejala yang paling bermakna dalam memprediksikan adanya gangguan berkemih adalah pancaran kencing yang lemah, pengosongan kandung kemih yang tidak sempurna, mengedan saat berkemih, dan nokturi. Adapun untuk menentukan diagnosa retensio urine yang tepat Cederkvist HN dan Rosseland LA, (2007) dalam penelitian "*Reliability of an automatic ultrasound sistem for detecting postpartum urinary retention after vaginal birth*" untuk menilai keandalan scanner volume kandung kemih otomatis yang dipergunakan secara khusus mengidentifikasi wanita dengan volume residu pasca kekosongan dari 400 ml atau lebih. Perbandingan ultra sonografi (USG) dengan pengukuran volume urine setelah kateterisasi pada 100 ibu bersalin yang memiliki resiko retensi urine pasca persalinan. Dan dihasilkan perbedaan rata-rata antara USG dan pengukuran volume kateter adalah 26 ml, dengan 95% interval kepercayaan 2,6-49,4 ml. Jadi dapat disimpulkan bahwa USG scanner adalah instrumen skrining yang

dapat diandalkan untuk mendeteksi PUR setelah persalinan.<sup>9</sup>

## KESIMPULAN

Retensi postpartum paling sering terjadi. Setelah terjadi kelahiran pervaginam spontan, disfungsi kandung kemih terjadi 9-14 % dalam penelitian ditemukan prevalensi 29,4%, (6,7%) menjadi retensio urine yang berat, pasien; setelah kelahiran menggunakan forcep, angka ini meningkat menjadi 38%. Fenomena ini terjadi akibat dari trauma kandung kemih dan edema sekunder akibat tindakan pembedahan atau obstetri, epidural anestesi, obat-obat narkotik, peregangan atau trauma saraf pelvik, hematoma pelvik, nyeri insisi episiotomi atau abdominal, khususnya pada pasien yang mengosongkan kandung kemihnya dengan manuver Valsalva.

Pada penelitian didapatkan beberapa prediktor faktor retensio urine yaitu sectio secaria, episiotomi, laserasi jalan lahir, trauma jalan lahir, primigravida/Nullipara, lama durasi persalinan, tindakan dalam persalinan dan atau diamnya ibu setelah persalinan (tidak melakukan ambulasi dini) serta penggunaan alat skiring yang handal sebagai alat diagnosa yang tepat untuk retensio urine pasca persalinan.

Pada pasien dengan keluhan saluran kemih bagian bawah, maka anamnesis dan pemeriksaan fisik yang lengkap, pemeriksaan rongga pelvis, pemeriksaan neurologik, jumlah urine yang dikeluarkan spontan dalam 24 jam, dikatakan normal jika volume residu urine adalah kurang atau sama dengan 50 ml, sehingga jika volume residu urine lebih dari 200 ml dapat dikatakan abnormal dan biasa disebut retensi urine.

Wanita dengan inkontinensia dan gejala gangguan kandung kemih yang lain meningkatkan resiko terjadinya kesulitan berkemih dan retensi. Akibat dari retensi adalah timbulnya infeksi traktus urinarius yang rekuren dengan kemungkinan gangguan pada traktus urinarius bagian atas. Pendeteksian retensio urine menggunakan alat yang handal terhadap kondisi tersebut merupakan hal yang penting untuk penanganan farmakologi dan tindakan

pada wanita dengan inkontinensia urine untuk mencegah terjadinya komplikasi yang berat.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Germain MM. Bent.AE, Cundiff GW, Ostergard DR, Seift SE, 1992: Urinary Retention and Overflow Incontinence. Ostergard's Urogynecology and Pelvic Floor Dysfunction, 5th ed. Lippincott Willian & Wilkins, USA: 285-91.
- Hellerstein S. 2006: Voiding Dysfunction. diunduh 25 February 2016. Tersedia pada at: [www.medicine.com](http://www.medicine.com).
- Saultz JW, Toffler WL, Shackles JY. Postpartum urinary retention. diunduh 25 tersedia pada at: [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov).
- Brunner and Suddarth, 2010. text book of medical surgical nursing. Edisi 12. China. LWW.
- Ajenifuja KO. Oyetunji IO, Orji EO, Adepiti CA, Loto OM, Tijani MA, et al, 2013: Post-partum urinary retention in a teaching hospital in Southwestern Nigeria. *Obstetrics and Gynecology Research*: vol (39):1308–13.
- Cavkaytar S, Kokanah MK, Baylas A, Topcu HO, Laleli B, Tasci Y. 2014: Postpartum urinary retention after vaginal delivery. *J Turk Gynecol Assoc*. 15:140–43.
- Ismail S.I.M.F, Emery SJ. 2008: The prevalence of silent postpartum retention of urine. *Journal of Obstetric and Gynecology*. 28:504–07.
- Buchanan J dan Beckmann M. 2014: Postpartum voiding disfunction. *Australian and New Zeland Journal Of Obstetric and Gynecology*: 5441–45.
- Lukkase M, Cederkvist HR, Rosseland LA. 2007: Realibility of an automatic ultrasound sistem for detecting postpartum urinary retention after vaginal birth. *Acta Obstetric et Gynecological*: 86:1251–55.

## **ASOSIASI MAKROALGA DENGAN LAMUN DI PERAIRAN PULAU PANJANG**

### **THE ASSOCIATION OF MAKROALGA WITH SEAGRASS IN WATERS OF LONG ISLAND**

**Muhamad Roem <sup>1)</sup>, Dhimas wiharyanto <sup>1)</sup>, Darnawati <sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, <sup>2)</sup> Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan  
E-mail : Darnachem@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ekologi makroalga dan lamun seperti persentase penutupan, kerapatan, komposisi jenis serta asosiasi makroalga dengan lamun di Perairan Pulau Panjang. Penelitian ini dilaksanakan, pada Bulan Desember 2016 – April 2017 bertempat di perairan Pulau Panjang. Dalam penelitian ini digunakan metode transek kuadrat secara sistematis sampling pada ekosistem lamun. Transek kuadrat yang digunakan adalah transek kuadrat berukuran 0,5 x 0,5 m dengan masing-masing 6 stasiun yang terdiri 3 sub stasiun dan masing-masing sub stasiun terdiri dari 5 pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di perairan Pulau Panjang ditemukan 13 jenis makroalga yakni : *Hypnea pannosa*, *Halimeda simulans*, *Padina boergensenii*, *Halimeda opantia*, *Cystoseira sp*, *Caulerpa sp*, *Halimeda cylindraca*, *hypnea sp*, *Codium sp* dan *Clorodesmis fastigiata*, *Sargassum sp*, *Avrainvillea ercta*, *Amphiroa sp*, dan *Caulerpa sp*, sedangkan jenis lamun yang ditemukan ada 6 jenis yakni : *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichi*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium* dan *Enhalus acoroides*. Kerapatan makroalga yang ditemukan berkisar 10.4 tegakan/m<sup>2</sup>, sedangkan lamun terdapat pada jenis *Thalassia hemprichi* dengan kisaran antara 634 tegakan/m<sup>2</sup>. Penutupan makroalga dan lamun pada perairan Pulau Panjang termasuk dalam kondisi baik/kaya. Asosiasi makroalga dengan lamun yang didapatkan di perairan Pulau Panjang yaitu bernilai negatif artinya saling berkompetensi (bersaing).

**Kata Kunci : Asosiasi, Lamun, Makroalga, Pulau Panjang**

#### **ABSTRACT**

*This study aims to determine the ecological conditions of macroalgae and seagrass such as percentage of closure, density, species composition and macroalgae association with seagrass in Panjang Island Waters. This research was conducted, in December 2016 - April 2017 located in the waters of Panjang Island. In this research, systematic sampling method is used in seagrass ecosystem. The quadratic transect used is a quadratic transect measuring 0.5 x 0.5 m with each of 6 stations consisting of 3 substations and each sub station consisting of 5 repetitions. The results showed that in the waters of Panjang Island found 13 types of macroalgae namely: *Hypnea pannosa*, *Halimeda simulans*, *Padina boergensenii*, *Halimeda opantia*, *Cystoseira sp*, *Caulerpa sp*, *Halimeda cylindraca*, *hypnea sp*, *Codium sp* and *Clorodesmis fastigiata*, *Sargassum sp*, *Avrainvillea ercta*, *Amphiroa sp*, and *Caulerpa sp*, whereas the type of seagrass found there are 6 types namely: *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichi*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium* and *Enhalus acoroides*. The macroalgae density was found to be around 10.4 stands / m<sup>2</sup>, whereas the seagrass was found in *Thalassia hemprichi* type with a range of 634 stands / m<sup>2</sup>. The closure of macroalgae and seagrass on the waters of Panjang Island is in good condition / rich. The macroalgae association with the seagrasses obtained in the waters of Panjang Island that is negative value means competence.*

**Keywords: Association, Seagrass, Macroalgae, Panjang Island**

## PENDAHULUAN

Pulau Panjang terletak di Kecamatan Derawan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Perairan Pulau Panjang secara geografis terletak di semenanjung utara perairan laut Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur, yang memiliki luas areal 565,4 Ha. Di perairan Pulau Panjang terdapat beberapa ekosistem diantaranya ekosistem terumbu karang, mangrove dan padang lamun. Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang hidup dan berkembang biak pada lingkungan diperairan laut dangkal (Wood et al., 1969). Semua lamun merupakan tumbuhan berbiji satu (monokotil) yang mempunyai akar rimpang (rhizoma), daun bunga, dan buah. Hamparan lamun di perairan pesisir yang tersusun atas satu atau lebih jenis dikenal sebagai padang lamun. Lamun sering ditemukan hidup berasosiasi atau hidup berdampingan dengan berbagai biota salah satunya alga.

Alga adalah tumbuhan yang termasuk ke dalam divisi Thallophyta. Alga termasuk ke dalam divisi ini karena tidak memiliki akar, batang dan daun sejati (tidak mempunyai pembuluh/jaringan pengangkut). Alga merupakan organisme eukariotik-fotosintetik yang hidup secara soliter generatif dan vegetatif. Pigmen yang terkandung di dalam alga berbeda-beda tergantung dari jenis alganya. Alga dikelompokkan berdasarkan pigmen yang dikandungnya dan berdasarkan ukurannya. Berdasarkan pigmennya yang terdapat pada alga adalah klorofil, karoten, fikosintin, fikosantoin dan fikosianin. Sedangkan berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi dua golongan yaitu mikroalga yang hanya bisa dilihat dengan menggunakan bantuan alat mikroskop dan makroalga yang bisa dilihat dengan kasat mata (Lestari et al., 2016).

Makroalga yang dikenal juga sebagai rumput laut merupakan tumbuhan thallus (*Thallophyta*) dimana organ-organ berupa akar, batang dan daunnya belum terdiferensiasi dengan jelas (belum sejati). Sebagian besar makroalga di Indonesia bernilai ekonomis tinggi yang dapat digunakan

sebagai makanan dan secara tradisional digunakan sebagai obat-obatan oleh masyarakat khusus wilayah pesisir (Pallalo, 2013). Keberadaan makroalga sebagai organisme produsen memberikan sumbangan yang berarti bagi kehidupan binatang akuatik terutama organisme-organisme herbivore di perairan laut. Dari segi ekologi makroalga juga berfungsi sebagai penyedia karbonat dan pengokoh substrat dasar yang bermanfaat bagi stabilitasnya dan kelanjutan keberadaan padang lamun maupun terumbu karang.

Perairan Pulau panjang dijadikan sebagai lokasi penelitian karena kawasan ini merupakan perairan dengan hamparan lamun yang cukup luas dan merupakan salah satu perairan yang memiliki keanekaragaman jenis lamun dan makroalga yang tersebar diberbagai habitat yang belum teridentifikasi jenisnya dan juga merupakan daerah mencari makan (feeding ground) bagi penyu hijau di kepulauan derawan. Penelitian sebelumnya (Nurzahraeni, 2014) melakukan penelitian tentang jenis-jenis lamun di perairan Pulau Panjang. Belum adanya kajian khusus mengenai makroalga di perairan Pulau Panjang menjadi alasan penelitian ini. Melihat hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui komposisi jenis, kerapatan, penutupan dan asosiasi makroalga dan lamun di perairan Pulau Panjang.

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu mengetahui komposisi jenis, kerapatan dan penutupan lamun di perairan Pulau Panjang. Mengetahui komposisi jenis, kerapatan dan penutupan makroalga di perairan Pulau Panjang. Mengetahui asosiasi makroalga dengan lamun di perairan Pulau Panjang. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan mengenai asosiasi makroalga dengan lamun di perairan Pulau Panjang.

## METODOLOGI

### Waktu dan Tempat

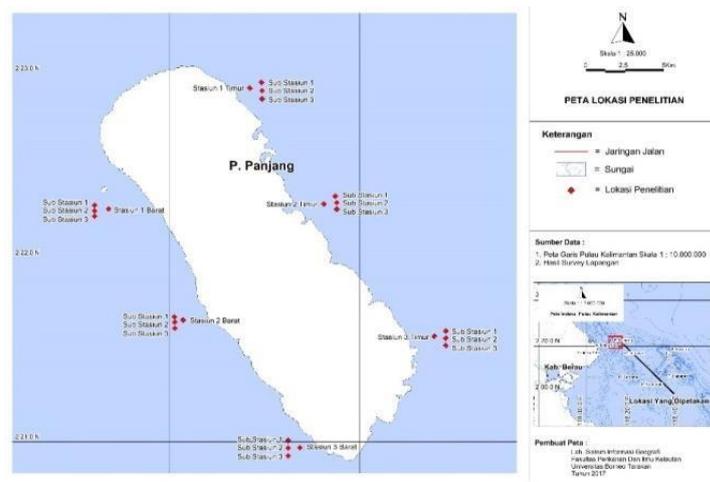
Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember 2016 sampai dengan bulan Mei 2017 bertempat di perairan Pulau Panjang

Kecamatan Berau

Derawan Kalimantan

Kabupaten Timur.

Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

**Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel, data lapangan dan di laboratorium di sajikan pada Tabel 1,

Tabel 2 dan Tabel 3. Tabel 1. Alat-alat yang digunakan untuk pengambilan sampel dan data lapangan

No	Alat
1	Transek Kuadran 0.5 m X 0.5 m
2	GPS ( <i>Global Positioning System</i> )
3	Camera <i>underwater</i>
4	Alat tulis
5	Roll meter
6	Botol sampel
7	<i>Cool box</i>
8	Buku identifikasi

Tabel 2. Alat dan satuan dalam pengukuran faktor fisik kimia perairan.

NO	Faktor Fisik Kimia	Satuan	Alat Ukur
1	Suhu	<sup>0</sup> C	<i>Thermometer</i>
2	pH	-	pH meter
3	Salinitas	ppt	<i>Handrefraktometer</i>
4	DO	Mg/l	Metode Oksigen
5	Nitrat	Mg/l	<i>Spectrofotometer</i>
6	Fosfat	Mg/l	<i>Spectrofotometer</i>
7	Tipe Substrat	%	Saringan Bertingkat

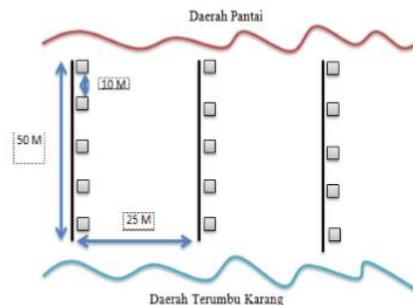
Tabel 3. Bahan yang digunakan atau yang di uji pada saat penelitian

No	Bahan
1	Makroalga
2	Lamun
3	Sampel Air
4	Larutan Brucine
5	Larutan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )
6	Larutan Indikator PP
7	NaOH
8	Mangan Sulfat ( $MnSO_4$ )
9	KI (Kalium Iodida)
10	Amilum
11	Asam Sulfat Pekat ( $H_2SO_4 6N$ )
12	Natrium Thiosulfate ( $Na_2S_2O_3$ )
13	Air Suling (Aquadess)

## Prosedur Kerja

Pengambilan Data Makroalga dan Lamun Pengambilan sampel makroalga dan lamun dilakukan pada saat air laut mengalami surut. pada setiap stasiun/transek pengamatan dengan menggunakan metode transek kuadran ukuran 0,5 x 0,5m dan kisi-kisi kuadran 25 x 25cm pengulangan sebanyak 5 kali transek dengan panjang masing-masing

setiap substasiun 50m dari arah pantai ke-arah terumbu karang. Jarak antara satu substasiun ke substasiun lainnya adalah 25m. Petakan kuadran diletakan disamping kanan transek dengan jarak antara transek satu dengan transek lainnya adalah 10m. Total transek kuadran pada setiap substasiun adalah 5. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa pengambilan data makroalga dan lamun

Pengambilan data dilakukan dengan metode sistematis sampling, dimana metode ini bertujuan untuk melihat Pengambilan data parameter lingkungan:

1. Salinitas
2. Suhu
3. pH
4. Kedalaman
5. Kecepatan Arus
6. DO (*Disolved Oxygen*)
7. Tipe Substrat
8. Nitrat
9. Fosfat

## Pengolahan Data

### 1) Kerapatan (K)

Kerapatan lamun dan makroalga ditentukan dengan metode transek

$$\text{Penutupan} = \frac{\text{jumlah nilai penutupan lamun (4 kotak)}}{4} \times 100\%$$

Metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kondisi padang lamun yaitu metode transek dan petak contoh

kondisi sebaran dan penutupan lamun maupun makroalga. Spesies lamun dan makroalga yang ditemukan dicatat. kuadran. Data kepadatan makroalga diperoleh dengan menggunakan rumus Brower *et al.*, (1998) yaitu:

$$K = \frac{ni}{A}$$

Keterangan :

K = kepadatan jenis makroalga (koloni/m<sup>2</sup>)

ni = jumlah koloni setiap spesies makroalga (koloni)

A = luas transek (m<sup>2</sup>)

### 2) Penutupan

Penutupan lamun, yaitu luas area yang ditutupi oleh lamun dalam (%). Penutupan lamun menggunakan formula (Rahmawati,S.,*et al.* 2004)

(transek plot). Kriteria penilaian metode berdasarkan pada KEPMEN-LH (2004) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria padang lamun KEPMEN-LH (2004)

Kelas	Kondisi	Penutupan
Baik	Kaya/Sehat	≥ 60 %
Rusak	Kurang	30-59.9 %
	Kaya/Kurang	
	Sehat	
	Miskin	≤ 29.9 %

### 3) Komposisi jenis

Komposisi jenis ditentukan dengan cara menghitung kepadatan setiap spesies makroalga kemudian membandingkan beberapa persen jumlahnya terhadap seluruh spesies makroalga. Untuk menghitung komposisi makroalga digunakan rumus (Odum, 1971), yaitu:

$$KJ = \frac{ni}{N} \times 100$$

Keterangan:

ni = jumlah jenis makroalga yang diamati

N = jumlah koloni seluruh spesies

### 4) Asosiasi jenis

Untuk mengetahui hubungan antar jenis diukur dengan melihat kehadiran (F) di dalam plot. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan tabel contingency 2 x 2 yang di kemukakan oleh (Mueller-Dombois dan Ellenberg dalam Soegiarto, 1994) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel contingency 2 x 2

	Jenis A			
Jenis B		+	-	
	+	a	b	a+b
	-	c	d	c+d
		a+c	b-d	N=a+b+c+d

Untuk melihat ada atau tidak adanya asosiasi dilakukan perhitungan menggunakan rumus uji - square ( $\chi^2$ )

$$\chi^2 = \sum \frac{N(ad - bc)^2}{mnr s}$$

### Analisis Data

Komposisi jenis, kerapatan dan penutupan lamun dan makroalga disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui seberapa besar

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Nilai observasi} - \text{Nilai Harapan})^2}{\text{Nilai Harapan}}$$

Atau

asosiasi atau ada atau tidak adanya asosiasi makroalga dengan lamun pada kondisi yang berbeda dianalisis dengan menggunakan analisis asosiasi dengan bantuan perangkat lunak Mc. Excel 2010.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Perairan Pulau Panjang secara geografis terletak di semenanjung utara perairan laut Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur, yang memiliki luas areal 565,4 Ha. Pulau Panjang merupakan pulau tidak berpenduduk yang berada dalam wilayah administrasi Kecamatan Derawan Kabupaten Berau

Provinsi Kalimantan Timur dengan letak geografis LU 02° 22' 53" - BT 118° 12' 14".

Pengamatan lamun dan pengambilan makroalga serta sampel air dilakukan pada dua wilayah di Perairan Pulau Panjang yaitu wilayah barat dan timur masing-masing wilayah terbagi menjadi 3 stasiun. Titik koordinat lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Titik koordinat lokasi penelitian di perairan Pulau Panjang

Pulau Panjang	Stasiun	BT	LU
Timur	1	118° 12' 25.416"	2° 22' 55.1892"
	2	118° 12' 48.7872"	2° 22' 17.436"
	3	118° 13' 23.5848"	2° 21' 34.3656"
Barat	1	118° 11' 40.8516"	2° 22' 15.78"
	2	118° 12' 40.3632"	2° 21' 39.672"
	3	118° 12' 41.1912"	2° 20' 58.1208"

### Komposisi Jenis Lamun

Komposisi jenis lamun dihitung dengan membandingkan antara jumlah tegakan masing-masing jenis dengan

jumlah total tegakan semua jenis lamun yang ditemukan. Komposisi jenis lamun yang didapatkan pada perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Jenis lamun di perairan Pulau Panjang (45 plot)

No	Jenis Lamun	Timur		Barat	
		Jumlah	Frekuensi kemunculan	Jumlah	Frekuensi Kemunculan
1	<i>Cymodocea rotundata</i>			29	64%
2	<i>Thalassia hemprichi</i>			15	33.33%
3	<i>Halophila ovalis</i>	39	86.66%	17	37.77%
4	<i>Halodule uninervis</i>	45	100%	5	11%
5	<i>Syringodium isoetifolium</i>			32	71.11%
6	<i>Enhalus acoroides</i>			8	17.77%

Komposisi lamun di perairan Pulau Panjang adalah lamun campuran, dimana ditemukan sebanyak 6 jenis lamun yaitu *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichi*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium* dan *Enhalus acoroides*. Jumlah jenis lamun yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan yang ditemukan Nurzahraeni (2014) sebanyak 5 jenis lamun (*Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Holophila ovalis*, *Halodule uninervis* dan *Syringodium isoetifolium*), dikarenakan lokasi penelitian yang dilakukan di wilayah utara perairan Pulau Panjang.

*Halodule uninervis* merupakan jenis lamun utama pada wilayah timur

### Kerapatan Lamun

Pada wilayah timur ditemukan 2 jenis lamun yaitu *Halodule uninervis* dan *Halophila ovalis*. Kerapatan total rata-rata setiap jenis lamun didapatkan nilai tertinggi di wilayah timur terdapat pada stasiun 1 dengan jenis lamun *Halodule uninervis* sebanyak 569 tegakan/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai kerapatan terendah didapatkan pada stasiun 2 dengan jenis lamun *Halophila ovalis* sebanyak 395 tegakan/m<sup>2</sup>.

Pada wilayah barat kondisi kerapatan yang beragam pada setiap jenis lamun di tiap stasiun pengamatan, hal ini dipengaruhi oleh jenis lamun penyusun yang ditemukan pada setiap stasiun pengamatan. Pada wilayah barat ditemukan 6 jenis lamun yaitu *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides* dan *Halodule uninervis*. Kerapatan tertinggi di wilayah barat terdapat pada stasiun 4 dengan jenis lamun *Thalassia hemprichii* yaitu 634 tegakan/m<sup>2</sup>.

Perairan Pulau Panjang dengan 45 kali kemunculan dan frekuensi kemunculan 100%, dan perairan barat pulau panjang jenis lamun utama yang ditemukan yaitu *Syringodium isoetifolium* dengan 32 kali kemunculan dan frekuensi kemunculan 71,11%. Hal ini dikarenakan jenis lamun *Halodule uninervis* yang terdapat di wilayah timur Pulau Panjang hampir didapatkan di seluruh titik pengamatan dan jenis lamun *Halodule uninervis* pada umumnya ditemukan dizonasi terluar serta dapat hidup didaerah yang bergelombang. Sedangkan jenis lamun *Syringodium isoetifolium* ditemukan pada beberapa titik pengamatan dan sering juga ditemukan hidup berdampingan dengan jenis lamun lainnya.

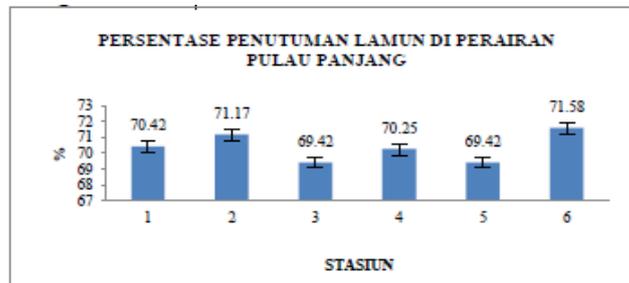
Kerapatan rata-rata lamun dari 6 stasiun di perairan Pulau Panjang yaitu jenis lamun *Thalassia hemprichii* 634 tegakan/m<sup>2</sup> dikarenakan jenis lamun *Thalassia hemprichii* merupakan salah satu jenis lamun yang dapat hidup atau tumbuh sendiri (monospesifik) dan merupakan habitat yang sesuai pada stasiun 1. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Thomascik *et, al.*, 1997) *Thalassia hemprichii* dapat tumbuh kedalaman 4-5 m sering juga ditemukan pada kedalaman 30 m dengan substrak pasir dan pecah-pecahan karang.

Jenis lamun terendah yaitu jenis lamun *Enhalus acoroides* 76 tegakan/m<sup>2</sup>. Jenis lamun *Enhalus acoroides* hanya terdapat di beberapa titik pengamatan pada stasiun 2, dikarenakan tipe substrat yang ada pada lokasi penelitian yaitu pasir. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Bengen, 2011) jenis lamun *Enhalus acoroides* tumbuh pada substrat berlumpur dekat dengan mangrove.

## Penutupan Lamun

Hasil pengambilan data penutupan lamun di perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada gambar 4. Persentase penutupan lamun diseluruh stasiun penutupan tertinggi didapatkan pada stasiun 6 sekitar 71,58%, sedangkan terendah didapatkan pada stasiun 3 dan 5 yaitu sekitar 69,42%. Berdasarkan kategori persentase penutupan lamun menurut (KEMPEN-LH, 2004) yang ditemukan di 6 stasiun menunjukkan kondisi lamun di perairan Pulau Panjang dalam kondisi lamun padat atau baik, karena dari 6 stasiun didapatkan dengan tutupan lamun 70,38 %, sedangkan persentase tutupan lamun yang ditemukan Nurzahraeni (2014) menunjukkan kondisi lamun di perairan

Pulau Panjang dalam kondisi rusak (miskin dan kurang kaya), dikarenakan kondisi perairan pada bagian utara perairan Pulau Panjang yang menjadi lokasi penelitian merupakan daerah landai dengan kondisi dasar yang terekspos ketika surutnya air laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Wiryawan et al., 2005) luas tutupan padang lamun yang rendah (<10%) dapat dijumpai pada daerah yang banyak mendapatkan gangguan, serta terbuka pada saat surut terendah, sedangkan padang lamun yang mempunyai luas tutupan tinggi terdapat pada daerah yang selalu tergenang air laut dan terlindung dari hempasan ombak.



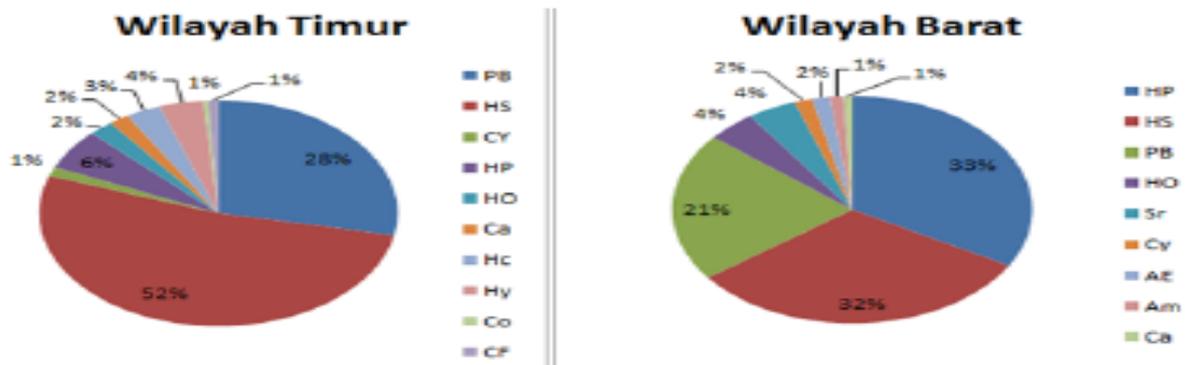
Gambar 4. Rata-rata persentase penutupan lamun di perairan Pulau Panjang (15 plot/stasiun)

Persentase penutupan lamun menggambarkan luas lamun yang menutupi suatu perairan, dimana tinggi penutupan tidak selamanya linear dengan tingginya kerapatan jenis. Hal ini dipengaruhi penutupan yang diamati adalah helaian daun, sedangkan kerapatan yang dilihat adalah jumlah tegakan lamun. Makin lebar ukuran

panjang dan daun lamun maka semakin besar menutupi substrat dasar perairan (Kasim,2013).

## Komposisi Jenis Makroalga

Jumlah jenis makroalga yang didapatkan pada perairan Pulau Panjang dilihat pada gambar 5.



### Keterangan

PB *Padina boergensenli*

Hy *Hypnea sp*

HS	<i>Halimeda simulans</i>	Co	<i>Codium</i> sp
Cy	<i>Cystoseira</i> sp	CF	<i>Clorodesmis fastigoata</i>
HP	<i>Halimeda pannosa</i>	Sr	<i>Sargassum</i> sp
HO	<i>Halimeda opantia</i>	AE	<i>Avrainvillea ercta</i>
Ca	<i>Caulerpa</i> sp	Am	<i>Ampintroa</i> sp
Hc	<i>Haltmeda cylindraca</i>		

Gambar 5. Jumlah jenis makroalga diperairan Pulau Panjang

Makroalga pada ekosistem lamun yang ditemukan di perairan Pulau Panjang yaitu sebanyak 13 jenis makroalga. Dari hasil tersebut diperoleh makroalga jenis spesies *Hypnea pannosa*, *Halimeda simulans*, *Padina boergensenii*, *Halimeda opantia*, *Cystoseira* sp, *Caulerpa* sp, *Halimeda cylindraca*, *hypnea* sp, *Codium* sp, *Clorodesmis fastigiata*, *Sargassum* sp, *Avrainvillea ercta*, dan *Amphiroa* sp, sedangkan yang ditemukan Palallo (2013) sebanyak 8 spesies makroalga di Pulau Bonebatang. Jenis makroalga paling banyak atau yang paling mendominasi yang ditemukan pada perairan Pulau Panjang yaitu jenis makroalga *Halimeda simulans* di wilayah timur sekitar 52% dan wilayah barat jenis makroalga *Hypnea pannosa* sekitar 33%. Jenis makroalga yang

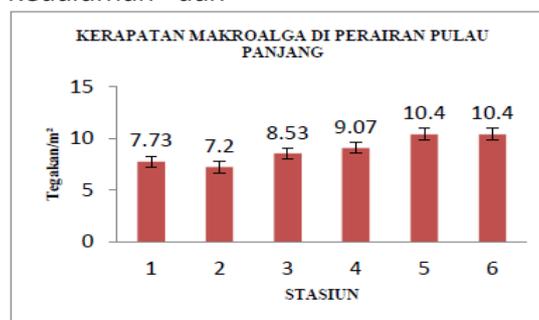
paling sedikit yang ditemukan pada perairan Pulau Panjang yaitu jenis makroalga *Codium* sp, *Cystoseira* sp, *Caulerpa* sp dan *Amphiroa* sp yaitu sekitar 1% saja. Beragamnya jenis makroalga di dua wilayah pada perairan Pulau Panjang. Hal tersebut diduga karena setiap spesies makroalga hidup pada berbagai habitat, seperti pernyataan (Kadi, 2000) bahwa makroalga adalah tumbuhan yang hidup di dasar perairan dengan cara menancap atau melekat di substrat pasir, batu karang dan karang. Makroalga di Pulau Panjang ditemukan dengan menancap dan melekat pada daerah berpasir. Selanjutnya (Trono dan ganzon- Fortes, 1988 dalam Oktaviani, 2002), mengatakan banyak jenis makroalga yang beradaptasi terhadap tipe substrat yang berbeda-beda.

### Kerapatan Makroalga

Kerapatan makroalga yang didapatkan pada wilayah timur di perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada gambar 6. Kerapatan makroalga diseluruh stasiun di perairan Pulau Panjang didapatkan kerapatan tertinggi terdapat pada stasiun 5 dan 6 yaitu berkisar 10,4% dan yang terendah diperoleh di stasiun 2 yaitu berkisar 7,2%.

Tingginya kerapatan makroalga pada ekosistem lamun dikarenakan oleh karakteristik keanekaragaman habitat seperti jenis substrat, kedalaman dan

hamparan padang lamun yang cukup luas dan subur yang cocok hidup sebagai tempat hidup makroalga. Substrat berpasir pada ekosistem lamun merupakan habitat yang cocok untuk tempat hidup makroalga. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asmawi (1998) ada atau tidak adanya suatu jenis makroalga di daerah tertentu tergantung pada kemampuannya untuk beradaptasi dengan substrat yang ada dan penyebaran makroalga di suatu daerah juga dipegaruhi oleh kondisi substrat dan pergerakan air (arus/gelombang).

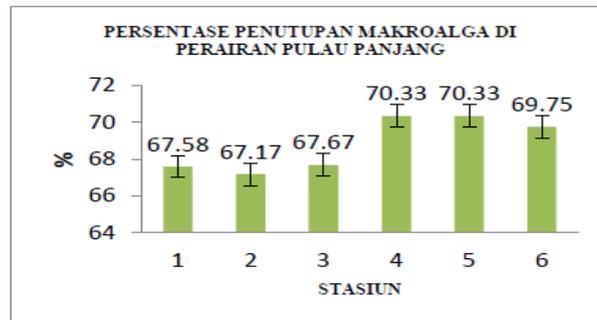


Gambar 6. Rata-rata kerapatan makroalga diperairan Pulau Panjang (15/plot/stasiun)

## Penutupan Makroalga

Persentase penutupan makroalga diseluruh stasiun di perairan Pulau Panjang pada ekosistem padang lamun didapatkan persentase penutupan tertinggi terdapat pada stasiun 4 dan 5

yaitu berkisar 70,33%, dan yang terendah diperoleh di stasiun 2 yaitu berkisar 64,17%. Persentase penutupan makroalga pada ekosistem lamun di perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata persentase penutupan makroalga pada ekosistem lamun di perairan Pulau Panjang (15 plot/stasiun)

Tingginya penutupan makroalga pada stasiun 4, 5, dan 6 diduga dipengaruhi oleh jenis substrat yang mendukung, dimana substrat berpasir, substrat berbatu dan daerah *rubble* (pecahan karang) merupakan habitat yang cocok untuk pertumbuhan makroalga seperti yang dinyatakan Nybakken (1992), bahwa komunitas lamun pada daerah *mid-intertidal* umumnya merupakan habitat berbagai jenis makroalga seperti pada substrat, lumpur encer sampai batu-batuan. Sumich (1992) juga menambahkan bahwa perbedaan bentuk *holdfast* terjadi akibat proses adaptasi terhadap keadaan substrat dan pengaruh lingkungan seperti gelombang dan arus yang kuat yang dapat mencabut *holdfast* tersebut sehingga mempengaruhi keberadaan makroalga. *Holdfast* berbentuk cakram pada substrat yang keras dan berbentuk stolon merambat pada substrat berpasir.

## Asosiasi Makroalga dengan Lamun

Data ada dan tidak adanya makroalga dan lamun pada perairan Pulau Panjang pada wilayah timur memperlihatkan spesies makroalga dan lamun yang ditemukan pada setiap titik pengamatan pada wilayah timur. Spesies makroalga yang paling sering ditemukan yaitu *Halimeda simulans* ditemukan sebanyak 34 titik pengamatan sedangkan jenis lamun *Halodule*

Asosiasi jenis digunakan untuk melihat hubungan satu jenis makroalga maupun lamun dengan jenis yang lainnya pada suatu habitat. Tipe vegetasi makroalga dan lamun di perairan ini termasuk asosiasi campuran dan terdiri atas lebih dari 3 spesies. Tipe asosiasi ini mendominasi substrat pasir sedang. Tipe asosiasi vegetasi makroalga dengan lamun terdiri atas dua atau tiga spesies dalam suatu komunitas merupakan interaksi dengan sesama spesies atau dengan spesies lain dari lingkungan sekitarnya.

Hubungan interaksi antar-spesies atau beda spesies dapat diketahui berdasarkan ada atau tidak ada spesies yang melakukan asosiasi. Asosiasi antar-spesies vegetasi makroalga dan vegetasi lamun merupakan asosiasi multi spesies (*multiple species association*) yang ditunjukkan oleh 45 pasangan spesies makroalga dan lamun.

*uninervis* ditemukan disetiap titik pengamatan dengan total titik pengamatan 45. Pada wilayah barat memperlihatkan spesies makroalga dan lamun yang ditemukan pada wilayah barat. Spesies makroalga *Halimeda simulans* ditemukan sebanyak 41 titik pengamatan sedangkan spesies lamun *Syringodium isoetifolium* ditemukan sebanyak 32 titik pengamatan.

Berdasarkan hasil analisis ada atau tidak adanya makroalga dan lamun selanjutnya dapat dihasilkan perhitungan asosiasi menggunakan tabel *contingency* 2x2 yang dikemukakan oleh (Mueller-Dombois dan Ellenberg dalam Soegiarto,

1994) pada seluruh pasangan spesies pada wilayah timur dan barat. Perhitungan asosiasi seluruh spesies di wilayah timur dan barat dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.

<i>Hypnea pannosa</i>											keterangan : + positif - negatif 0 Netral	
(-)	(-)	<i>Halimeda simulans</i>										
(-)	(-)	(-)	<i>Padina boergenseni</i>									
(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Halimeda opantia</i>								
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Cytosaira sp</i>							
(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Avrainvillea erecta</i>						
(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Caulerpa Sp</i>					
(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Halimeda cylindracea</i>				
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>hypnea Sp</i>			
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	<i>Codium Sp</i>		
(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Clorodesmis fastigiata</i>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Halodule uninervis</i>	
(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	0	<i>Halophila ovalis</i>

Gambar 8. Matriks asosiasi pada wilayah timur diperairan Pulau Panjang

Secara keseluruhan terdapat 78 pasangan spesies makroalga dan lamun yang berasosiasi yang terdiri dari 18 pasangan spesies yang berasosiasi

positif, 48 pasangan yang berasosiasi negatif dan 12 pasangan spesies yang tidak terdapat asosiasi.

<i>Hypnea pannosa</i>											keterangan : + positif - Negatif 0 Netral	
(-)	(+)	<i>Halimeda simulans</i>										
(+)	(+)	(-)	<i>Padina boergenseni</i>									
(+)	(+)	(-)	(-)	<i>Halimeda opantia</i>								
(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Sargassum sp</i>							
(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Cytosaira sp</i>						
(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Avrainvillea erecta</i>						
(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Amphiroa Sp</i>				
(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	<i>Caulerpa Sp</i>				
(+)	(+)	(-)	0	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Thalassia hemprichii</i>			
(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	<i>Syringodium isoetifolium</i>		
(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	<i>Halophila ovalis</i>	
(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	<i>Cymodocea rotundata</i>	
(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Enhalus acoroides</i>	

Gambar 9. Matriks asosiasi pada wilayah barat di perairan Pulau Panjang

Secara keseluruhan terdapat 90 pasangan spesies makroalga dan lamun yang berasosiasi yang terdiri dari 44 pasangan spesies yang berasosiasi positif, 45 pasangan yang berasosiasi negatif dan 1 pasangan spesies yang tidak terdapat asosiasi.

ditemukan hidup sendiri-sendiri. Khoo (2008) adanya interaksi spesies akan menghasilkan suatu asosiasi yang polanya ditentukan oleh apakah dua spesies memilih untuk berada dalam suatu habitat yang sama, mempunyai daya penolakan ataupun daya tarik atau bahkan tidak berinteraksi sama sekali. Dengan demikian suatu asosiasi biasanya bersifat positif, negatif, atau tidak ada asosiasi. Selanjutnya untuk melihat hasil asosiasi multi spesies makroalga dan lamun di Pulau Pajang dapat dilihat pada tabel 9.

Hasil analisis asosiasi multi spesies menunjukkan pada gambar 25 dan 26 terlihat adanya dua tipe asosiasi antar makroalga dan lamun yaitu asosiasi yang bersifat (+) artinya jika kedua spesies sering ditemukan hidup bersama-sama dan yang bersifat (-) artinya jika kedua spesies lebih sering

Tabel 9. Hasil analisis asosiasi multi spesies makroalga dan lamun di perairan Pulau Panjang

No	Unit Sampling (SU)	Timur	Barat
1.	Varians sampel total	1.039	2.009
2.	Varians jumlah spesies total	0.65	1.393
3.	VR (Varians Total)	0.625	0.694

**Keterangan:**

VR > 1,0 berarti semua spesies memperlihatkan asosiasi positif.  
 VR < 1,0 berarti semua spesies memperlihatkan asosiasi negative.

VR yang didapatkan di perairan Pulau Panjang menunjukkan semua spesies yang terdapat di wilayah timur memperlihatkan asosiasi negatif, dimana hasil yang didapatkan yaitu VR < 1,0.

Vegetasi makroalga dan lamun memiliki keterkaitan atau interaksi dan membentuk asosiasi komunitas antar-spesies dengan kemungkinan: (1) hidup pada lingkungan yang sama; (2) memiliki distribusi geografi yang sama; (3) memiliki pertumbuhan yang lain, sehingga memperkecil kompetisi; (4)

**Parameter Lingkungan Perairan**

Parameter lingkungan sebagai data pendukung penelitian. Adapun

memiliki interaksi dengan spesies lain yang menguntungkan salah satu atau kedua spesies.

Hasil analisis memperlihatkan asosiasi makroalga dengan lamun yaitu berasosiasi negatif artinya makroalga dan lamun membutuhkan kebutuhan yang sama dan terjadi kompetisi antara makroalga dengan lamun untuk memperoleh unsur hara dan biofisik lainnya.

parameter lingkungan yang diukur di perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Parameter lingkungan di perairan Pulau Panjang

Stasiun	Parameter Lingkungan					
	Suhu (°C)	pH	Salinitas ‰	DO (mg/l)	Sedimen	Fosfat (mg/l)
1	30	7.5	28	15	Pasir sedang	0.041
2	27	7.3	33	11.31	Pasir sedang	0.073
3	31	7.3	29	10.82	Pasir sedang	0.112
4	29	7.3	31	6.424	Pasir sedang	0.038
5	29	6.8	31	7.876	Pasir sedang	0.022
6	28	7.2	30	7.832	Pasir sedang	0.065

**1. Suhu**

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu permukaan perairan pada seluruh stasiun di wilayah barat Pulau Panjang berkisar 28-20°C, sedangkan pada wilayah timur di Pulau Panjang berkisar antara 27-31°C, suhu tertinggi ditemukan di stasiun III di wilayah timur karena waktu pengambilan data pada saat siang hari pada (pukul 11.43 WITA) dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi.

Adanya penurunan suhu pada perairan stasiun II di wilayah timur disebabkan pada saat sampling kondisi mendung. Menurut Nontji (2005) perbedaan suhu di perairan dipengaruhi oleh kondisi *meteorology* (curah hujan,

penguapan, kelembapan udara, suhu udara, kecepatan angin, dan intensitas cahaya matahari) dengan kondisi suhu air di perairan Indonesia yang berkisar antara 28-31°C.

Hasil pengukuran suhu di perairan pulau panjang berada pada kisaran yang optimum untuk pertumbuhan lamun maupun makroalga. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Hutomo (1985) suhu normal untuk pertumbuhan lamun di perairan tropis berkisar antara 24°C hingga 35°C, sementara Sulistiyo (1976) juga menyatakan pertumbuhan yang baik untuk alga di daerah tropis adalah 20°C- 30°C.

## 2. pH

Hasil pengukuran pH yang didapatkan pada wilayah barat diseluruh stasiun berkisar 6,8 – 7,3, sedangkan pada wilayah timur pH yang dihasilkan diseluruh stasiun berkisar 7,3 – 7,5. Hasil pengukuran pada perairan Pulau Panjang berada pada kisaran pH yang optimal bagi organisme akuatik serta tumbuhan lamun maupun makroalga. Menurut Sinurat (2009), kisaran optimal bagi organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7-8,5.

## 3. Salinitas

Nilai salinitas yang ditemukan berdasarkan hasil pengukuran di dua wilayah yaitu barat dan timur dimana masing-masing wilayah terdiri atas tiga stasiun yaitu berkisar 33-38‰. Adanya perbedaan salinitas di tiap stasiun dipengaruhi adanya sirkulasi air laut dalam proses pasang surut air laut dan pengaruh curah hujan di perairan pulau panjang. Menurut Nyabakken (1992) sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai memiliki salinitas yang rendah sedangkan perairan yang memiliki penguapan yang tinggi, salinitasnya tinggi.

Kondisi merupakan kondisi yang umum ditemukan di perairan laut tropis, dimana menurut Dahuri *et al*, (2001) jenis lamun memiliki toleransi terhadap

salinitas yang berbeda pada kisaran 10-40‰, dengan nilai optimum toleransi air laut yang baik bagi pertumbuhan lamun sebesar 35 ‰, sedangkan menurut Luning (1990) makroalga umumnya hidup di laut dengan salinitas antara 30-32 ‰, namun banyak jenis makroalga hidup pada kisaran salinitas yang lebih.

## 4. DO (mg/l)

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap nilai oksigen terlarut di wilayah barat pada stasiun 1 berkisar 6,424 mg/l, stasiun 2 berkisar 7,876 mg/l dan stasiun 3 berkisar 7,832 mg/l, sedangkan pada wilayah timur oksigen terlarut yang dihasilkan pada stasiun 1 berkisar 15.00 mg/l, stasiun 2 berkisar mg/l dan stasiun 3 berkisar 10.82 mg/l. kadar oksigen terlarut dalam air berasal dari kontak langsung dari udara dan hasil fotosintesis tumbuh-tumbuhan yang ada dalam air.

Secara keseluruhan, kadar oksigen terlarut pada penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan untuk setiap stasiun masih mendukung bagi kelangsungan hidup organisme air serta tumbuhan air lainnya. Sebagaimana yang terdapat pada KEPMEN LH No 51 Tahun 2004 oksigen terlarut >5 menunjukkan nilai baik.

## 5. Sedimen

Adapun hasil pengukuran tipe sedimen di perairan Pulau Panjang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Tipe Substrat atau sedimen

Stasiun	Sub Stasiun	Pasir (%)	Lumpur (%)	Tipe Substrat
1.	1a	100	0	Pasir kasar
	1b	99.5	0.5	Pasir sedang
2.	2a	99.8	0.2	Pasir sedang
	2b	99.8	0.2	Pasir sedang
	2c	99.9	0.1	Pasir sedang
3.	3a	100	0	Pasir kasar
	3b	99.9	0.1	Pasir sedang
	3c	99.9	0.1	Pasir sedang
4.	4a	99.5	0.5	Pasir sedang
	4b	99.5	0.5	Pasir sedang
	4c	99.3	0.7	Pasir sedang
5.	5a	99.4	0.6	Pasir sedang
	5b	100	0	Pasir kasar
	5c	99.3	0.7	Pasir sedang
6.	6a	99.7	0.3	Pasir sedang
	6b	100	0	Pasir kasar
	6c	99.4	0.6	Pasir sedang

Tekstur sedimen di perairan Pulau Panjang adalah pasir sedang dan pasir kasar. Secara umum persentase kandungan pasir dalam sedimen di perairan Pulau Panjang wilayah timur

adalah berkisar 99,5-99,9% dan Kandungan lumpur dalam sedimen berkisar 0,1-0,5%. Sedangkan persentase kandungan pasir dalam sedimen di perairan Pulau Panjang wilayah barat adalah berkisar 99,3-

99,7% dan kandungan lumpur dalam sedimen berkisar 0,3-0,7%. Besarnya kandungan pasir sebagai pembentuk sedimen dipengaruhi oleh besarnya arus dan kemiringan pantai. Semakin besar arus yang masuk ke dalam pesisir, maka partikel-partikel berukuran kecil akan teraduk dan terbawa oleh arus, sehingga partikel – partikel kecil seperti debu tidak sempat untuk mengendap.

Nybakken (1988) menyatakan sedimen pasir pada umumnya miskin akan organisme, tidak dihuni oleh kehidupan makroskopik, selain itu kebanyakan bentos pada pantai berpasir mengubur diri dalam substrat. Pantai berpasir tidak menyediakan substrat yang tetap untuk melekat bagi organisme, karena aksi gelombang secara terus-menerus menggerakkan partikel substrat. Pada jenis sedimen berpasir, kandungan oksigen relatif lebih besar dibandingkan dengan sedimen halus, karena pada sedimen berpasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya, tetapi pada sedimen ini tidak banyak nutrisi, sedangkan pada substrat yang lebih halus walaupun oksigen terbatas namun nutrisi tersedia dalam jumlah yang melimpah (Wood 1987).

#### **6. Nitrat (NO<sub>3</sub>)**

Berdasarkan hasil pengukuran pada setiap stasiun pengamatan tidak menunjukkan adanya konsentrasi nitrat (NO<sub>3</sub>) yang terukur pada perairan Pulau Panjang. Nitrat (NO<sub>3</sub>) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan larut dalam air dan bersifat stabil. Menurut Mutiara (2015), kadar nitrat pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l. kadar nitrat >5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia.

#### **7. Fosfat**

Berdasarkan hasil pengukuran pada setiap wilayah pengamatan, menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat pada wilayah barat berkisar antara 0,022-0,065 mg/l, sedangkan pada wilayah timur berkisar antara 0,041-0,112 mg/l. Menurut Wetzel (1983) menyatakan bahwa kadar rata-rata fosfat dalam laut adalah 0,07 mg/l, sedangkan fosfat untuk perairan dengan

tingkat kesuburan tinggi antara 0,1-0,201 mg/l.

### **KESIMPULAN**

1. Jenis lamun di perairan Pulau Panjang terdiri dari *Cymodocea rotundata*, *Thalasia hemprichi*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Syngodium isoetifolium*, dan *Enhalus acoroides*, dimana habitatnya yaitu pasir sedang. Kerapatan lamun yang ditemukan di perairan Pulau Panjang berkisar antara 65 tegakan/m<sup>2</sup> hingga 700 tegakan/m<sup>2</sup>, sedangkan persentase tutupan lamun yang ditemukan pada Perairan Pulau Panjang dalam kondisi baik/kaya.
2. Jenis makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Panjang terdiri 13 jenis makroalga yaitu *Hypnea pannosa*, *Halimeda simulans*, *Padina boergensenii*, *Halimeda opantia*, *Cystoseira* sp, *Caulerpa* sp, *Halimeda cylindracea*, *hypnea* sp, *Codium* sp, *Clorodesmis fastigiata*, *Sargassum* sp, *Avrainvillea ercta*, dan *Amphiroa* sp. Kerapatan makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Panjang berkisar antara 10,4 tegakan/m<sup>2</sup>, sedangkan persentase penutupan pada perairan Pulau Panjang dalam kondisi baik/kaya.
3. Asosiasi makroalga dengan lamun yang ditemukan di perairan Pulau Panjang yaitu asosiasi negatif (bersaing).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Hutomo, M., Azkab, M.H. 1997. *Peranan Lamun Di Lingkungan Laut Dangkal*. Oseana, 12(1): 13-23.
- Kadi, A. 1999. *Beberapa Catatan Tentang Gelidium (Rhodophyta)*. Puslitbang Oceanologi-LIPI. Jakarta.
- Kepmen LH No 200. 2004. *Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun*.
- Lestari, I. Ibrahim, Y dan Suhara. 2016. *Pola Asosiasi Komunitas Lamun dengan Alga di Pantai Sindangkerta Kecamatan Lipatujua Kabupaten tasikmalaya*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Pasundan Bandung.

- Luning. 1990. *Biogeography and Ecophysiology*. John Wiley and Sons. New York.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta
- Nurzahraeni, 2014. *Keragaman Jenis Dan Kondisi Padang Lamun Di Perairan Pulau Panjang Kepulauan Derawan Kalimantan Timur*. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Palallo, A. 2013. *Distribusi Makroalga Pada ekosistem Lamun dan Terumbu karang Di Pulau bonebatang Kecamatan ujung tanah Kelurahan Barrang lombo Makassar*. Program Studi Ilmu Kelautan Jurusan Ilmu Kelautan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Soegiarto. A. 1994. *Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi Komunitas*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sumich. L. 1992. *An introduction To The Biology Of Marine Life*. Wmc Brown. Dubuque. Iowa.

**PENGARUH *LIGHT TRAP* TERHADAP KEBERADAAN SERANGGA MALAM DI HUTAN UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN, KALIMANTAN UTARA**

***THE EFFECT OF LIGHT TRAP ON THE EXISTENCE OF NIGHT IN THE UNIVERSITY OF BORNEO TARAKAN, NORTH KALIMANTAN***

**Adelyn Salurapa<sup>1</sup>, Endik Deni Nugroho<sup>2</sup>, Nursiah<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Fakultas Pendidikan Biologi, <sup>2)</sup> Staf Pengajar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Borneo Tarakan  
Email: adelynwilber@gmail.com

**ABSTRAK**

Serangga merupakan fauna avertebrata yang sangat penting dalam berbagai ekosistem. Serangga terbagi kedalam dua golongan, nocturnal dan diurnal. Serangga malam merupakan golongan hewan yang menghabiskan sebagian besar hidupnya untuk beraktivitas pada malam hari. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menginventarisasi serangga malam yang didapatkan di hutan Universitas Borneo Tarakan melalui jebakan lighth trap. Pengamatan dilakukan pada malam hari menggunakan 6 jenis warna lampu (merah, putih, hijau, kuning, ungu, biru). Hasil penelitian yang dilakukan di hutan Universitas Borneo Tarakan didapatkan jumlah ordo yang dijumpai pada semua jebakan warna sebanyak 13 ordo, dan 33 famili. Adapun serangga terbanyak pada jebakan lampu warna putih.

**Kata Kunci: borneo, *Light Trap*, malam, serangga**

**ABSTRACT**

*Insects are an important invertebrate fauna in many ecosystems. Insects are divided into two groups, nocturnal and diurnal. Night insects are the animals that spend most of their lives on the move at night. The purpose of this study is to inventory the night insects obtained in Borneo Tarakan University through lighth trap traps. Observations made at night using 6 types of color lights (red, white, green, yellow, purple, blue). The results of research conducted in the forest of Borneo Tarakan University found the number of orders found in all color traps as many as 13 orders, and 33 families. The most insects on the white light trap.*

**Keywords: borneo, *Light Trap*, night, insect**

**PENDAHULUAN**

Serangga merupakan fauna avertebrata yang sangat penting dalam berbagai ekosistem. Serangga memiliki keanekaragaman yang sangat tinggi dengan daya adaptasi yang tinggi pada berbagai habitat (Ilham, 2015). Keanekaragaman yang tinggi dalam sifat-sifat morfologi, fisiologi dan perilaku adaptasi dalam lingkungannya, dan

demikian banyaknya jenis serangga yang terdapat di muka bumi, menyebabkan banyak kajian ilmu pengetahuan, baik yang murni maupun terapan, menggunakan serangga sebagai model/bahan pengamatan (Tarumingkeng, 2001).

Serangga adalah anggota dari filum *atropoda* (binatang dengan kaki beruas-ruas) yang terbagi menjadi tiga sub filum yaitu filum

*Trilobita* (telah punah dan tinggal sisa-sisanya/fosil) *Chelicerata* (terdiri atas beberapa kelas termasuk *Arachnida*) dan *Mandibulata* (terdiri atas beberapa kelas yang salah satunya adalah kelas *insect/Hexapoda*). Serangga malam merupakan golongan hewan yang menghabiskan sebagian besar hidupnya untuk beraktivitas pada malam hari. Menurut Odum (1993:194) bahwa kelompok-kelompok organisme memperlihatkan pola kegiatan yang sinkron dalam satu daur hidup siang maupun malam. Dalam aktifitasnya, serangga malam memerlukan sedikit cahaya sebagai penunjuk jalannya dalam beraktivitas. Serangga malam sangat tertarik dengan cahaya yang agak terang karena serangga beranggapan bahwa warna lampu tersebut sesuai dengan warna makanannya (Hadi, M, 2009). Serangga nokturnal memiliki peranan yang penting dalam menjaga dan melindungi fungsi ekosistem dan berjasa dalam proses dekomposisi serasah dedaunan, pembatas laju pertumbuhan tanaman dan sebagai mangsa dari hewan lain. Serangga nokturnal juga berperan sebagai polinator bagi tumbuhan dengan bunga yang mekar pada malam hari seperti pada *Hylocereus costaricensis* atau buah Naga (Febrina *et al*, 2012).

Kajian mengenai serangga malam yang terdapat di kawasan hutan Universitas Borneo Tarakan masih sangat kurang. Oleh sebab itu perlu adanya kajian mengenai pengaruh cahaya terhadap keberadaan serangga malam. Tujuan dilakukan pengamatan mengenai serangga nocturnal yaitu sebagai bahan inventarisasi jenis-jenis serangga nocturnal melalui jebakan *light trap*. Pengamatan mengenai hal tersebut tentunya akan berdampak pada ekosistem yang ada di kawasan hutan Universitas Borneo Tarakan.

## **METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Pengamatan dilakukan di hutan Universitas Borneo Tarakan pada bulan Mei 2017 dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Untuk mempermudah pengambilan data digunakan jenis pengambilan sampel kuadrat transek.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan yaitu, kayu penyangga, botol film/kodak (plakon), cetok, mikroskop stereo/Lup, kertas label, kuas kecil, pinset, spidol, alat tulis, rool meter, alkohol 15%, jenset, lampu warna warni, buku kunci identifikasi, kain warna putih.

### **Cara Kerja**

1. Observasi  
Observasi dilakukan untuk menentukan tempat pengambilan sampel pengamatan.
2. Prosedur kerja
  - a) Mempersiapkan alat
  - b) Membentangkan kain putih sebagai jebakan serangga.
  - c) Memasang lampu ting pada daerah yang ditetapkan. Setiap dua jam sekali mengambil serangga untuk dijadikan sampel pengamatan. Adapun waktu pengambilan yaitu pukul 20.00, 22.00, 24.00, 02.00.

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan berdasarkan identifikasi jenis-jenis serangga yang telah diperoleh dari percobaan. Pengamatan menggunakan analisis deskriptif terhadap data yang diperoleh berdasarkan kecocokan morfologi dengan sumber literatur yang digunakan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Berdasarkan hasil inventarisasi jenis serangga malam, ditemukan beberapa jenis serangga malam. Diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Hijau)

<b>Waktu Pengambilan</b>	<b>Ordo</b>	<b>Famili</b>	<b>Jumlah</b>
20.00	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Bethylidae</i></b>	<b>5</b>
	<i>Lepidoptera</i>	<b><i>Pieridae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Flatidae</i></b>	<b>1</b>
22.00	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Formicidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Diptera</i>	<b><i>Conopidae</i></b>	<b>1</b>
24.00	<i>Diptera</i>	<b><i>Culicidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Belostomatidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Bethylidae</i></b>	<b>1</b>
02.00	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Bethylidae</i></b>	<b>3</b>

Tabel 2. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Merah)

<b>Waktu Pengambilan</b>	<b>Ordo</b>	<b>Famili</b>	<b>Jumlah</b>
20.00	<i>Coleoptera</i>	<b><i>Coreidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Diptera</i>	<b><i>Culicidae</i></b>	<b>3</b>
	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Alydidae</i></b>	<b>1</b>
22.00	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Miridae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Aphrophoridae</i></b>	<b>1</b>
24.00	<i>Megaloptera</i>	<b><i>Corydalidae</i></b>	<b>1</b>
02.00	-	-	-

Tabel 3. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Putih)

<b>Waktu Pengambilan</b>	<b>Ordo</b>	<b>Famili</b>	<b>Jumlah</b>
20.00	<i>Orthoptera</i>	<b><i>Archidae</i></b>	<b>4</b>
	<i>Ordonanta</i>	<b><i>Aechidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Coleoptera</i>	<b><i>Scerabaeidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Coleoptera</i>	<b><i>Chrysomelidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Dictyoptera</i>	<b><i>Ectobiidae</i></b>	<b>3</b>
	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Formicidae</i></b>	<b>48</b>
	<i>Lepidoptera</i>	<b><i>Hedilidae</i></b>	<b>7</b>
22.00	<i>Orthoptera</i>	<b><i>Mantidae</i></b>	<b>4</b>
24.00	<i>Homoptera</i>	<b><i>Cicadidae</i></b>	<b>1</b>
02.00	<i>Coleoptera</i>	<b><i>Scarabaetidae</i></b>	<b>1</b>

Tabel 4. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Kuning)

<b>Waktu Pengambilan</b>	<b>Ordo</b>	<b>Famili</b>	<b>Jumlah</b>
20.00	<i>Blattodea</i>	<b><i>Blaberidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Orthoptera</i>	<b><i>Acrididae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Diptera</i>	<b><i>Culicidae</i></b>	<b>5</b>
	<i>Hemiptera</i>	<b><i>Reduviidae</i></b>	<b>1</b>
	<i>Coleoptera</i>	<b><i>Scarabaeidae</i></b>	<b>3</b>
	<i>Isoptera</i>	<b><i>Kalotermitidae</i></b>	<b>10</b>
22.00	<i>Homoptera</i>	<b><i>Cicadidae</i></b>	<b>1</b>
24.00	<i>Hymenoptera</i>	<b><i>Halictidae</i></b>	<b>1</b>
02.00	<i>Isoptera</i>	<b><i>Kalotermitidae</i></b>	<b>2</b>

Tabel 5. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Biru)

Waktu Pengambilan	Ordo	Famili	Jumlah
20.00	<i>Coleoptera</i>	<i>Anobiinae</i>	5
	<i>Diptera</i>	<i>Cecidomyiidae</i>	2
	<i>Lepidoptera</i>	<i>Nymphalidae</i>	1
	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	1
22.00	<i>Ortoptera</i>	<i>Gryllidae</i>	1
	<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	2
24.00	<i>Ortoptera</i>	<i>Acrididae</i>	1
02.00	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	1

Tabel 6. Inventarisasi Serangga Malam (Lampu Ungu)

Waktu Pengambilan	Ordo	Famili	Jumlah
20.00	<i>Coleoptera</i>	<i>Scarabaeidae</i>	9
	<i>Mantodea</i>	<i>Mantidae</i>	2
	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pieridae</i>	2
22.00	<i>Coleoptera</i>	<i>Scarabaeidae</i>	3
	<i>Hemiptera</i>	<i>Alydidae</i>	1
	<i>Coleoptera</i>	<i>Melolonthidae</i>	2
24.00	<i>Ortopthera</i>	<i>Blattidae</i>	1
	<i>Coleoptera</i>	<i>Melolonthidae</i>	1
	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	1
02.00	-	-	-

### Pembahasan

Berdasarkan hasil inventarisasi serangga malam yang terdapat pada 5 jebakan warna lampu (hijau, putih, kuning, ungu dan merah), adapun jumlah ordo yang dijumpai pada semua jebakan warna sebanyak 13 ordo, dan 33 famili.

Ternyata lebih banyak dijumpai serangga pada jebakan lampu berwarna putih dan kuning. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Hadi (2009) yang menyatakan bahwa serangga malam sangat tertarik dengan cahaya yang agak terang karena serangga beranggapan bahwa warna lampu tersebut sesuai dengan warna makanannya.

Begitu pula dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Pinandita (2009) yang menggunakan variasi warna cahaya merah, kuning, hijau, biru, dan putih terhadap hama wereng pada area tanaman padi. Berdasarkan hasil tersebut didapat

bahwa penggunaan perangkat warna putih berhasil menangkap hama wereng paling banyak yaitu sebesar 27%.

Setiap cahaya yang terpancar memiliki satuan intensitas tertentu. Intensitas cahaya ini dapat mempengaruhi perilaku serangga (Alim, 2009). Itulah sebabnya hanya lampu yang memiliki intensitas cahaya yang sesuai atau disukai yang dapat menarik datangnya serangga.

Selain karena faktor warna lampu, faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi keberadaan serangga malam. Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa jumlah individu paling tinggi adalah pada waktu pengambilan sampel pukul 20.00 WIB. Waktu aktif tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang ada. Pada kondisi lingkungan yang optimum serangga akan melakukan perkembangbiakan dengan maksimal sehingga

populasinya akan meningkat (Masaroh, 2017). Jumlah individu serangga nokturnal pada pukul 00.00 mengalami penurunan karena faktor abiotik berupa suhu lingkungan menurun, sesuai dengan pernyataan Harmoko (2012) bahwa intensitas kunjungan serangga menurun ketika rerata suhu lingkungan rendah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan inventarisasi diatas maka dapat disimpulkan bahwa serangga malam yang terdapat di hutan Universitas Borneo Tarakan sebanyak 13 ordo dan 33 famili. Ternyata lebih banyak dijumpai serangga pada jebakan lampu berwarna putih dan kuning. Hal tersebut dikarenakan cahaya yang agak terang membuat serangga beranggapan bahwa warna lampu tersebut sesuai dengan warna makanannya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada dosen pengampu matakuliah Ekologi Hewan Universitas Borneo Tarakan yang telah membantu dalam melakukan pengambilan sampel, serta kepada teman-teman mahasiswa pendidikan biologi Universitas Borneo Tarakan yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung proses penyelesaian laporan dan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Dwi Suheriyanto. 2008. *Ekologi Serangga*. Malang: UIN-Malang Press. hal. 131.  
Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.  
Kautsar, Riyanto, Huzaifah S. 2015. *Keanekaragaman Jenis Serangga Nokturnal di Kebun Botani Kampus FKIP Universitas Sriwijaya*

*Indralaya dan Sumbangannya Pembelajaran Biologi di SMA*. Jurnal Pembelajaran Biologi. Volume 2, Nomor 2.

Tarumingkeng. 2001. *Serangga Pada Hutan Mangrove*. Gramedia pustaka. Jakarta.

Ilham A. 2015. *Keanekaragaman Jenis Serangga Nocturnal Pada Perkebunan Kelapa Sawit Kecamatan Besulutu kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara*. Skripsi. Universitas Halu Oleo. Kendari.

Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Febrina Asti, Jasmi dan Armain Lusi. 2012. *Serangga Malam Pada Pertanaman Buah Naga Berdaging Merah (Hylocereus costaricensis) di Negerian Ketaping Kecamatan Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman*. Skripsi. Sumatera Barat : STKIP PGRI Sumatera Barat.

Harmoko, H & Syatrawati. 2012. *Inventarisasi Serangga pada Pertanaman Kakao di Desa Karueng, Kec. Enrekang, Kab. Enrekang*. Jurnal Agrosistem (8) 2 : 57-61.

Masaroh H. Dharmawan A., Rahayu S.E. 2017. *Respon Serangga Nokturnal Terhadap Warna Cahaya di Perkebunan Kakao (Theobroma cacao L.) Desa Jambangan Kecamatan Dampit Kabupaten Malang*. Universitas Negeri Malang.

Alim E.S., Ramza H. 2009. *Piranti Perangkap Serangga (Hama) Dengan Intensitas Cahay*. Laporan Hasil Tahun Pertama Penelitian Hibah Bersaing UHAMKA.

Hadi, M. 2009. *Biologi Insecta*. Graha Ilmu: Yogyakarta.

## **PEMBERIAN AIR SUSU IBU PADA IBU BEKERJA**

### ***BREAST-FEEDING On WORKING MOMS***

**Agus Purnamasari**

Jurusan Kebidanan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Borneo Tarakan  
Jl. Pantai Amal Lama No 1 Tarakan Kode Pos 77115  
E-mail: aguspurnamasari@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Menyusui merupakan hak setiap ibu, termasuk ibu bekerja, dalam Konvensi Organisasi Pekerja Internasional tercantum bahwa cuti melahirkan itu selama 14 minggu dan penyediaan sarana pendukung bagi ibu menyusui di tempat kerja wajib diadakan. Undang-undang Perburuhan di Indonesia No.1 tahun 1951 memberikan cuti melahirkan selama 12 minggu dan kesempatan menyusui 2 x 30 menit dalam jam kerja. Namun ibu bekerja masih dianggap sebagai salah satu faktor penyebab tingginya angka kegagalan menyusui, padahal di negara-negara industri 45-60% tenaga kerja merupakan wanita usia produktif. Survey Demografi Kesehatan Indonesia (SDKI) 2007 menunjukkan bahwa 57% tenaga kerja di Indonesia adalah wanita. Faktor-faktor yang menghambat keberhasilan menyusui pada ibu bekerja adalah pendeknya waktu cuti kerja, kurangnya dukungan tempat kerja, pendeknya waktu istirahat saat bekerja (tidak cukup waktu untuk pemerah ASI), tidak adanya ruangan untuk pemerah ASI, pertentangan keinginan ibu antara mempertahankan prestasi kerja dan produksi ASI. Data keberhasilan menyusui pada ibu bekerja di Indonesia belum ada, namun dari SDKI 2007 di dapatkan data bahwa 95% balita di Indonesia pernah mendapatkan ASI, 44% bayi baru lahir mendapat ASI dalam 1 jam setelah lahir dan 62%, bayi mendapat ASI pada hari pertama namun hanya 32%, bayi yang mendapatkan ASI eksklusif sampai 6 bulan.

**Kata Kunci : Ibu Bekerja, Pemberian Air Susu Ibu**

#### **ABSTRACT**

*Breast-feeding is the right of every mother, including the working mother, in the International Workers Organizations Convention stated that maternity leave was for 14 weeks and providing a means for supporting nursing mothers in the workplace is mandatory held. Indonesia's Labor legislation No.1 year 1951 provides maternity leave for 12 weeks and the chance of breast feeding 2 x 30 mins in work hours. But the working mom still regarded as one of the causes of the high number of factors feeding failure, whereas in industrialized countries 45-60% of the workforce are productive age women. Indonesia Demographic Health Survey (Survey Demografi Kesehatan Indonesia or SDKI) year 2007 showed that 57% of the workforce in Indonesia were women. Factors that impede the success of breast-feeding on Working Moms is the shortness of leave work period, lack of support the workpace, short breaks while working (not enough time for breastfeeding), the lack of room for breastfeeding, contradiction between the desire of the mother retaining the work achievement and the production of breast*

*milk. Data on breastfeeding success among working moms in Indonesia have not been there, but from 2007 SDKI got the data that 95% of toddler in Indonesia ever getting breast milk, 44% of newborn baby gets breast milk in 1 hour after birth and 62%, the baby gets breast milk on the first day but only 32%, infants get exclusive breast milk until 6 months.*

**Keywords: Working Mom, Gift Of Breast Milk**

## **PENDAHULUAN**

ASI adalah yang optimal bagi bayi karena melindungi terhadap infeksi masa kanak-kanak dan penyakit kronis dan mungkin mencegah obesitas. Penelitian secara konsisten menunjukkan tingkat pendidikan yang rendah, usia muda, orang tua tunggal dan untuk multipara, tidak memiliki pengalaman menyusui sebelumnya sebagai faktor risiko untuk awal penghentian pemberian ASI, perempuan yang bekerja, tantangan menyeimbangkan menyusui dan pekerjaan adalah alasan penting untuk penghentian menyusui dalam 6 bulan pertama.

Meskipun ketersediaan fasilitas laktasi tempat kerja dan dukungan dari rekan kerja dan supervisor meramalkan keberhasilan pemberian ASI, sedikit yang diketahui tentang stres kerja. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pekerjaan fleksibel jadwal terkait dengan penghentian pemberian ASI, tetapi stres kerja lainnya tetap teruji. Selain itu, efek manfaat cuti hamil dan pengaturan yang jelas.

Pada beberapa tahun, telah menjadi suatu keadaan umum banyak partisipasi wanita dalam bekerja, sebagian besar hamil pada masa bekerja dan harus melahirkan bayi mereka. Banyak diantaranya memutuskan untuk kembali bekerja setelah melahirkan karena berbagai alasan. Kembalinya bekerja merupakan halangan untuk menyusui karena mereka dipisahkan dari bayi mereka dan dapat berakibat pada durasi dan ASI eksklusif. Jika tidak mendapatkan dukungan, ibu mungkin memutuskan untuk membawa bayi mereka selama bekerja. Hal ini

mendorong bahwa sebagian besar ibu menginginkan menyusui setelah kembali bekerja jika mereka mempunyai akses pada fasilitas, jam kerja yang fleksibel, dan ada jam istirahat. Sebagian besar ibu bekerja data melanjutkan menyusui sampai 6 bulan jika tempat bekerjanya ideal dan mendukung.

Menyusui memiliki manfaat yang sangat besar bagi ibu dan bayi di semua negara khususnya di negara berkembang dengan tingkat kesehatan dan nutrisi yang masih menengah ke bawah. Di negara berkembang yang memiliki banyak kendala ekonomi, seorang ibu yang baru saja melahirkan dituntut untuk dapat kembali bekerja demi memenuhi kebutuhan keluarganya khususnya bayi yang baru dilahirkannya padahal ia masih harus menyusui bayinya. Kemampuan ibu untuk menyediakan ASI yang akan diminum bayinya selamanya ibu bekerja akan sangat berpengaruh pada keputusan akhir ibu untuk lanjut menyusui bayinya atau tidak setelah mereka kembali bekerja. Saat ini berkembang informasi dari hasil penelitian yang menyatakan bahwa suhu terbaik untuk menyimpan ASI adalah 4°C untuk 24-48 jam dan -20°C sampai 70°C untuk waktu yang lebih lama. Bagi ibu yang bekerja dan tetap memerah ASInya, tentunya penyimpanan akan menjadi masalah.

Intervensi tempat bekerja mungkin mempunyai pengaruh positif pada proses menyusui. Keuntungan menyusui juga akan memperpanjang masa kerja pegawai, mengurangi ijin tidak masuk dan mendukung moral/hak pegawai, begitupun jika pegawai mendapat dukungan menyusui di

tempat bekerja, ibu yang melanjutkan menyusui setelah kembali bekerja akan mengurangi kejadian jam kerja yang sedikit karena bayinya sakit, dan sedikit absen tidak bekerja. Untuk mencapai rekomendasi WHO tentang ASI eksklusif ibu membutuhkan dukungan dari lingkungannya (di rumah dan tempat bekerja) yang melindungi dan mempromosikan menyusui. Tapi ibu yang bekerja menghadapi banyak halangan pada tempat bekerja, dukungan dan informasi dibutuhkan untuk mendorong mereka melanjutkan menyusui.

Pekerjaan dapat mempengaruhi ASI bahkan sebelum wanita itu kembali bekerja, perempuan kelas menengah menemukan bahwa wanita yang berencana untuk bekerja penuh waktu postpartum cenderung untuk memulai ASI daripada wanita yang berharap untuk tidak bekerja atau untuk bekerja paruh waktu.

Penelitian kohort telah menemukan bahwa risiko berhenti menyusui pada bulan pertama lebih tinggi daripada di bulan sesudahnya. Mengambil cuti hamil bisa mempengaruhi sejauh mana wanita yang telah memilih untuk memulai pekerjaan menyusui menuju pembentukan ASI ketika dihadapkan dengan rintangan awal. Beberapa perempuan yang bekerja mengambil cuti sebelum melahirkan karena masalah medis, kelelahan, stres, rasa tidak nyaman, atau untuk mempersiapkan kelahiran. Cuti antenatal, dengan memungkinkan fisik dan pemulihan psikologis, dapat berkontribusi untuk peningkatan pasokan susu dan masalah laktasi sedikit. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisa artikel yang berhubungan dengan pemberian ASI pada ibu bekerja.

## **METODE PENELITIAN**

Studi ini merupakan suatu telaah jurnal (literatur review) yang mencoba mengkaji mengenai pemberian ASI pada Ibu Bekerja. Sumber untuk melakukan tinjauan

literatur ini meliputi studi pencarian sistematis database terkomputerisasi (Pubmed, BMC), 1 teks book, 10 artikel ilmiah dan 2 keputusan pemerintah dengan rentang waktu artikel tahun 1996 sampai 2013.

## **LANDASAN TEORI**

### **1. Cara Pemberian ASI pada Ibu Bekerja**

Strategi/ cara pemberian ASI pada ibu bekerja menurut jurnal *Success of Strategies for Combining Employment and Breastfeeding*, penelitian ini menggunakan sampel ibu menyusui yang bekerja, untuk melihat intensitas dan durasi menyusui setelah bekerja. Ada 4 tipe tempat bekerja yang menyediakan strategi dalam pemberian ASI : langsung memberikan ASI pada bayinya, memompa ASI berdasarkan penelitian yang dilakukan di Australia, sebagian besar (51%) wanita bekerja menggunakan pompa manual, dan 33% menggunakan pompa elektrik, menggabungkan memompa ASI dan memberikan langsung pada bayinya dan tidak memberikan ASI selama ibu bekerja.

Pada penelitian ini melihat strategi yang digunakan ibu untuk tetap menyusui diantaranya : memberikan ASI hanya lewat payudara langsung, memompa ASI dan memberikan langsung, memompa ASI saja, dan tidak memompa dan tidak memberikan ASI langsung.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ibu kembali bekerja pada rata rata 11 minggu usia bayinya dan memilih bekerja paruh waktu, yang paling penting dalam penyediaan kebijakan antara bekerja dan menyusui adalah memompa ASI untuk bayi mereka untuk diberikan nanti atau tetap menyertakan bayi mereka selama ibu bekerja sehingga bisa menyusui secara langsung melalui payudaranya. Peneliti menemukan bahwa mayoritas ibu yang menggabungkan antara menyusui dan bekerja akan memompa ASI mereka di tempat bekerja dan menyimpannya untuk bayinya, lalu yang kedua diharapkan

ibu adalah tetap memberikan ASI langsung pada bayinya selama bekerja. Menyusui langsung mempunyai hubungan dengan durasi menyusui yang lebih lama daripada yang hanya memompa ASI. Tapi walaupun begitu, strategi untuk memompa ASI di tempat bekerja dapat menjadi jalan untuk tetap menyusui sama halnya dengan menyusui langsung.

Durasi menyusui pada ke 4 strategi yang digunakan ibu bahwa ibu yang menyusui langsung dari payudaranya mencapai angka rata rata 3,3 poin untuk intensitas menyusui 2 strategi lain yang menerapkan memompa dan memberika ASI langsung memiliki nilai hampir sama, sangat berbeda jauh dengan ibu yang menerapkan tidak menyusui langsung ataupun memompa ASI selama bekerja.

#### A. Penyimpanan ASI

##### 1. Wadah Penyimpanan ASI

Wadah atau tempat yang dianjurkan untuk menyimpan ASI adalah yang keras, terbuat dari kaca atau plastik keras sehingga dapat menyimpan ASI untuk jangka waktu yang lama. Kantung plastik khusus sebagai wadah penyimpanan ASI dapat digunakan untuk jangka pendek kurang dari 72 jam. Penggunaan kantung plastik untuk jangka waktu yang lama tidak dianjurkan karena plastik tersebut dapat tumpah, bocor, terkontaminasi dan beberapa komponen ASI dapat menempel pada kantung plastik tersebut sehingga nilai gizi ASI berkurang. Selain itu wadah penyimpanan ASI sebaiknya kedap udara.

##### 2. Petunjuk Penyimpanan ASI

ASI banyak mengandung zat gizi, zat anti bakteri dan anti virus sehingga perlu diperhatikan cara penyimpanan ASI sebagai berikut :

- a. ASI dapat disimpan pada suhu ruangan  $\leq 25^{\circ}\text{C}$  selama 6-8 jam. Kalau suhu ruangan  $> 25^{\circ}\text{C}$  tahan 2-4 jam. Wadah ASI harus tetap dibiarkan dingin dan tertutup.
- b. ASI dapat disimpan dalam insulated cooler bag dengan ice packs selama 24 jam.
- c. ASI dapat disimpan dalam lemari es/kulkas ( $4^{\circ}\text{C}$ ) sampai 5 hari.
- d. ASI dapat disimpan dalam Freezer dengan tipe :
  - 1) Bagian freezer terletak di dalam lemari es ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) selama 2 minggu
  - 2) Freezer dan lemari es mempunyai pintu yang berbeda ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) selama 3-6 bulan.
  - 3) Deep freezer yang jarang dibuka dan temperaturnya tetap ideal ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) selama 6-12 bulan.
  - 4) Namun ada beberapa bukti yang menyatakan bahwa lemak dalam ASI dapat mengalami degradasi sehingga kualitas ASI menurun.

Beberapa penelitian mendukung bahwa penyimpanan ASI akan bertahan beberapa jam pada suhu sedang ( $19^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$ ) . Penyimpanan pada pendingin dengan suhu  $4^{\circ}\text{C}$  telah dilaporkan dapat menekan pertumbuhan bakteri pada kolostrum dan juga ASI matur. Penelitian yang dilakukan di Nigeria dan Kenya melaporkan angka kejadian yang rendah dari adanya patogen pada ASI yang baru saja diperah atau yang telah disimpan selama 24 jam pada mesin pendingin. Terjadi penekanan bakteri pada ASI pada saat disimpan selama 6-8 jam baik di mesin pendingin maupun di suhu ruangan ( $10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ ).

Berdasarkan hasil-hasil tersebut, sangat perlu dipertimbangkan bagi para ibu bekerja untuk tetap dapat

memberikan ASI kepada bayinya meskipun ia bekerja, yaitu dengan cara penyimpanan yang benar. Sebuah penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menguji stabilitas nutrisi pada ASI seperti protein dan lemak. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat pertumbuhan bakteri selama ASI dikondisikan disimpan pada suhu 15°C-38°C). Pada penelitian ini sampel dibagi dalam dua kelompok, kelompok pertama (n=11) berada di rumah bersama bayi mereka, sedangkan kelompok kedua (n=5) terdiri dari 3 orang yang telah kembali bekerja di rumah sakit ( 2 perawat dan 1 dokter) dan 2 orang adalah ibu yang menghabiskan waktunya di NICU bersama bayi mereka. Bagi ibu yang berada di rumah sakit, dinilai juga apakah bakteri dan mikroba di sekitar rumah sakit mempengaruhi ASInya. 5 orang ibu pada kelompok pertama diteliti sebanyak 2 kali, yang pertama pada satu bulan pertama dan selanjutnya pada 5-6 bulan. Semua bayi menyusui dengan eksklusif pada periode ini.

Penanganan ASI sebelum sampai ke laboratorium sama untuk kedua kelompok. Ibu dalam kelompok pertama dibantu dalam mengeluarkan ASInya di rumah oleh konsultan laktasi terlatih, sedangkan ibu dalam kelompok kedua menerima bantuan serupa di rumah sakit. ASI dikeluarkan dengan menggunakan pompa payudara dan dimasukkan ke tabung polypropylene steril 50-mL. Untuk menghindari variasi harian yang akan mempengaruhi beberapa komponen ASI, maka ASI dikumpulkan antara jam 8.00 dan 10.00 malam. Kelompok I (home-milk) dikumpulkan antara bulan Februari dan Mei (laktasi awal), Mei dan Agustus (laktasi akhir). Kelompok II (hospital-milk) dikumpulkan antara Februari dan Maret. Satu mililiter susu ditempatkan langsung di atas es (kontrol rumah) sedangkan sisa susu disimpan suhu di lingkungan (18°C-25°C) selama pengangkutan ke

laboratorium (78 ± 7,8 menit). Ibu-ibu di kelompok kedua mengeluarkan ASI disalah satu ruangan rumah sakit yang dapat menampung tiga ibu sekaligus. Rumah ibu dan rumah sakit dipertahankan pada suhu yang relatif konstan (20°C - 25°C) dan lembab. Kondisi yang serupa selama pengangkutan susu ke laboratorium di mobil yang panas atau ber-AC. Setelah sampai ke laboratorium, spesimen ASI kedua sejumlah 1 ml diambil sebagai kontrol di laboratorium. Spesimen kontrol yang didapatkan di rumah dan laboratorium disimpan pada suhu -70°C. Temperatur spesimen kontrol dari rumah disimpan pada suhu 1°C selama perjalanan menuju laboratorium. ASI disimpan pada suhu 15°C, 25°C dan 38°C pada tabung gelas bertutup.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi beberapa hal, yaitu :

1. pH ASI.  
Tingkat keasaman dari ASI segar hampir sama dengan laktasi awal (7,02 ± 0,20) dan laktasi akhir (6,96 ± 0,07). Selama penyimpanan, waktu dan suhu mempengaruhi penurunan pH menjadi 5,16 ± 0,26 dan 5,10 ± 0,45 setelah 24 jam penyimpanan pada suhu 38°C.
2. Pertumbuhan bakteri.  
Hampir tidak ditemukan pertumbuhan bakteri selama disimpan dengan suhu 15°C sampai dengan 24 jam. Pada suhu 25°C pertumbuhan bakteri hanya yang non patogen dari flora normal kulit ibu selama 8 jam penyimpanan. Pada suhu 25°C untuk 24 jam dan 38°C untuk 8-24 jam terlihat pertumbuhan bakteri patogen seperti *bacillus coliformis*, *enterococci* dan *S aureus*.
3. Stabilitas protein selama penyimpanan.  
Pengujian terhadap total protein susu selama laktasi awal dan laktasi akhir memperlihatkan konsentrasi protein yang lebih tinggi pada laktasi awal

dibandingkan laktasi akhir ( $1,33 \pm 0,09$  g/dL vs  $1,04 \pm 0,05$  g/dL)

4. Stabilitas lemak selama Penyimpanan.

Sebaliknya dari stabilitas protein ASI ( $p < 0,05$ ) pemecahan lemak terjadi selama penyimpanan lemak. Isi lemak sebanyak  $4,71 \pm 0,75$  dan  $3,18 \pm 0,67$  untuk laktasi awal dan laktasi akhir. Lipolisis telah terbukti terjadi pada satu jam pertama penyimpanan dan meningkat selama periode 24 jam.

B. Petunjuk menghangatkan ASI.

ASI yang paling lama disimpan yang pertama diberikan (first in first out). Cara menghangatkan ASI beku adalah dengan menurunkan ke dalam lemari es (suhu  $4^{\circ}\text{C}$ ) pada malam sebelum digunakan agar mencair kemudian sebelum digunakan hangatkan dengan menempatkan wadah penyimpanan ASI pada air hangat yang mengalir atau mangkuk yang berisi air hangat. Diusahakan jangan sampai air hangat pada mangkuk menyentuh bibir wadah penyimpanan ASI. Dalam menghangatkan ASI sebaiknya tidak menggunakan microwave oven atau kompor untuk memanaskan ASI karena tindakan tersebut dapat meninggalkan noda serta menghancurkan antibodi yang terkandung di dalam ASI. Sebelum diberikan pada bayi wadah penyimpanan ASI dikocok dengan lembut untuk mencampur krim kembali dan panas terdistribusi merata dan jangan mengaduk ASI. Sisa ASI pada wadah yang tidak dihabiskan saat menyusui tidak boleh dipergunakan ulang dan tidak dianjurkan membekukan kembali ASI setelah dicairkan atau dihangatkan.

Faktor-fakto yang Mempengaruhi Pemberian ASI pada ibu bekerja

a. Tingkat pendidikan

Dari penelitian yang dilakukan pada 715 ibu bekerja di Taiwan menunjukkan hasil bahwa ibu yang memiliki pendidikan diploma keatas memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk memberikan ASI sampai usia 6 bulan ( $p < 0.0001$ , OR (odds ratio [OR] = 2.66, CI 1.24-5.21).

Penelitian lain yang dilakukan di California menunjukkan bahwa factor pendidikan dan pendapatan berpengaruh terhadap menyusui pada ibu yang cuti kurang atau sama dari 6 minggu (OR 4.55; CI 1.99-10.39) dan antara 6 minggu sampai 12 minggu (OR 2.28; CI 1.16-4.50).

b. Pengetahuan tentang menyusui.

Pengetahuan ibu bekerja tentang menyusui berpengaruh terhadap keberlanjutan menyusui setelah erakhirnya masa cuti. Salah satu penelitian yang dilakukan di Arab Saudi menunjukkan bahwa pengetahuan ibu bekerja dalam penelitian ini adalah guru masih banyak yang kurang.

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa hampir 46% ibu masih belum mengetahui bahwa menyusui harus on demand dan hanya 28,1 % ibu mengetahui bahwa ASI eksklusif diberikan sampai usia 6 bulan. Sebanyak (31%) mereka memulai untuk menyusui pada 1 jam pertama, namun yang menyusui eksklusif selama 6 bulan hanya 8,3%. Merasa ASI Tidak cukup adan kesulitan menyusui saat kembali bekerja merupakan masalah utama (44%) berhenti menyusui eksklusif.

Sebanyak 38,5% guru tersebut berhenti menyusui sebelum 2 tahun. Hanya 8,6% partisipan yang menyusui lengkap. Bagaimana pun sebanyak (68%) berharap ada kelas menyusui pada kehamilan mereka selanjutnya kesimpulan dari penelitian ini adalah perasaan ibu tidak cukup asi dan masalah kesulitan menyusui saat bekerja merupakan alasan utama mengapa capaian ASI Eksklusif

### c. Dukungan

Dukungan untuk tetap menyusui sambil bekerja datang terutama dari keluarga (74%) dan pasangan (83%) sedangkan dari organisasi hanya 13%.

Penelitian yang bersifat retrospektif dilakukan untuk menilai pengaruh pelayanan laktasi di tempat kerja bagi ibu bekerja (waktu dan ruangan yang diperuntukkan bagi ibu untuk pemerahan ASI nya selama waktu bekerja). Pengaruhnya dilihat akan keberlanjutannya dalam menyusui secara eksklusif bayinya yang dilakukan di Taiwan. Penelitian dilakukan pada sebuah perusahaan dengan jumlah karyawan 20.000 dan 45% diantaranya adalah perempuan. Perusahaan tersebut memiliki 10 pabrik, masing – masing pabrik menyediakan ruang laktasi sebanyak 4 kamar dan sebuah pabrik terbesar bahkan menyediakan 11 ruang laktasi. Ruang laktasi di perusahaan ini terdiri dari 2 jenis, yang pertama ruangan yang disekat sekat antar ruangnya sedangkan tipe yang kedua hanya dibatasi oleh tirai. Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi kondisi dari proses menyusui atau memompa ASI. Hak cutipun diperhatikan oleh

pihak perusahaan, di Taiwan ibu bersalin hanya memperoleh jatah waktu cuti selama 8 minggu saja. Setelah kembali bekerja, ibu diharapkan untuk membawa pompa ASI sendiri sedangkan fasilitas lain disediakan di ruang laktasi seperti meja, kursi, wastafel, sumber listrik dan mesin pendingin. Setiap ibu diberikan waktu istirahat selama maksimal 30 menit sebanyak 2 kali di setiap harinya. Melalui penelitian inilah didapatkan pola apakah setelah ibu kembali bekerja akan meneruskan proses menyusui bayinya ataukah tidak.

Semua variabel independen secara signifikan berkorelasi dengan perilaku menyusui selanjutnya setelah kembali bekerja ( $p < 0,05$ ), kecuali untuk akses ke ruang laktasi ( $P = 0,3043$ ).

Pada jurnal "Interventions in the workplace to support breastfeeding for women in employment (Review)" Dilakukan RCT dan quasi randomized trials membandingkan intervensi tempat bekerja dan tanpa intervensi tempat bekerja, sampel pada penelitian ini ibu yang full time bekerja atau pekerja part time pada sector swasta dan sector umum yang memuntuskan bekerja kembali setelah persalinan. Hasilnya dapat disimpulkan bahwa dukungan dan promosi menyusui pada tempat bekerja menimbulkan keuntungan pada ibu dan bayinya. Jenis intervensi disini adalah mendukung ibu untuk tetap menyusui bayi mereka sampai 6 bulan seperti rekomendasi WHO.

Dukungan tempat bekerja yang dikemukakan juga dikemukakan dalam jurnal *Breastfeeding works: the role of employers in supporting*

women who wish to breastfeed and work in four organizations in England mengemukakan terdapat survey dari durasi menyusui bahwa status pegawai berhubungan dengan durasi menyusui, survey di UK menemukan bahwa 19 % ibu menghentikan menyusui pada 4 bulan karena harus kembali bekerja, hal yang sama juga di Skotlandia, dan Spanyol. Faktor lainnya yang mempengaruhi keberadaan tempat khusus untuk menyusui. Durasi menyusui juga dipengaruhi oleh durasi pekerjaan dan fleksibilitas tempat bekerja. Ibu yang bekerja paruh waktu mencapai durasi menyusui yang lebih lama dibandingkan dengan ibu yang bekerja penuh waktu. Di Nairobi Kenya ibu bekerja antara 4-12 bulan post partum mencapai 94,1 % menyusui eksklusif didukung oleh kebijakan yang member kesempatan menyusui bayi mereka pada saat istirahat atau saat bekerja. Ibu akan lebih memilih menyusui jika ada kebijakan menyediakan kamar menyusui dan tersedia alat pompa ASI di tempat kerja mereka. Pekerjaan yang berhubungan dengan stress mungkin akan membatasi kemampuan ibu untuk memompa ASI atau menyusui. Pada beberapa Negara yang tidak menyediakan intervensi terkait pemberian ASI rata-rata ibu berhenti menyusui bayinya dengan berbagai alasan dan menghentikan menyusui pada usia 4 bulan. Sedangkan di Negara yang menyediakan kebijakan tentang ASI seperti program laktasi mencapai rata-rata durasi menyusui 6 bulan seperti pada table berikut ini :

Waktu yang fleksibel merupakan hal penting menurut 90,7 % responden dan 36,4 % menginginkan waktu istirahat untuk bias memerah dan menyimpan ASI pada saat bekerja, memfasilitasi lemari pendingin untuk penyimpanannya.

d. Faktor psikologis  
Meskipun tempat bekerja memiliki fasilitas laktasi yang baik dan mendapat dukungan dari semua pekerja dan manajer yang ada, tetapi ibu menyusui masih mendapatkan tekanan dari pekerjaannya sendiri. Penelitian yang dilakukan di California, menunjukkan bahwa psikologisosial distress berpengaruh terhadap menyusui.

#### Undang-undang tentang ASI

Pemerintah Indonesia telah mendukung adanya ASI eksklusif dan pemberian ASI pada ibu bekerja dengan dikeluarkannya PP no 33 tahun 2012 tentang ASI eksklusif dan PP No 15 tahun 2013 tentang tata cara penyediaan fasilitas khusus menyusui dan/atau pemerah Air Susu Ibu.

Peraturan pemerintah No 33 tahun 2012 adalah bentuk dukungan pemerintah tentang pemberian ASI eksklusif. Diantara poin penting yang ada didalamnya adalah:

1. Pasal 2 tentang tujuan pemberian ASI eksklusif yaitu memberikan hak bayi, memberikan perlindungan pada ibu dan meningkatkan peran dan dukungan keluarga, masyarakat dan pemerintah
2. Pasal 3 menyebutkan tentang tanggungjawab pemerintah yaitu: menetapkan kebijakan, melakukan advokasi dan

- sosialisasi, memberikan pelatihan, mengintegrasikan materi dalam kurikulum pendidikan, melakukan monev, mengembangkan ilmu, kerjasama dengan pihak lain dan ketersediaan akses
3. Pasal 9 tentang kewajiban untuk melakukan inisiasi menyusui dini
  4. Pasal 11 tentang peraturan pendonor ASI
  5. Pasal 12 tentang kewajiban menolak produk susu formula bayi atau produk susu lainnya
  6. Pasal 13 tentang pemberian informasi dan edukasi tentang keuntungan dan keunggulan ASI, gizi ibu, akibat susu botol dengan cara penyuluhan, konseling dan pendampingan oleh tenaga kesehatan terlatih.
  7. Pasal 14 tentang pemberian sanksi berupa teguran lisan sampai pencabutan izin tenaga kesehatan yang tidak melakukan ketentuan.

Peraturan Pemerintah No 15 tahun 2013 tentang tata cara penyediaan fasilitas khusus menyusui dan/atau pemerah Air Susu Ibu. Diantara poin-poin penting didalamnya adalah:

- 1) Menyebutkan bahwa tempat kerja yang memiliki karyawan perempuan wajib memiliki Fasilitas Khusus Menyusui dan/atau Pemerah ASI yang selanjutnya disebut dengan Ruang ASI adalah ruangan yang dilengkapi dengan prasarana menyusui dan pemerah ASI yang digunakan untuk menyusui bayi, pemerah ASI, menyimpan ASI perah, dan/atau konseling menyusui/ASI.
- 2) Pengaturan Tata Cara Penyediaan Ruang ASI bertujuan untuk memberikan perlindungan kepada ibu dalam memberikan ASI Eksklusif dan memenuhi hak anak untuk mendapatkan ASI Eksklusif; dan meningkatkan

- peran dan dukungan keluarga, masyarakat, Pemerintah Daerah, dan Pemerintah terhadap pemberian ASI Eksklusif.
- 3) Pemberian dukungan dalam pemberian ASI adalah dengan menyediakan fasilitas untuk pemerah, memberikan waktu untuk pemerah, memberikan peraturan yang mendukung ASI eksklusif dan menyediakan tenaga terlatih.
  - 4) Jumlah ruang ASI didasarkan atas jumlah pekerja perempuan, luas area kerja, pengaturan jam kerja, bahaya tempat kerja dan sarpras yang ada
  - 5) Ruang ASI dapat berupa bangunan tersendiri atau bagian dari tempat pelayanan kesehatan yang ada.
  - 6) Persyaratan kesehatan Ruang ASI :
    - a. Tersedianya ruangan khusus dengan ukuran minimal 3x4 m<sup>2</sup> dan/atau disesuaikan dengan jumlah pekerja perempuan yang sedang menyusui;
    - b. Ada pintu yang dapat dikunci, yang mudah dibuka/ditutup;
    - c. Lantai keramik/semu/karpet;
    - d. Memiliki ventilasi dan sirkulasi udara yang cukup;
    - e. Bebas potensi bahaya di tempat kerja termasuk bebas polusi;
    - f. Lingkungan cukup tenang jauh dari kebisingan;
    - g. Penerangan dalam ruangan cukup dan tidak menyilaukan;
    - h. Kelembapan berkisar antara 30-50%, maksimum 60%; dan
    - i. Tersedia wastafel dengan air mengalir untuk cuci tangan dan mencuci peralatan.

- 7) Peralatan menyimpan ASI
  - a. Lemari pendingin (*refrigerator*) untuk menyimpan ASI;
  - b. Gel pendingin (*ice pack*);
  - c. Tas untuk membawa ASI perahan (*cooler bag*); dan
  - d. *Sterilizer* botol ASI.
- 8) Peralatan pendukung lainnya meliputi:
  - a. meja tulis;
  - b. kursi dengan sandaran untuk ibu memerah ASI;
  - c. konseling menyusui kit yang terdiri dari model payudara, boneka, cangkir minum ASI, spuit 5cc, spuit 10 cc, dan spuit 20 cc;
  - d. media KIE tentang ASI dan inisiasi menyusui dini yang terdiri dari poster, foto, *leaflet*, *booklet*, dan buku konseling menyusui);
  - e. lemari penyimpanan alat;
  - f. dispenser dingin dan panas;
  - g. alat cuci botol;
  - h. tempat sampah dan penutup;
  - b. penyejuk ruangan (AC/Kipas angin);
  - c. *nursing apron*/kain pembatas/ pakai krey untuk memerah ASI;
  - d. waslap untuk kompres payudara;
  - e. tisu/lap tangan; dan
  - f. bantal untuk menopang saat menyusui.
- 9) Pasal 12 Standar untuk Ruang ASI sekurang-kurangnya meliputi:
  - a. kursi dan meja;
  - b. wastafel; dan
  - c. sabun cuci tangan.
- 10) Pasal 13: Pengurus tempat kerja harus menyediakan tenaga terlatih untuk memberikan konseling, yang telah mengikuti bersertifikat pelatihan konseling menyusui yang diselenggarakan pemerintah

- 11) Pasal 18: Tempat kerja atau tempat sarana umum harus menyediakan dana untuk mendukung peningkatan pemberian ASI eksklusif.

## KESIMPULAN

Kembalinya ibu untuk bekerja setelah masa menyusui seharusnya bukan menjadi kendala bagi ibu untuk tetap memberikan ASI eksklusif dan melanjutkan menyusui sampai usia 2 tahun. Untuk saat ini telah berkembang untuk cara memerah ASI secara manual maupun elektrik yang aman serta terjaganya kualitas ASI dengan penyimpanan pada suhu yang sesuai sehingga kualitas dan komponen ASI tetap bertahan. Pemerintah sendiri telah mendukung untuk tercapainya ASI eksklusif dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah No 33 tahun 2012 tentang ASI eksklusif dan menjamin tenaga kerja wanita di Indonesia untuk tetap memberikan ASInya dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah No 15 tahun 2013 tentang tata cara penyediaan fasilitas khusus menyusui dan/atau memerah Air Susu Ibu. Dengan adanya hal diatas diharapkan angka pemberian ASI eksklusif dan keberlanjutan pemberian ASI sampai usia 2 tahun di Indonesia akan meningkat sehingga meningkatkan kualitas generasi penerus di Indonesia yang lebih sehat dan lebih cerdas.

## DAFTAR PUSTAKA

Margit Hamosh, PhD, Lone A. Ellis, MS, Darren R. Pollock, BS Theresa, R. Henderson, and Paul Hamosh, MDI, 1996 :*Breastfeeding and the Working Mother: Effect of Time and Temperature of Short-term Storage on Proteolysis, Lipolysis, and Bacterial Growth in Milk*. Pediatrics;97;492.

- Su-Ying Tsai, 2013 : *Impact of a Breastfeeding-Friendly Workplace on an Employed Mother's Intention to Continue Breastfeeding After Returning to Work*. Breastfeeding Medicine Volume 8, Number 2.
- Abdulwadud OA, 2007 : Snow ME. *Interventions in the workplace to support breastfeeding for women in employment (Review)*. The Cochrane Library, Issue 3
- Sara B. Fein, PhDa, Bidisha Mandal, PhDb, Brian E. Roe, PhDc. 2008 : *Success of Strategies for Combining Employment and Breastfeeding*. Pediatrics;122;S56
- Sylvia Guendelman, PhDa, Jessica Lang Kosa, PhDa, Michelle Pearl, PhDb, Steve Graham, MPHb, Julia Goodman, MPHa, Martin Kharrazi, PhDc. 2009 : *Juggling Work and Breastfeeding: Effects of Maternity Leave and Occupational Characteristics* Pediatrics 123;e38
- IDAI. *Indonesia Menyusui*. 2010. IDAI
- Danielle Weber, Anneka Janson, Michelle Nolan, Li Ming Wen and Chris Rissel. 2011 : *Female employees' perceptions of organizational support for breastfeeding at work: findings from an Australian health service workplace*. International Breastfeeding Journal, 6:19
- Ali Mohamed Al-Binali, 2012 : *Breastfeeding knowledge, attitude and practice among school teachers in Abha female educational district, southwestern Saudi Arabia* International Breastfeeding Journal, 7:10
- Danielle Weber, Anneka Janson, Michelle Nolan, Li Ming Wen and Chris Rissel. 2011 : *Female employees' perceptions of organizational support for breastfeeding at work: findings from an Australian health service workplace*. International Breastfeeding Journal, 6:19
- Frances Biagioli, M.D., 2003 : *Returning to Work While Breastfeeding* Oregon Health & Science University School of Medicine, Portland, Oregon American Family Physician www.aafp.org/afp Volume 68, Number 11 / December 1
- Joanna Kosmala-Anderson<sup>1</sup>, Louise M. Wallace,. 2006. *Breastfeeding works: the role of employers in supporting women who wish to breastfeed and work in four organizations in England*. Journal of Public Health | Vol. 28, No. 3, pp. 183-191 |
- Peraturan Pemerintah No 33 tahun 2012 tentang ASI eksklusif
- Peraturan pemerintah No 15 tahun 2013 tentang tata cara penyediaan fasilitas khusus menyusui dan/atau pemerah Air Susu Ibu.

**PENGARUH RESISTANSI PEMBUMIAN TERHADAP PRAKIRAAN JANGKA  
PENDEK BIAYA INSTALASI SISTEM PEMBUMIAN PERALATAN PADA  
GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN**

***INFLUENCE OF GROUNDING RESISTANCE AGAINST SHORT TERM  
FORECASTING SYSTEM GROUNDING INSTALLATION COSTS OF  
EQUIPMENT IN BUILDING ENGINEERING LABORATORY  
UNIVERSITY BORNEO TARAKAN***

**Achmad Budiman**

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan,  
Jalan Amal Lama No.1 Tarakan, Kalimantan Utara. 77123.  
Email Address : achmad1177@gmail.com

**ABSTRAK**

Pembumian sistem yang kurang mampu untuk menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Risiko yang lebih banyak arus tidak akan optimal disalurkan kembali ke bumi. Semakin kecil nilai resistensi, semakin baik sistem pembumian. Dalam kondisi tertentu tanah, landasan ketahanan nilai juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman elektroda. Pengukuran hasil tanah satu batang perlawanan nilai dengan panjang 1.5 m, diameter 0.045 m, kedalaman 3 m di gedung Laboratorium rekayasa Universitas Borneo Tarakan diperoleh nilai  $R$  (bumi) = 12,76  $\Omega$ , sementara perhitungan  $R$  (bumi) = 12.85  $\Omega$  dengan rata-rata nilai tanah liat berlumpur resistivitas ( $\rho$ ) = 38.58  $\Omega$ -m. Untuk pencapaian  $\Omega \leq 5$  nilai perlawanan grounding yang diperlukan dalam persyaratan umum instalasi listrik (PUIL 2000) akan memerlukan minimal tiga tanah batang, biaya yang diperlukan untuk membangun sebuah sistem grounding dengan tanah tiga batang adalah Rp. 11.875.000. Jangka pendek biaya yang diperlukan untuk membangun sebuah sistem *grounding* dengan asumsi tingkat pertumbuhan tetap 3,5% pada tahun 2018 dari Rp 12,291,571.45 sampai 2022 adalah Rp 14,109,206.10.

**Kata kunci: Batang tunggal elektroda, Biaya, Bumi perlawanan, Resistivitas**

**ABSTRACT**

*Earthing systems are less well able to cause damage to electrical equipment. The risks are more current can not be optimally channeled back to earth. The smaller the resistance value, The better the earthing system. In certain soil conditions, grounding resistance value is also influenced by the depth of planting electrodes. The measurement results one ground rod resistance value with a length of 1.5 m, a diameter of 0.045 m, a depth of 3 m in Building Engineering Laboratory of the Borneo Tarakan University obtained value  $R$  (earth) = 12.76  $\Omega$ , while the calculation of  $R$  (earth) = 12.85  $\Omega$  with the average value of muddy clay resistivity ( $\rho$ ) = 38.58  $\Omega$ -m. For the attainment of the grounding resistance value  $\leq 5 \Omega$  as required in the General Terms Electrical Installation (PUIL 2000) will require a minimum of three ground rod, The cost required to build a grounding system with three ground rod is Rp. 11.875.000. Short term the cost required to build a grounding system with assuming a fixed growth rate of 3.5% in 2018 of Rp 12,291,571.45 until 2022 is Rp 14,109,206.10.*

**Keywords : Single rod electrodes, Cost, Earthing resistance, Resistivity**

## PENDAHULUAN

Universitas Borneo Tarakan terletak sangat dekat dengan wilayah pesisir pantai amal dan mempunyai kondisi tanah berbeda dengan daerah perkotaan. Kondisi tanah tersebut mempengaruhi sistem pembumian peralatan kelistrikan. Sistem pembumian yang kurang baik dapat mengakibatkan arus bocor tidak dapat disalurkan secara maksimal kembali ke bumi sehingga menimbulkan resiko keamanan dalam hal penggunaan peralatan listrik. Semakin kecil nilai tahanan pembumian maka semakin baik sistem pembumiannya. Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pembumian juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman elektroda. Sehingga sistem pembumian yang baik sangatlah penting.

Pembumian menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) adalah penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu dan Nilai tahanan pembumian yang dipersyaratkan dalam PUIL 2000 adalah  $\leq 5 \Omega$ .

Pencapaian dalam penelitian ini adalah mengetahui kedalaman optimal elektroda pasak tunggal Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dengan nilai tahanan pembumian  $\leq 5 \Omega$  dan selisih antara pengukuran dan perhitungan tidak lebih dari 1%.

Sistem pembumian (*grounding system*) adalah suatu perangkat instalasi yang berfungsi untuk

melepaskan arus lebih atau arus gangguan ke dalam bumi salah satu melepas muatan arus petir. Tingkat kehandalan sebuah *grounding* ada dinilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam maka semakin baik. Kelayakan *grounding* harus bisa mendapatkan nilai tahanan sebaran maksimal 5 ohm (PUIL 2000 : 68) dengan menggunakan *earth grounding tester*. Namun begitu untuk daerah yang resistansi jenis tanahnya sangat tinggi resistansi pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 ohm (PUIL 2000 : 68).

Menurut (Hutauruk, T.S, 1991), untuk mengetahui nilai-nilai tahanan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pembumian karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi berbeda mempunyai tahanan jenis yang berbeda.

Elektroda pembumian adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Penghantar pembumian yang tidak berisolasi ditanam dalam tanah dianggap sebagai elektroda pembumian. Ukuran minimum elektroda pembumian dapat dilihat pada Tabel 1 (PUIL, 2000: 82).

Tabel 1. Ukuran Minimum Elektroda Pembumian

Bahan jenis elektrode	Baja digalvanisasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
Elektrode batang	Pipa baja 25 mm Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 Batang profil lain yang setaraf	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 $\mu\text{m}$	

Sumber: PUIL 2000

Untuk melakukan perhitungan tahanan pembumian elektroda pasak tunggal menggunakan persamaan dalam IEEE Std 142-2007 yang dikembangkan oleh Profesor H. B. Dwight dari Institut Teknologi Massachusetts:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \left( \ln \left[ \frac{4L}{a} \right] - 1 \right)$$

Dengan:

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-cm)

L = Panjang elektroda pasak (cm)

a = Jari-jari elektroda pasak (cm)

R = Tahanan pembumian untuk elektroda pasak (ohm)

Tujuan utama pembumian adalah menciptakan jalur yang *low impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*. Penerangan, arus listrik, *circuit switching* dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik atau *transient voltage*.

Pembiayaan merupakan bagian yang penting dalam sistem

kelistrikan sub bagian pembumian peralatan dan perlu prakiraan pembiayaan tahun berikutnya berdasarkan kurs rupiah tahun berjalan. Prakiraan pembiayaan tersebut dapat menggunakan persamaan trend eksponensial.

$$L_n = L_o + (1 + \alpha)^n$$

Dengan:

$L_n$  = Pembiayaan tahun ke-n (Rupiah)

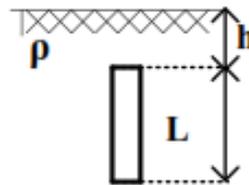
$L_o$  = Pembiayaan tahun awal (Rupiah)

$\alpha$  = Pertumbuhan pembiayaan

n = Tahun pembiayaan

### METODOLOGI PENELITIAN

Obyek penelitian ini adalah Tanah di Halaman Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Propinsi Kalimantan Utara dengan fokus pada Sistem Pembumian Peralatan Elektroda Pasak Tunggal dengan desain dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain pemasangan elektroda pasak

Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada obyek penelitian adalah:

- 1) Digital *Earth Tester* model 4105A;
- 2) Satu buah Pasak Elektroda dengan panjang 1,5 m berdiameter 0,045 m;
- 3) Palu / Martil, Tang Jepit, Meteran, Bor Tangan (*Hand Boring*);
- 4) Satu set pengujian kadar air ( $w$ );
- 5) Satu unit komputer.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut :

- 1) Studi pustaka dengan mengadakan studi literatur baik dari buku-buku maupun penelitian sebelumnya.

- 2) Observasi keadaan di lapangan untuk koleksi data.
- 3) Melakukan pengujian kadar air dari sampel tanah di laboratorium.
- 4) Melakukan pengukuran tahanan pembumian di lapangan.
- 5) Analisa data dan melakukan perbandingan hasil antara pengukuran data perhitungan.
- 6) Analisa pembiayaan instalasi berdasarkan nilai tahanan pembumian dan Prakiraan pembiayaan 5 tahun kedepan.
- 7) Kesimpulan dan Saran.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kadar air ( $w$ ) tanah liat berlumpur dari lokasi penelitian yang dilakukan di Laboratorium

Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan adalah 274,18% pada Tabel 2 dan Tabel 3 memiliki hasil 300,84%, sedangkan pada Tabel 4

memiliki hasil 350,22%, menunjukkan bahwa kadar air ( $w$ ) semakin tinggi pada kedalaman tanah tertentu.

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air ( $w$ ) Tanah Liat berlumpur untuk kedalaman 1 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah ( $W_1$ ) gram	154,5	156,3	153,7
Berat Cawan + Tanah Kering ( $W_2$ ) gram	118,5	118,7	110,5
Berat Air ( $W_1 - W_2$ ) gram	36	37,6	43,2
Berat Cawan ( $W_3$ ) gram	10,1	10,2	9,9
Berat Tanah Kering ( $W_2 - W_3$ ) gram	108,4	108,5	100,6
Kadar Air ( $W$ ) = $(W_1 - W_2) / (W_2 - W_3) \times 100\%$	301,11%	288,56%	232,87%
<b>Rata-rata</b>	<b>274,18%</b>		

Sumber: Hasil uji laboratorium FT-UBT, 2016

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Air ( $w$ ) Tanah Liat berlumpur untuk kedalaman 2 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah ( $W_1$ ) gram	175,8	157,2	146,9
Berat Cawan + Tanah Kering ( $W_2$ ) gram	131,5	125,8	109,9
Berat Air ( $W_1 - W_2$ ) gram	44,3	31,4	37
Berat Cawan ( $W_3$ ) gram	10,9	11,3	11,7
Berat Tanah Kering ( $W_2 - W_3$ ) gram	120,6	114,5	98,2
Kadar Air ( $W$ ) = $(W_1 - W_2) / (W_2 - W_3) \times 100\%$	272,23%	364,65%	265,65%
<b>Rata-rata</b>	<b>300,84%</b>		

Sumber: Hasil uji laboratorium FT-UBT, 2016

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air ( $w$ ) Tanah Liat berlumpur untuk kedalaman 3 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah ( $W_1$ ) gram	153,3	156,2	138,7
Berat Cawan + Tanah Kering ( $W_2$ ) gram	118,1	119,2	115,8
Berat Air ( $W_1 - W_2$ ) gram	35,2	37	22,9
Berat Cawan ( $W_3$ ) gram	11,4	10,8	11,7
Berat Tanah Kering ( $W_2 - W_3$ ) gram	106,7	108,4	104,1
Kadar Air ( $W$ ) = $(W_1 - W_2) / (W_2 - W_3) \times 100\%$	303,12%	292,97%	454,58%
<b>Rata-rata</b>	<b>350,22%</b>		

Sumber: Hasil uji laboratorium FT-UBT, 2016

Kadar air pada tanah dapat mempengaruhi nilai  $R_{(pembumian)}$ , menunjukkan bahwa penempatan

elektroda pembumian pada kedalaman tanah yang memiliki kadar air ( $w$ ) tinggi maka

memperkecil nilai tahanan pbumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik.

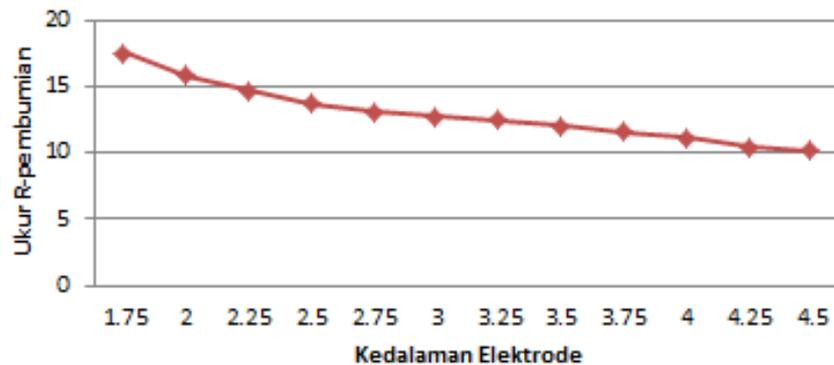
Pengukuran tahanan tanah liat berlumpur pada lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dilakukan dengan cara membenamkan elektroda pasak

yang memiliki panjang elektroda pasak 1,5 m berdiameter 0,045 m dalam beberapa variasi kedalaman dan membaca hasil pengukuran tersebut pada alat ukur Digital *Earth Tester* model 4105A seperti yang disajikan dalam Tabel 5 dan Gambar 2.

Tabel 5. Hasil pengukuran  $R_{(pembumian)}$  untuk Elektroda Pasak Tunggal 1,5 m.

Kedalaman Elektroda (m)	Nilai Pengukuran $R_{(pembumian)}$ ( $\Omega$ )			
	I	II	III	Rata-rata
1,75	17,2	17,5	17,9	17,53
2	15,5	16,1	16	15,86
2,25	14,7	14,6	14,9	14,73
2,5	13,3	13,9	14	13,73
2,75	12,9	13,1	13,3	13,1
3	12,6	12,8	12,9	12,76
3,25	12,3	12,4	12,6	12,43
3,5	12	12	12,1	12
3,75	11,8	11,5	11,4	11,56
4	11,3	11,1	11	11,13
4,25	10,3	10,4	10,6	10,43
4,5	10	10,1	10,3	10,13

Nilai Ukur R-pembumian vs Kedalaman Elektrode



Gambar 2. Grafik Nilai Ukur Tahanan Pbumian vs Kedalamaman Elektrode

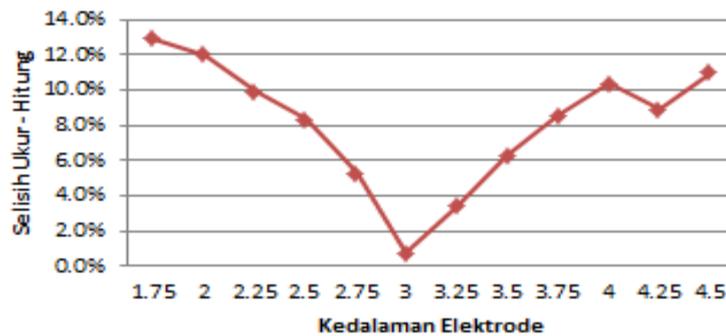
Data hasil pengukuran diuji dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan tahanan pbumian elektroda pasak tunggal yang dikembangkan oleh Profesor H. B. Dwight dari Institut Teknologi Massachusetts.

Hasil perhitungan nilai rata-rata tahanan jenis tanah liat berlumpur ( $\rho$ ) dengan variasi kedalaman di

lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan diperoleh sebesar  $38,58 \Omega\text{-m}$  dan hasil perhitungan Nilai  $R_{(pembumian)}$  disajikan dalam bentuk berikut :

Untuk perbandingan nilai ukur dan hasil perhitungan  $R_{(pembumian)}$  untuk elektroda pasak 1,5 m dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 3.

### Selish Ukur-Hitung vs Kedalaman Elektrode



Gambar 3. Grafik Prosentase Selish Nilai Ukur dan Hitung Tahanan Pembumian

Dari Tabel 6, diketahui selish terkecil antara pengukuran dan perhitungan

$R_{(pembumian)}$  elektroda pasak 1,5 m adalah 0,7 % pada kedalaman 3 m.

Tabel 6. Hasil perbandingan  $R_{(pembumian)}$  untuk Elektroda Pasak Tunggal 1,5 m.

Kedalaman Elektroda (m)	Hasil Nilai		Selish (%)
	Pengukuran $R_{(pembumian)}$ ( $\Omega$ )	Perhitungan $R_{(pembumian)}$ ( $\Omega$ )	
1,75	17,53	20,14	13,0%
2	15,86	18,03	12,1%
2,25	14,73	16,35	9,9%
2,5	13,73	14,98	8,3%
2,75	13,1	13,83	5,3%
3	12,76	12,85	0,7%
3,25	12,43	12,02	3,4%
3,5	12	11,29	6,3%
3,75	11,56	10,65	8,5%
4	11,13	10,08	10,4%
4,25	10,43	9,58	8,9%
4,5	10,13	9,12	11,0%

Untuk mencapai  $R_{(pembumian)} \leq 5 \Omega$  yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) maka dipasang minimal 3 buah elektrode pasak 1,5 m yang jarak minimumnya sebesar dua kali panjang elektrode.

### PEMBIAYAAN INSTALASI SISTEM PEMBUMIAN

Untuk memasang instalasi sistem pembumian diperlukan material dengan spesifikasi pada Tabel 7 sesuai dengan  $R_{(pembumian)} \leq 5 \Omega$  :

Tabel 7. Material dan biaya instalasi sistem pembumian

Material	Satuan	Harga (Rupiah)	Volume	Jumlah Harga (Rupiah)
Kabel BC 16 mm <sup>2</sup>	meter	20.000	50	1.000.000
Batang Tembaga 5/8"	batang	800.000	3	2.400.000
Pipa Galvanis Medium 1/2"	meter	150.000	9	1.350.000
Busbar Connector	buah	100.000	3	300.000
Copper Butter Connector	buah	90.000	3	270.000

Ground Rod Drilling Head	buah	100.000	3	300.000
Ground Rod Drive Head	buah	85.000	3	255.000
Ground Rod Coupler	buah	90.000	3	270.000
Scun	buah	80.000	6	480.000
Bentonite	Kg	2.000	25	50.000
Grounding Box 50x50cm	unit	200.000	1	200.000
Instalasi	Ls	5.000.000	1	5.000.000
<b>Total</b>				<b>11.875.000</b>

Total biaya yang dibutuhkan untuk mencapai  $R_{(pembumian)} \leq 5 \Omega$  yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) dengan memasang 3 buah elektrode pasak 1,5 m yang jarak minimumnya sebesar dua kali panjang elektrode adalah sebesar Rp. 11.875.000. Jika hanya 1 elektrode yang ditanam diperkirakan kebutuhan biaya lebih murah sebesar 40% dari biaya instalasi 3 elektrode tetapi nilai tahanan pembumian tidak memenuhi syarat dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000).

Berdasarkan analisa tersebut maka semakin banyak elektrode pembumian yang ditanam maka semakin besar membutuhkan biaya material dan instalasinya.

Dengan tahun dasar 2017 pada Tabel 8 maka dapat diperkirakan nilai pembiayaan instalasi pembumian dengan asumsi nilai pertumbuhan tetap sebesar 3,5% berturut-turut tahun 2018 sebesar Rp 12.291.571,45 sampai dengan tahun 2022 adalah Rp 14.109.206,10.

Tabel 8. Material dan biaya instalasi sistem pembumian

Tahun	Kurs Rupiah Rata-Rata	Biaya Instalasi Sistem Pembumian (Rupiah)
<b>2013</b>	<b>11.674,9</b>	<b>-</b>
<b>2014</b>	<b>11.866,0</b>	<b>10.422.714,71</b>
<b>2015</b>	<b>13.391,5</b>	<b>10.593.316,01</b>
<b>2016</b>	<b>13.301,7</b>	<b>11.955.192,90</b>
<b>2017</b>	<b>13.329,6</b>	<b>11.875.000,00</b>
<b>2018</b>	<b>13.797,2</b>	<b>12.291.571,45</b>
<b>2019</b>	<b>14.281,2</b>	<b>12.722.756,11</b>
<b>2020</b>	<b>14.782,2</b>	<b>13.169.066,59</b>
<b>2021</b>	<b>15.300,8</b>	<b>13.631.033,52</b>
<b>2022</b>	<b>15.837,5</b>	<b>14.109.206,10</b>

### KESIMPULAN

- 1) Kadar air tinggi pada tanah dapat memperkecil nilai tahanan pembumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik.
- 2) Hasil pengukuran nilai tahanan pembumian elektroda pasak tunggal dengan panjang 1,5 m, diameter 0,045 m, kedalaman 3 m pada Gedung Laboratorium

- Teknik Universitas Borneo Tarakan diperoleh nilai  $R_{(pembumian)} = 12,76 \Omega$  sedangkan hasil perhitungan diperoleh nilai  $R_{(pembumian)} = 12,85 \Omega$  dengan nilai rata-rata tahanan jenis tanah liat berlumpur ( $\rho$ ) = 38,58  $\Omega$ -m.
- 3) Untuk pencapaian nilai tahanan pembumian  $\leq 5 \Omega$  maka

- diperlukan minimal 3 buah elektrode pasak tunggal.
- 4) Biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem pembumian peralatan dengan 3 buah elektrode pasak tunggal adalah Rp. 11.875.000.
  - 5) Prakiraan jangka pendek biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem pembumian peralatan dengan 3 buah elektrode pasak tunggal dengan asumsi nilai pertumbuhan tetap sebesar 3,5% berturut-turut tahun 2018 sebesar Rp 12.291.571,45 sampai dengan tahun 2022 adalah Rp 14.109.206,10.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asep Dadan Hermawan. 2010. Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis *Early Streamer* (Studi Kasus UPT LAGG BPPT). Universitas Indonesia, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Jakarta: Yayasan PUIL
- Hutauruk, T.S. 1991. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan. Erlangga, Jakarta
- IEEE Std 142-2007. *IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*
- John D. McDonald, 2012, *Electric Power Substations Engineering Third Edition, Taylor & Francis Group, LLC*
- Linda Pasaribu. 2011. Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pembumian Tanah (Tesis). Universitas Indonesia, Jakarta
- Muhammad Taqiyyuddin Alawiy. 2013. Pengaruh Kedalaman Penanaman dan Jarak Elektrode Tambahan Terhadap Nilai Tahanan Pembumian, Universitas Islam, Malang
- Managam Rajagukguk, 2012, Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah, Universitas Tanjungpura, Pontianak
- [Http://www.materialgrounding.com](http://www.materialgrounding.com)
- [Https://id.investing.com](https://id.investing.com)
- [Https://id.wikipedia.org](https://id.wikipedia.org)



## PEDOMAN PENULISAN JURNAL BORNEO SAINTEK

**PERSYARATAN UMUM.** Naskah berupa tulisan asli mengenai hasil suatu penelitian, catatan penelitian, analisis kebijakan, dan ulasan (dalam bentuk *review*) dalam bahasa Indonesia yang belum pernah dimuat dalam jurnal ilmiah internasional maupun nasional.

**FORMAT TULISAN.** Naskah diketik dua spasi pada kertas HVS ukuran A4 dengan *margins Top: 1", Left: 1.5", Bottom: 1", Right: 1"* dan huruf bertipe *Times New Roman* berukuran 11 *point*, dan spasi 1. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan. Gambar dan Tabel dikelompokkan bersama di akhir naskah pada lembar terpisah.

Catatan hasil penelitian dan ulasan ditulis sebagai naskah sinambung tanpa subjudul metode penelitian serta Hasil dan Pembahasan. Catatan hasil penelitian dan ulasan ditulis tidak lebih dari 12 halaman (termasuk Gambar dan Tabel). Isi dibuat 2 kolom.

Format tulisan disusun dengan urutan sebagai berikut:

1. **Judul** : ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, judul artikel harus spesifik dan efektif.
2. **Nama Lengkap Penulis** : Nama penulis lengkap tanpa gelar, penulis untuk korespondensi dilengkapi dengan nomor telepon/*handphone*, e-mail, dan fax.
3. **Nama Lembaga/Institusi** : Disertai alamat lengkap dengan nomor kode pos.
4. **Abstrak** : Dibuat dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, masing-masing tidak lebih dari 250 kata.
5. **Kata Kunci (Keywords)**: Ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris terdiri atas tiga sampai lima kata yang diletakkan di bawah abstrak/*abstract* dan kata kunci dituliskan menurut abjad.
6. **Pendahuluan** : Berisi latar belakang penelitian yang dilakukan, kalimatnya singkat, padat, dan jelas. Pada pendahuluan ini juga disertakan tujuan penelitian yang dituliskan pada akhir paragraf.
7. **Metode Penelitian** : Berisi bahan dan alat, lokasi penelitian, metode/cara pengumpulan data (survey atau perancangan percobaan), dan analisa data.
8. **Hasil dan Pembahasan** : Disajikan dalam bentuk teks, Tabel maupun Gambar. Pembahasan berisi interpretasi hasil penelitian yang diperoleh dan dikaitkan dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan (penelitian sebelumnya).
9. **Kesimpulan** : Memuat makna hasil penelitian, jawaban atas hipotesis atau tujuan penelitian.
10. **Ucapan Terima Kasih (bila diperlukan)** : Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penelitian yang hasilnya dilaporkan pada jurnal ini dan memberikan penghargaan kepada beberapa institusi.
11. **Daftar Pustaka** : Sesuai dengan yang diacu dalam tubuh tulisan dan menggunakan pustaka primer minimal 80% dari jurnal. Cara penulisannya seperti contoh berikut ini:
 

Penulisan acuan dari **jurnal** :  
Gutierrez-Gonzalez JJ, Guttikonda SK, Tran LSP, Aldrich DL, Zhong R, Yu O, Nguyen HT, and Slepser DA, 2010 : Differential Expression of Isoflavone Biosynthetic Genes in Soybean During Water Deficits, *Plant Cell Physiol.* 51(6): 936-948.

Penulisan acuan dari **buku** :

Gray JS, Elliott M. 2009. *Ecology of Marine Sediment*. Oxford (GB): Oxford University Press.

(*Temminck dan Schlegel*) Di Perairan Teluk Bura, Nagasaki, Jepang. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Penulisan acuan dari **prosiding** :

McKenzie LJ, Yoshida RL. 2009. Seagrass-watch. In: *Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia*. The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali, 9<sup>th</sup> May 2009.

Penulisan acuan dari **internet** :

Savage E, Ramsay M, White J, Bread S, Lawson H, Hunjan R, Brown D. 2005. Mumps outbreaks across England and Wales in 2004: observational study. *BMJ* [Internet]. [diunduh 2010 Des 28]; 330 (7500): 1119-1120. Tersedia pada: <http://bmj.bmjournals.com/cgi/reprint/330/7500/1119>.

Penulisan acuan dari **skripsi/tesis/disertasi** :

Sari, Paska P. 2000. Reproduksi Ikan "Shirogisu" *Sillago japonica*

**PENGIRIMAN.** Penulis diminta mengirimkan satu eksemplar naskah asli beserta dokumen (*softfile*) dari naskah asli tersebut yang harus disiapkan dengan program *Microsoft Word*. Naskah dan *softfile* dikirimkan kepada:

**Redaksi Jurnal BORNEO SAINTEK**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
Universitas Borneo Tarakan (LPPM-UBT)

Gedung Rektorat Lantai 3 Jalan Amal Lama No. 01, Kelurahan Pantai Amal,  
Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara.  
Telp 08115307023; Faks: (0551) 2052558.