

E-ISSN-2580-7129  
Print- ISSN-1978-610X

# TECHNO

JURNAL PENELITIAN



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS KHAIRUN

TECHNO	Volume 06	Nomor 1	Halaman: 1-63	Ternate, Mei 2017
--------	-----------	---------	---------------	-------------------



E-ISSN-2580-7129  
Print- ISSN-1978-610X

## TECHNO: JURNAL PENELITIAN

Jurnal homepage: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno>  
Volume 06 Nomor 01 Mei 2017

### ALAMAT REDAKSI

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Khairun  
Jl. Pertamina kampus II Gambesi. No. Telepon, : 0921-3110901, 3110903.  
Email; redaksi. [techno.unkhair@gmail.com](mailto:techno.unkhair@gmail.com)/[hannakhairunnisa2013@gmail.com](mailto:hannakhairunnisa2013@gmail.com)

### TERBIT PERTAMA TAHUN 2007

#### PEMIMPIN REDAKSI

M. Nasir Tamalene

#### ANGGOTA REDAKSI

Mufti Amir Sultan  
Muhammad Amin  
Ramli Hadun  
Bahtiar

#### EDITOR/PENYUTING

Yanhar Ammari  
Mukhtar Yusuf

#### DESAIN GRAFIS/LAYOUT

Mohamad Jamil  
Abdul Haris

#### SIRKULASI

Ahmad Jafar

**Techno:** Jurnal Penelitian yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Khairun Ternate, dua kali terbit dalam setahun. Jurnal Techno adalah publikasi ilmiah dalam ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang eksakta dari perspektif multi dan interdisipliner



E-ISSN-2580-7129  
Print- ISSN-1978-610X

## TECHNO: JURNAL PENELITIAN

Jurnal homepage: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno>  
Volume 06 Nomor 01 Mei 2017

### DAFTAR ISI

- Isolasi Kapang Pendegradasi Hidrocarbon Dari Limbah Minyak Bumi PT. Ollop Bula** 1-10  
Muhammad Rijal
- Penggunaan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Perilaku Beton pada Daerah Lingkungan Laut** 11-17  
Imran , Mufti Amir Sultan, Julfikra Sastra Tuahuns
- Kapasitas Lentur Balok Beton dengan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama** 18-26  
Mufti Amir Sultan, Imran, Siswoko
- Studi Manajemen Persediaan Just In Time pada Proyek Konstruksi Gedung KPP Menteng** 27-36  
Edward Rizky Ahadian
- Aplikasi Metode Importancae Performance Analysis dalam Analisa Tingkat Pelyanan Mode Speedboat** 37-45  
Abdul Gaus, Chaerul Anwar, Sutrisno Putra P
- Analisis Kualitas Air yang Tercemar Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara** 46-54  
Azis Husen
- Dekomposisi Serasah *Avecennia lanata* pada Berbagai Tingkat Kedalaman Tanah** 55-63  
Ningsi Saibi dan A.R. Tolangara

## Isolasi Kapang Pendegradasi Hidrocarbon Dari Limbah Minyak Bumi PT. Ollop Bula

Muhammad Rijal

Pendidikan Biologi, IAIN Ambon

\*Corresponding authors: rijal\_rijal82@yahoo.co.id

Manuscript received: 02-02-2017 Revision accepted: 09-04-2017

### Abstrak

Tingginya aktivitas penambangan minyak lepas pantai mengakibatkan terjadinya pencemaran air oleh tumpahan minyak bumi mentah, sehingga berdampak terhadap kerusakan ekosistem. Secara alami tumpahan minyak dilepas pantai dapat hilang oleh aktivitas mikroorganisme. Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi hidrocarbon. Hasil penelitian diperoleh 6 isolat kapang yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi hidrocarbon. Isolat V memiliki kemampuan yang lebih kuat dan isolat I memiliki kemampuan yang paling lemah dalam mendegradasi hidrocarbon.

**Kata kunci:** kapang, isolat, hidrocarbon

### Abstract

The high activity of offshore mining cause water pollution by crude petroleum spill thus impacts the ecosystem damage. Naturally, offshore oil spills can be lost by microorganism activities. *Kapang* (mold) is one of microorganisms having an ability to degrade hydrocarbon. The research result found 6 isolates of *kapang* having the ability to degrade hydrocarbon. Isolate V had stronger ability, whereas isolate I was the weaker in degrading hydrocarbon.

**Keywords:** molds, isolates, hydrocarbon

### PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan penduduk dunia. Sumber energi lain belum dapat menggantikan peran minyak bumi sepenuhnya sebagai sumber energi utama. Hal ini mendorong perkembangan industri pengilangan minyak untuk meningkatkan kegiatan eksplorasi, transportasi dan proses pengolahan minyak (Sinta Silvia, 2009). Selain sebagai sumber energi, minyak bumi merupakan sumber devisa bagi negara. Sebagai sumber energi, minyak bumi memiliki banyak sekali manfaatnya seperti untuk kegiatan industri, transportasi dan rumah tangga (Karwati, 2009). Tetapi keberadaan minyak bumi juga dapat mencemari lingkungan darat, air, dan udara selama kegiatan industri minyak bumi berjalan. Pencemaran minyak bumi dapat berasal dari tumpahan selama kegiatan pengeboran, kebocoran sistem penyimpanan, produksi, pembuangan limbah dari kegiatan industri, rembesan dari sumbernya, pengilangan, dan transportasi (Sailubhai, 1986). Pencemaran minyak bumi dapat menimbulkan masalah cukup serius terhadap ekosistem pantai, sungai, darat dan lingkungan dekat eksplorasi minyak. Hal ini disebabkan karena minyak bumi mengandung salah satu kontaminan yang sulit diurai yaitu senyawa hidrokarbon (Karwati,

2009). Ketika senyawa tersebut mencemari permukaan tanah, maka zat tersebut dapat menguap, tersapu air hujan, atau masuk ke dalam tanah kemudian terendap menjadi zat beracun yang menyebabkan keracunan pada makhluk hidup, mengganggu penyerapan cahaya untuk fotosintesis tumbuhan air dan mempengaruhi keseimbangan ekosistem sekitar (Jusfan, 1995). Hal ini sejalan dengan pendapat Alexander *dalam* Karwati yang menyatakan bahwa keberadaan kontaminan yang sukar diuraikan dan bersifat toksik pada tanah akan mengganggu pertumbuhan tanaman dan organisme lain yang hidup di dalamnya. Akibatnya, kualitas dan daya dukung lingkungan terhadap makhluk hidup menjadi berkurang sehingga perlu penanganan yang serius. Untuk itu perlu dicari suatu cara penanggulangan yang tepat, cepat, efektif dan tidak mengganggu lingkungan.

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran minyak bumi. Secara garis besar dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologi (Udiharto, 1992). Menurut Doeffler *dalam* Shinta Sivia, penanggulangan secara fisika, biasanya digunakan pada langkah awal penanganan untuk mengisolasi secara cepat sebelum minyak tersebut menyebar. Penanggulangan secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan dispersan, sehingga minyak tersebut dapat terdispersi (Sinta Silvia, 2009). Kedua cara ini masih memiliki kelemahan yaitu mahal pengoperasiannya, dapat mengganggu kehidupan di lingkungan tersebut dan sifatnya tidak mendaur.

Penanggulangan secara biologi merupakan alternatif untuk mengatasi limbah minyak bumi tanpa merusak lingkungan dengan memanfaatkan mikroorganisme pendegradasi (Udiharto, 1992). Penguraian suatu bahan organik kompleks menjadi bentuk lain yang lebih sederhana berupa CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan logam dengan aktifitas mikroorganisme sehingga tidak mencemari lingkungan disebut biodegradasi (Thomas, 1992). Menurut Udiharto, keuntungan menggunakan metode tersebut diantaranya ekonomis, cukup efektif, efisien, dan lebih ramah lingkungan. Melalui kegiatan ini diharapkan lahan atau lingkungan yang tercemar minyak bumi akan menjadi normal kembali (Udiharto, 1992).

Biodegradasi oleh mikroorganisme dapat terjadi karena mikroorganisme tersebut memanfaatkan komponen penyusun minyak bumi. Adapun komponen penyusun minyak bumi adalah karbon sekitar 85% dan hidrogen 12% (Hidrokarbon), serta 1-5% unsur nitrogen, fosfor, sulfur, oksigen, serta unsur logam (Koesmadinata, 1980). Senyawa hidrokarbon yang memiliki komponen terbesar pembentuk minyak bumi digunakan sebagai sumber karbon oleh beberapa mikroorganisme tertentu, sedangkan senyawa non-hidrokarbon merupakan nutrisi pelengkap bagi pertumbuhannya, sehingga dapat melakukan metabolisme secara baik. Sebagai hasil proses tersebut terhadap minyak bumi adalah terjadinya degradasi atau pemutusan rantai hidrokarbon yang biasa disebut biodegradasi hidrokarbon minyak bumi (Udiharto, 1999).

## **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui isolat kapang dari limbah minyak bumi yang mampu mendegradasi hidrokarbon minyak bumi dan untuk mengetahui kemampuan isolat kapang dalam mendegradasi minyak bumi.

### Tahap Persiapan

- Mempersiapkan kapang yang telah diisolasi dari limbah minyak bumi.
- Mempersiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.
- Melakukan sterilisasi pada alat-alat yang tahan pada suhu panas dengan menggunakan oven.

### Tahap Pelaksanaan

- Timbang media PDA sebanyak 21 gram tambahkan aquades sebanyak 500 ml.
- Melarutkan media tersebut hingga homogen.
- Media yang sudah homogen di panaskan di atas *hot plate*, jika sudah panas angkat media tersebut.
- Sterilisasikan media dengan menggunakan autoclave.
- Setelah itu tuangkan kedalam cawan petri  $\pm 15-20$  ml.

### Pembuatan Slide Kulture

Pembuatan slide kulture yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode isolasi pada cawan agar; dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengukur limbah minyak bumi dengan volume tertentu yang telah di tumbuhi kapang sebanyak  $\pm 10$  ml.
- Kemudian sampel tersebut diencerkan dengan pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , dan  $10^{-3}$ .
- Kemudian masing-masing pengenceran diambil sebanyak kurang lebih 1 ml dan dimasukkan ke dalam media PDA yang telah diberi minyak bumi dengan menggunakan metode *sperael plate*.
- Setelah itu dimasukkan kedalam inkubator selama  $\pm 5 \times 24$  jam.
- Media yang telah ditumbuhi kapang dibuat dalam slide kulture.

### Tahap Pengujian

- Melakukan pengukuran awal pada sampel minyak bumi yang meliputi suhu, pH, Kadar Oksigen dan kadar hidrokarbon pada minyak bumi.
- Melakukan pengukuran akhir pada sampel minyak bumi yang meliputi suhu, pH, Kadar Oksigen dan kadar hidrokarbon pada minyak bumi setelah 1 minggu pengamatan.
- Hasil dari semua data penelitian ditabulasi pada lembar pengamatan.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah suhu, pH, DO dan Kadar Hidrokarbon. Suhu diukur dengan menggunakan termometer, pH diukur dengan pH digital, DO diukur dengan DO meter, dan kadar hidrokarbon diukur dengan Spektrofotometri serapan atom. Data yang dianalisis adalah data awal dan data akhir penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Menurut Dwi Astuti untuk menghitung persentase degradasi minyak bumi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\%B = \frac{(BMo - BMn)}{BMo} \times 100\%$$

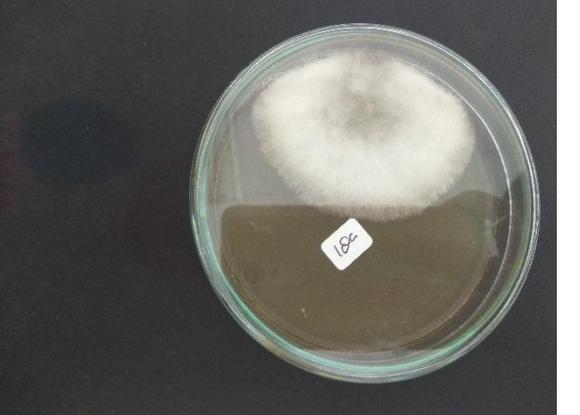
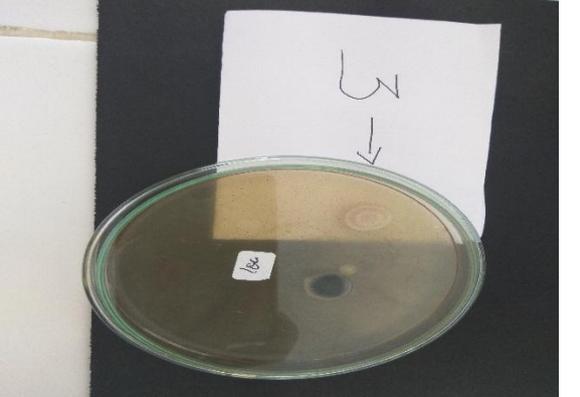
Keterangan:

- %B = persen degradasi (%)  
BMo = berat minyak awal (g)  
BMn = berat minyak akhir (g)

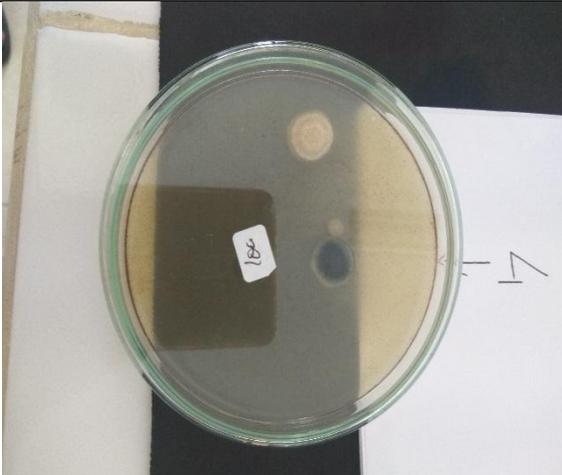
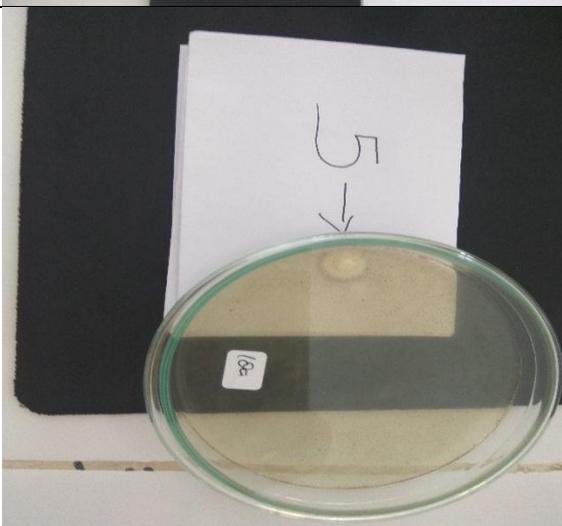
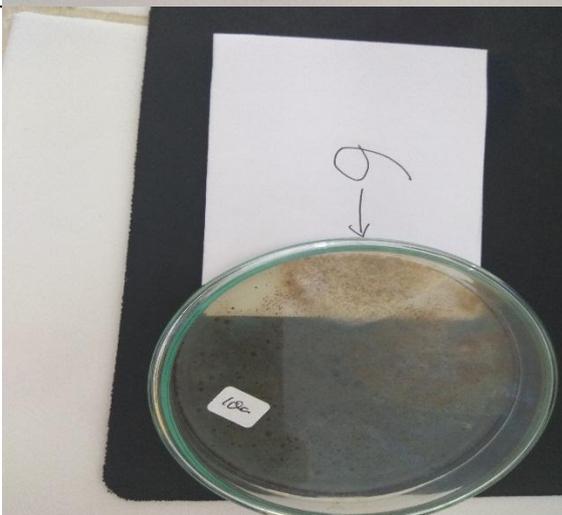
**HASIL PENELITIAN**

Limbah minyak bumi mentah yang diperoleh dari bak penampungan PT Olof di bawa ke laborartorium MIPA IAIN Ambon dan dilakukan proses reparasi dan menumbuhkan kapang pada medium PDA + amoxylin. Hasil pengujian diperoleh 6 jenis kapang dengan ciri morfologi sebagai berikut

Tabel 1. Isolat Kapang dari Limbah Minyak Bumi PT Olof

Kode Pengujian	Gambar Kapang	Ciri Khas
I		Koloni putih menyerupai kapas
II		Koloni bagian tepi berwarna putih menyerupai kapas dan bagian tengah berwarna hitam
III		Koloni berwarna krem menyerupai bukit dengan tepi rata

RIJAL. KAPANG, ISOLAT, HYDROCARBON.

IV	 A petri dish containing a dark, circular colony with a distinct, lighter-colored (cream) outer edge. A small white label with the number '186' is visible on the dish. A handwritten '4' with an arrow points to the colony.	Koloni berwarna hitam dengan tepi berwarna krem
V	 A petri dish showing a single, round colony with a serrated or irregular edge, appearing to form a small mound. A white label with the number '186' is present. A handwritten '5' with an arrow points to the colony.	Koloni bulat, tepi bergerigi dan membentuk bukit
VI	 A petri dish with a brown, powdery or fuzzy colony. A white label with the number '186' is visible. A handwritten '6' with an arrow points to the colony.	Warna koloni coklat menyerupai serbuk

Berdasarkan Tabel 1 ditemukan 6 jenis kapang yang tumbuh pada media PDA + amoxylin dengan bentuk dan warna koloni yang bervariasi. Setiap koloni yang ditemukan kemudian di uji aktivitasnya dalam mendegradasi hydrocarbon dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Uji Aktivitas Degradasi Hidrocarbon Isolat Kapang

Kode Kapang	Berat Awal Limbah Minyak (g)	Berat Akhir Limbah Minyak (g)	Persentase Degradasi (%)
I	0,27	0,13	51,85
II	0,41	0,13	68,29
III	0,58	0,16	72,41
IV	0,71	0,16	77,46
V	0,80	0,13	83,75
VI	0,91	0,16	82,42

Berdasarkan Tabel 2 tersebut diperoleh data bahwa kemampuan mendegradasi hydrocarbon isolat kapang berbeda-beda. Kapang yang paling kuat mendegradasi hydrocarbon adalah isolat dengan kode V dan yang paling lemah dalam mendegradasi hydrocarbon adalah isolat dengan kode I.

## PEMBAHASAN

Minyak bumi adalah suatu campuran yang sangat kompleks yang mengandung 50-98% komponen hidrokarbon dan non hidrokarbon. Kandungannya bervariasi tergantung pada sumber minyak. Minyak bumi mengandung senyawa karbon 83,9-86,8%, hidrogen 11,4-14%, belerang 0,06-8,0%, nitrogen 0,11-1,7% dan oksigen 0,5% dan logam (Fe, Cu, Ni), 0,03%. Terdapat empat seri hidrokarbon minimal yang terkandung di dalam minyak bumi, yaitu seri n-paraffin (n-alkana) yang terdiri atas metana ( $\text{CH}_4$ ), aspal yang memiliki atom karbon (C) lebih dari 25 pada rantainya, seri iso-paraffin (isoalkana) yang terdapat hanya sedikit dalam minyak bumi, seri neptena (sikloalkana) yang merupakan komponen kedua terbanyak setelah n-alkana, dan seri aromatik. Komposisi senyawa hidrokarbon pada minyak bumi berbeda bergantung pada sumber penghasil minyak bumi tersebut (Udiharto, 1999).

Leahy dan Rita, menyatakan bahwa kemampuan tumbuh dari mikroorganisme yang mendegradasi minyak bumi berbeda-beda tergantung adaptasi mikroorganisme tersebut terhadap lingkungannya (Leahli, 1990). Menurut Higgins dan Gilbert, bahwa pada lingkungan yang tercemar oleh minyak bumi, tingkat pertumbuhannya akan lebih cepat dan jumlahnya akan lebih banyak bila dibandingkan dengan lingkungan yang tidak tercemar (Higgins, 1978). Hal ini sejalan dengan pendapat Atlas, bahwa syarat mikroba yang ditambahkan kedalam tumpahan minyak bumi adalah memiliki kemampuan dalam mendegradasi komponen minyak bumi, memiliki gen yang stabil, viabilitas yang tinggi, pertumbuhan yang cepat, aktifitas enzimatis yang tinggi, mampu berkompetisi dengan mikroorganisme indigenos, bersifat non-patogen dan tidak menghasilkan senyawa metabolit yang bersifat toksik (Atlas, 1981).

Kemampuan mikroorganisme mendegradasi minyak bumi dan produk-produknya tergantung pada adaptasi dan fisiologis mikroorganisme tersebut dengan lingkungannya. Disamping itu, faktor lingkungan juga akan menentukan kecepatan biodegradasi. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi biodegradasi minyak bumi adalah:

### **Komposisi Minyak (Struktur Kimia)**

Biodegradasi suatu senyawa berkaitan dengan struktur senyawa hidrokarbon maupun konsentrasi minyak. Biodegradasi hidrokarbon minyak bumi oleh mikroba terjadi pada hidrokarbon jenuh terlebih dahulu dan diikuti dengan hidrokarbon aromatik. Konsentrasi hidrokarbon minyak yang tinggi memiliki tingkat toksik yang tinggi pula sehingga dapat menyebabkan laju biodegradasi hidrokarbon minyak bumi menurun.

### **Komunitas Mikroba**

Komposisi suatu mikroba dapat sangat mempengaruhi suatu proses degradasi hidrokarbon minyak bumi (Udiharto, 1999). Beberapa karakteristik penting yang harus dimiliki mikroba hidrokarbonoklastik diantaranya memiliki enzim oksegenase dan mengikat hidrokarbon, menghasilkan emulsifer, mengoptimalkan kontak antara mikroorganisme dengan hidrokarbon (Rosenberg, 1996). Selain itu proses biodegradasi hidrokarbon minyak bumi dipengaruhi oleh jumlah mikroba hidrokarbonoklastik karena jumlah mikroba yang cukup akan menghasilkan banyak produk enzim tertentu yang dapat mendegradasi hidrokarbon minyak bumi (Nugroho, 2007).

### **Temperatur**

Temperatur merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi biodegradasi senyawa hidrokarbon. Terutama terhadap proses metabolisme dan laju pertumbuhan bakteri. Secara umum, peningkatan suhu berpengaruh terhadap aktivitas enzim. Diluar temperatur optimum pertumbuhan bakteri menjadi lambat atau tidak ada pertumbuhan (Lay, 1999).

### **Oksigen**

Menurut Jordan dan Payne dalam Sinta Silvia, mikroorganisme membutuhkan oksigen baik dalam bentuk oksigen bebas yang diperoleh dari udara maupun oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen mempunyai arti penting dalam biodegradasi minyak bumi. Oksigen digunakan untuk proses reaksi oksidasi dan respirasi mikroorganisme. Sebagian besar mikroorganisme pendegradasi minyak bumi tergolong dalam mikroorganisme aerob (Sinta Silvia, 2009). Oksigen merupakan komponen penting yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada lingkungan hidrokarbon. Oksigen digunakan untuk mengaktifkan enzim oksigenase dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon (Sharpley, 1966). Pertumbuhan bakteri akan terhambat pada kondisi oksigen yang terbatas. Kebutuhan oksigen dapat dipenuhi dengan aerasi yaitu dengan cara pengocokan dengan shaker (Alpetri, 1999).

### **pH**

Kemampuan mikroorganisme mendegradasi senyawa hidrokarbon juga dipengaruhi oleh pH, karena pH menentukan optimalnya aktivitas enzim. Bakteri secara umum memiliki pH sekitar 7 (Lay, 1994).

### **Nutrisi**

Unsur karbon yang terdapat pada minyak bumi digunakan mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Selain nutrisi dari sumber karbon, mikroorganisme juga membutuhkan nutrisi tambahan. Nutrisi tambahan berupa nitrogen dan fosfor dapat menstimulasi biodegradasi minyak bumi (Sinta Silvia, 2009). Penambahan amonium sulfat  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  sebagai sumber nitrogen dan kalium dihidrofosfat  $(\text{KH}_2\text{PO}_4)$  sebagai sumber fosfor sering dipakai dalam percobaan pengurangan pencemaran minyak mentah oleh mikroorganisme. Nitrogen berperan dalam pembentukan asam amino, enzim, pembentukan sel dan fosfor berperan untuk pembentukan asam amino, transport energi dan pembentukan senyawa antara dalam reaksi metabolisme dalam sel mikroorganisme tersebut (Yojana, 1995).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 6 isolat kapang memiliki kemampuan dalam mendegradasi hydrocarbon dalam lima bah minyak bumi. Umumnya mikroorganisme yang hidup di lingkungan minyak bumi adalah bakteri dan ragi. Beberapa bakteri yang mampu mengoksidasi hidrokarbon adalah *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Beberapa ragi yang mampu menggunakan hidrokarbon diantaranya *Candida*, *Deborymyces*, *Hansenula*, *Saccharomyces*, dan *Torulopsis* (Alpetri, 1999). Selain bakteri dan ragi, kapang juga diketahui mampu mendegradasi minyak bumi. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Leahly dalam Dadang Sudrajat dkk, bahwa isolat kapang yaitu *Penicillium* dan *Aspergillus* yang diisolasi dari laut dan tanah menunjukkan bahwa kedua mikroba ternyata juga berperan dalam proses degradasi minyak bumi (Dadang Sudrajat, 2015). Pendapat yang senada juga dikemukakan oleh Syah yang menyatakan bahwa diantara isolat kapang yaitu *Penicillium* dan *Aspergillus* dengan karakteristik yang berbeda, ternyata kapang dengan jenis *Aspergillus sp.* lebih baik dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi yaitu sebanyak 40% selama masa inkubasi (Syah Rayan, 2013).

#### SIMPULAN

Ditemukan 6 isolat kapang yang diperoleh dari limbah minyak bumi dari PT Olopp dan setiap isolat memiliki kemampuan dalam mendegradasi hydrocarbon pada minyak bumi yang berbeda. Isolat yang paling kuat dalam mendegradasi hydrocarbon adalah isolat kode V dan yang paling lemah dalam mendegradasi adalah isolat dengan kode I

#### SARAN

Diharapkan untuk melakukan pengembangan penelitian, yaitu menganalisis jenis kapang yang diperoleh dan meningkatkan penelitian sampai level uji molekuler dari isolat V, serta melakukan isolasi dan aktivitas jenis bakteri dari limbah minyak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R.Z. 2009. Cemarannya Kapang Pada Pakan Dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. hal 15- 22.
- Alpentri. 1999. Evaluasi Kemampuan isolat jamur Dan Salah Satu Sumur Minyak Bumi Minas Dalam Mendegradasi Minyak Bumi. *Tesis magister ITB*. Bandung (diakses pada 26 juli 2016)
- Alpetri, dkk, 2001. Evaluasi Kemampuan Isolasi Jamur Dari Salah Satu Sumur Minyak Di Minas Dalam Mendegradasi Minyak Bumi. *Prosiding Simposium Nasional IATMI*. Jurusan Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.(diakses pada 26 juli 2016)
- Astuti, Dwi, 2012. Pengaruh Variasi Jumlah Inokulum Konsorsium Bakteri Terhadap Degradasi Hidrokarbon Minyak Bumi. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Biologi. Universitas Indonesia.(diakses pada 26 juli 2016)
- Atlas, R.M. 1981. Microbial Degradation Of Petroleum Hydrocarbons: an Environmental Perspective. *Microbiological Review* 45 (1): 180-209.
- Crawford dkk, 1996. *Bioremediation: Principle And Applications*. Cambridge University Press. New York.
- Doerffer, J.W. 1992. Oil Spill Response in the Marine Environment. First Ed. Pergamon Press. Tokyo.
- Dwidjoseputro, 1990. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. Penerbit: PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.(diakses pada 28 juli 2016)

## RIJAL. KAPANG, ISOLAT, HYDROCARBON.

- Handayani, DKK. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. (Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2011)., hal 23. (diakses pada 28 juli 2016)
- Gunalan. 1993. Penerapan Bioremediasi Untuk Melenyapkan Polutan Organik Dan' Lingkungan. *Proceeding Kongres Nasional VI Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia*. Surabaya.
- Higgins, I. J. dan P.D.Gilbert, 1978. Biodegradation of Hydrocarbon in The Oil Industry and Microbial Ecosystem. *Hayden and Sons Limited*. London.
- Indrawati, Gandjar. 1995. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Bandung: Angkasa Bandung.
- Irawan, B. 2004. Isolasi Bertahap dan Identifikasi Isolat Bakteri Pedegradasi Hidrokarbon pada Cairan Minyak Mentah Sumur Minyak Kawengan Pertamina Cepu. *Skripsi*. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA UNS.
- Jusfan, J. 1995. Peranan Mikroorganisme Dalam Mengelolah Limbah Untuk Mengatasi Pencemaran Lingkungan. *Pidato Pengukuhan Sebagai Guru Besar Tetap Dalam Ilmu Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang*.
- Karwati, 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemari Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Edisi III. Jilid I. Penertbit ITB, Bandung
- Lay, B. 1994. *Analisis Mikroba Di Laboratorium*. Jakarta.
- Leahly dan Colwell, 1990. Hydrocarbon Mineralization In Sediments Adn Plasmid Incidence In Cediment Bacteria From The Campeche Bank. *Aplied And Environment Microbiology* 56 (6): 1565-1570.
- Leahly, J.G. dan Rita, 1990. *Degradation of Hydrocarbon Environmental Microbiology Review*. Vol. 54.
- Lemigas. 1994. Aktivitas Mikroba Dalam Transformasi Substansi. Pertamina. *Research Grant Team Studi Lemigas*. PPPTMGB "Lemigas". Jakarta.
- Listiandiani, Kirana. 2011. Identifikasi Kapang Endofit ES1, ES2, ES3 Dan ES4 Dari *Broussonetia papyri* Vent. Dan Pengujian Aktivitas Mikroba. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi *sludge* minyak bumi dalam skala mikrokosmos. *Makara Teknologi*. 10(2): 82-89.
- Rosenberg dan Ron, 1996. *Bioremediation Of Petroleum Contamination*. Dalam: Sailubhai, K. 1986. *Tretment Of Petroleum Industry Oil Sluge In Soil*. Elsevier Science Publishing. Amsterdam.
- Sharpley, J.M. 1966. *Elementary Petroleum Microbiology*. Gulf Publishing Co. Houston. Texas.
- Silvia, Sinta. 2009. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri Dari Limbah Minyak bumi PT. Cevron Pacivic Indonesia. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Universitas Andalas, Padang.
- Sudrajat, Dadang dkk. 2015. Isolasi dan Aplikasi Mikroba Indigen Pendegradasi Hidrokarbon Dari Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah*. ISSN: 0216-3128. Hlm101-102.
- Syah F R. Dkk. 2013. *Eksplorasi Kapang pendegradasi Minyak Solar Pada Rizosfer Magrove Cilacap*. Vol.2 No 1.
- Thomas, J. dkk, 1992. Bioremediation. *Encyclopedia of Microbiology*. Volume 1. Academic Press. Austin.
- Udiharto, 1992. Aktivitas Mikroba Dalam Degradasi Crude Oil. *Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian PPPTMGB"LEMIGAS"*. Jakarta.
- Udiharto, 1999. Penanganan Minyak Buangan Secara Bioteknologi. *Makalah Sehari Minyak Dan Gas Bumi*. LEMIGAS. Jakarta.

Yojana, R. N. 1995. Aktivitas Hasil Isolasi Dari Tumpahan Minyak Di Pelabuhan Dumai Dalam Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi. *Skripsi* Sarjana Biologi. FMIPA. Universitas Andalas. Padang.

## **Penggunaan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Perilaku Beton pada Daerah Lingkungan Laut**

**Imran \*<sup>1</sup>, Mufti Amir Sultan<sup>2</sup>, Julfikra Sastra Tuahuns<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

<sup>2,3</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding authors: e-mail: [namakuimo@outlook.com](mailto:namakuimo@outlook.com)

*Manuscript received: 07-02-2017 Revision accepted: 10-04-2017*

### **Abstrak**

Beton yang terpengaruh lingkungan laut dapat mengalami penurunan kemampuan yang lebih cepat dari beton yang di darat. Penambahan abu vulkanik sebanyak 15,6% dari berat semen dalam adukan beton menghasilkan mutu beton yang lebih baik dan diharapkan juga dapat memberikan ketahanan yang lebih baik pada beton terhadap efek lingkungan. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui perubahan pada beton setelah 1(satu) bulan dan setelah 6(enam) bulan diletakkan pada lingkungan laut. Hasil yang diperoleh dari kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik dari gunung Gamalama umur 28 hari yaitu sebesar 309,43 kg/cm<sup>2</sup> dan 414,89 kg/cm<sup>2</sup>. Setelah 1(satu) bulan, kuat tekan beton normal yang terendam air laut dan yang terpengaruh pasang surut mengalami peningkatan menjadi 353,47 kg/cm<sup>2</sup> dan 392,87 kg/cm<sup>2</sup>, tetapi setelah 6(enam) bulan beton normal yang terendam air laut mengalami penurunan menjadi 328,20 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton normal pada lingkungan pasang surut meningkat menjadi 398,43 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil untuk kuat tekan beton abu vulkanik masih mengalami peningkatan setelah 1(satu) bulan dan 6(enam) bulan, beton abu vulkanik yang terendam air menghasilkan kuat tekan sebesar 449,66 kg/cm<sup>2</sup> dan 538,20 kg/cm<sup>2</sup>, dan untuk beton abu vulkanik pada lingkungan pasang surut selama 1(satu) bulan dan 6(enam) bulan menghasilkan kuat tekan sebesar 440,39 kg/cm<sup>2</sup> dan 514,56 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** *lingkungan laut, abu vulkanik gamalama, kuat tekan.*

### **Abstract**

Concrete influenced by marine environment could experience a faster decrease in its ability than those on land. The addition of volcanic ash of 15.6% of the cement weight in the concrete mixture produces better quality of concrete and it is expected that it could give better endurance to the concrete toward the environmental effects. The test was aimed to find out the change in the concrete after 1 (one) and 6 (six) months kept in the marine environment. Result obtained that compression strength of normal concrete and concrete with addition of volcanic ash from Gamalama Mountain with lifespan of 28 days was 309.43 kg/cm<sup>2</sup> and 414.89 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. After 1 (one) month, the compression strength of normal concrete submerged in sea water and influenced by tidal wave experienced an increase into 353.47 kg/cm<sup>2</sup> and 392.87 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. However, after 6 (six) months normal concrete submerged in sea water experienced a decrease into 328.20 kg/cm<sup>2</sup>, whereas normal concrete in tidal environment increased into 398.43 kg/cm<sup>2</sup>. The result for the compression strength of volcanic ash concrete still experienced an increase after 1 (one) month and 6 (six) months. Volcanic ash concrete submerged in the water produced compression strength of 449,66 kg/cm<sup>2</sup> and 538.20 kg/cm<sup>2</sup>, and for volcanic ash concrete in tidal environment for 1 (one) month and 6 (six) months produced compression strength of 440.39 kg/cm<sup>2</sup> and 514.56 kg/cm<sup>2</sup>, respectively.

**Keyword:** *sea environment, Gamalama volcanic ash, compression strength.*

### **PENDAHULUAN**

Beton masih selalu menjadi pilihan utama dalam berbagai pekerjaan konstruksi karena kelebihan dari sifat beton yang unggul dalam kemampuan dan kemudahan dari aspek bahan dan pengerjaan. Hal tersebut yang mendorong untuk melakukan inovasi pada teknologi beton.

Konstruksi beton pada daerah pantai atau lingkungan laut diharuskan memakai beton dengan permeabilitas kecil atau kedap terhadap air untuk mencegah rembesan air laut pada pori-pori beton sehingga tidak terjadi korosi pada tulangan baja.

Struktur beton di daerah pantai atau lingkungan laut akan berhubungan langsung dengan proses pasang surut air laut, karena pada saat air laut pasang beton akan terendam dengan air laut yang mengandung kadar garam (klorida dan sulfat) sekitar 20000-30000 mg/liter air, akan meresap kedalam beton melalui pori kapiler sehingga unsur seperti klorida dan sulfat akan menyebabkan korosi pada tulangan beton, kemudian air laut kembali surut dan terjadi pergantian suhu dari basah menjadi kering, sehingga proses perubahan kondisi pada beton seperti ini akan menyebabkan penurunan durabilitas beton. Oleh karena itu beton yang berada pada daerah agresif harus didesain agar mampu mempertahankan kekuatannya, dalam hal ini beton yang menggunakan bahan penambah abu vulkanik menjadi alternatif pilihan beton yang memiliki kualitas mutu tinggi.

Kandungan material abu vulkanik yang dikeluarkan gunung Gamalama pada saat terjadi letusan di tahun 2003 mengandung unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 48,07%, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebesar 18,54%, oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebesar 9,34%, kapur ( $\text{CaO}$ ) sebesar 12,08%, magnesium sebesar 3,87%,  $\text{Na}_2+\text{K}_2\text{O}$  sebesar 5,33% (Suyuti., 2009). Kandungan  $\text{SiO}_2$  merupakan unsur penyusun utama dalam pembentukan semen, dengan demikian abu vulkanik memiliki sifat *pozzolanik* dan dapat dimanfaatkan sebagai substitusi semen.

Pengaruh penambahan fly ash abu vulkanik gunung gamalama pada beton mutu tinggi, memberikan hasil penelitiannya bahwa penambahan abu vulkanik gunung Gamalama yang optimum pada pembuatan beton yaitu sebesar 15,582 % dari berat semen (Fadli, 2015), akan menghasilkan mutu beton yang baik. Abu vulkanik dari hasil letusan gunung Gamalama merupakan salah satu jenis bahan tambah yang cukup ideal yang digunakan dalam pembuatan beton, karena Unsur kimia pada abu vulkanik memiliki aktifitas pozzolanik yang berfungsi untuk mencegah porositas pada beton.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur Dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate, dengan menggunakan metode eksperimental, yaitu pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), penelitian ini menggunakan bahan tambah abu vulkanik Gamalama yang optimum yaitu sebanyak 15,582% dari berat semen), dengan waktu penelitian selama 6 bulan.

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji silinder adalah semen Portland tipe-I merek Tonasa, pasir yang berasal dari Kelurahan Togafo Kecamatan Pulau Ternate, kerikil dari AMP Tubo Ternate Utara, Air berasal dari PDAM, dan bahan tambah abu vulkanik yang berasal dari hasil letusan gunung Gamalama. Peralatan yang digunakan antara lain mesin pengujian kuat tekan kapasitas 2000 kN, cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, mesin pencampur bahan atau mixer beton, sekop, timbangan dan alat tambahan lainnya.

### **Pengujian Bahan**

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik agregat halus dan kasar maka dilakukan pengujian sebagai berikut:

- a. Pengujian analisa saringan Agregat halus dan Agregat kasar
- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar
- c. Pengujian kadar lumpur agregat halus dan kasar
- d. Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angles*

#### Pembuatan Benda Uji

Rancangan campuran untuk pembuatan benda uji silinder menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Bahan-bahan pembuat beton dicampur sesuai dengan rancangan komposisi dan diaduk kemudian dimasukkan dalam cetakan silinder beton dan dipadatkan.

#### Perawatan Benda Uji

Beton pada cetakan kemudian didiamkan selama  $\pm 24$  jam dan selanjutnya dilepas dari cetakan kemudian direndam selama 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah perawatan dengan perendaman tersebut dengan tujuan untuk mengetahui mutu kuat tekan yang dihasilkan pada beton normal dan pada beton abu vulkanik sebagai acuan awal mutu beton sebelum diberikan perlakuan terhadap lingkungan laut. Komposisi benda uji untuk pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Komposisi Benda Uji Siinder Untuk Umur 28 Hari

No	Uraian Beton	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton Untuk umur 28 Hari
1	Beton Normal (BN)	3 (tiga) Buah Silinder
2	Beton Abu Vulkanik Gamalama (B.AVG)	3 (tiga) Buah Silinder

Tahapan selanjutnya adalah menempatkan benda uji dalam air laut dan pada daerah pasang surut. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk kebutuhan perlakuan ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi Benda Uji Silinder Untuk Perlakuan Waktu dan Tempat

Uraian	Cara Perlakuan	Jumlah Benda Uji Untuk Waktu Perlakuan	
		1 Bulan	6 Bulan
Beton Normal (BN)	Benda uji terendam air laut	3	3
	Benda uji ditempatkan pada daerah pasang surut	3	3
Beton Abu Vulkanik (B.AVG)	Benda uji terendam air laut	3	3
	Benda uji ditempatkan pada daerah pasang surut	3	3

## HASIL DAN PEMBAHASAN

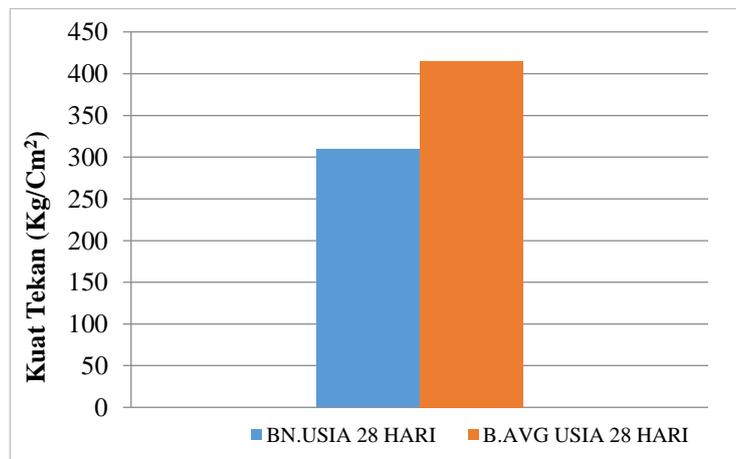
### Kuat Tekan beton Umur 28 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Pada Umur 28 Hari

No	Uraian Benda Uji	Kuat Tekan ( $f'_c$ )		Kenaikan Kuat Tekan Terhadap Beton Normal (%)
		Kg/cm <sup>2</sup>	(MPa)	
1	Beton Normal (BN)	309,43	31,54	0
2	Beton Abu Vulkanik (B.AVG)	414,89	42,29	34,08

Perbedaan nilai kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama ditampilkan pada grafik dibawah ini.



**Gambar 1.** Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Abu Vulkanik Umur 28 Hari

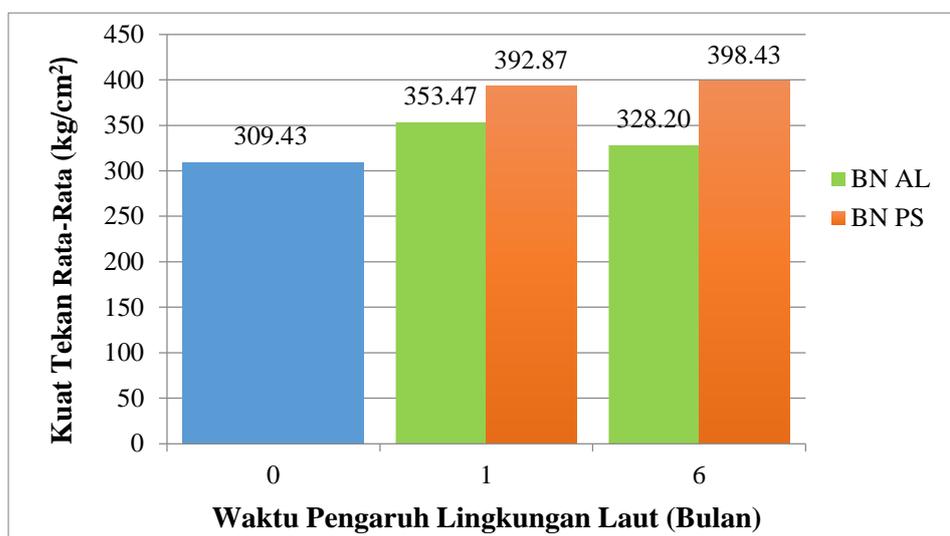
Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton normal sebesar 309,43 kg/cm<sup>2</sup> dan beton abu vulkanik Gamalama sebesar 414,89 kg/cm<sup>2</sup>. Persentase kenaikan nilai kuat tekan beton abu vulkanik gamalama sebesar 34,08% dari beton normal.

### Kuat Tekan beton pada Masing-masing Perlakuan

Setelah pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama pada masing-masing perlakuan yaitu beton terendam air laut dan beton ditempatkan pada daerah pasang surut dengan waktu pengujian selama 1 bulan dan 6 bulan, maka diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel 4.

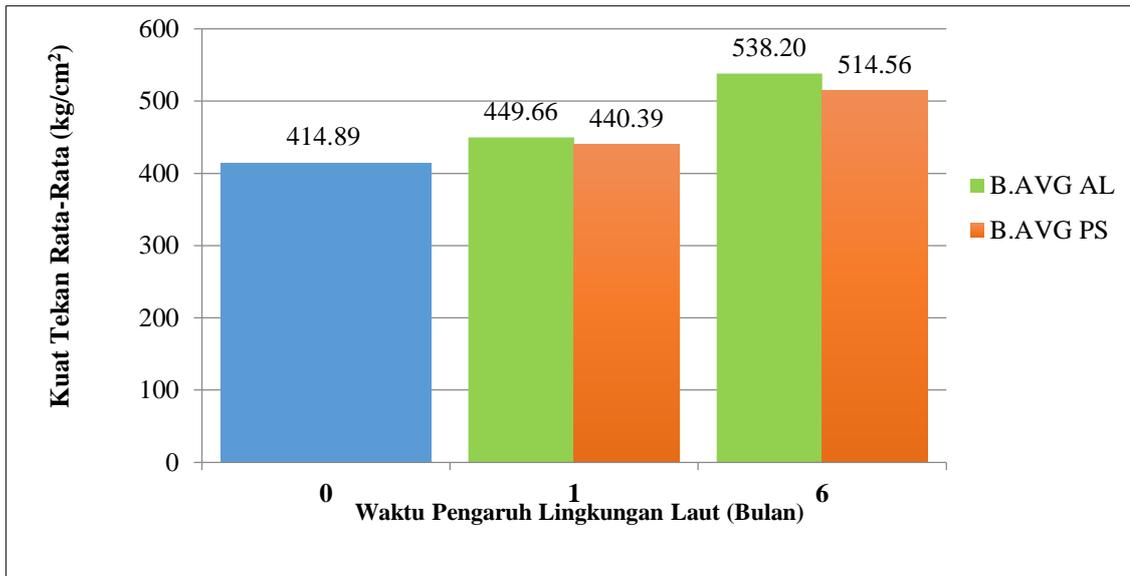
**Tabel 4.** Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Abu Vulkanik Gamalama Setelah Pengaruh Lingkungan Laut

Uraian Beton	Cara Perlakuan	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm <sup>2</sup> ) Setelah Waktu Perlakuan	
		1 bulan	6 Bulan
Beton Normal	Beton terendam Air Laut (BN AL)	353,47	328,20
	Beton ditempatkan pada Daerah Pasang Surut (BN Pasang Surut)	398,66	398,43
Beton Abu Vulkanik (B.AVG)	Beton terendam Air Laut (B.AVG AL)	449,66	538,20
	Beton ditempatkan pada Daerah Pasang Surut (B.AVG Pasang Surut)	440,39	514,56



**Gambar 2.** Hubungan Antara Waktu Pengaruh Lingkungan Laut dengan Kuat Tekan Rata-Rata pada Beton Normal

Gambar 2, memperlihatkan bahwa perlakuan beton terendam air laut dan perlakuan beton pada daerah pasang surut selama 1(satu) bulan masih mengalami kenaikan kuat tekan beton setelah umur 28 hari dengan persentase kenaikann untuk beton terendam air laut sebesar 14,23% dan beton pasang surut sebesar 26,97%. Kemudian pada setelah perlakuan selama 6(enam) bulan, beton terendam air laut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 7,15% sedangkan untuk beton pada daerah pasang surut mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,42%.



**Gambar 3.** Hubungan Antara Waktu Pengaruh Lingkungan Laut dengan Kuat Tekan Rata-Rata pada Beton Abu Vulkanik Gamalama

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil kuat tekan rata-rata beton abu vulkanik Gamalama (B.AVG), dengan perlakuan beton terendam air laut mengalami peningkatan kuat tekan pada waktu perlakuan selama 1(satu) bulan, yaitu sebesar 8,38%, kemudian mengalami peningkatan kembali setelah perlakuan selama 6(enam) bulan sebesar 19,69%. Untuk perlakuan beton ditempatkan pada daerah pasang surut mengalami peningkatan kuat tekan setelah perlakuan selama 1(satu) bulan sebesar 6,15%, kemudian mengalami peningkatan kembali setelah perlakuan selama 6(enam) bulan sebesar 16,84%.

### SIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari hasil yang diperoleh sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton abu vulkanik Gamalama (B.AVG) pada masing-masing perlakuan memiliki hasil kuat tekan yang bervariasi, perlakuan beton terendam air laut memiliki persentasi kenaikan dengan nilai kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan beton pada daerah pasang surut, sedangkan perlakuan pada beton abu vulkanik gamalama yang ditempatkan pada daerah pasang surut menghasilkan persentasi kenaikan kuat tekan yang lebih rendah.
2. Kuat tekan beton normal (BN) masih mengalami peningkatan setelah beton umur 28 hari, pada perlakuan selama 1(satu) bulan, peningkatan kuat tekan paling besar yaitu beton di daerah pasang surut dengan persentasi kenaikannya sebesar 26,97% dari kuat tekan umur 28 hari, sedangkan peningkatan terendah yaitu pada beton terendam air laut, dengan persentasi kenaikannya sebesar 14,23%. Kemudian untuk waktu perlakuan selama 6(enam) bulan, pada beton normal daerah pasang surut masih mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,42%, sedangkan untuk perlakuan pada beton normal air laut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 7,15% dari kuat tekan beton normal perlakuan selama 1(satu) bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia. F., Togubu, J., Kusnadi., 2015. Pengaruh Penambahan Fly Ash Abu Vulkanik Gunung Gamalama Pada Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Sipilains* Vol. 05. No. 9 pp:31-42
- Gunawan., M., *Kajian Kuat Tekanan Beton Setelah Terekspos Air Laut, Air Rawa, Air Hujan Tercemar.* Jurnal Perpustakaan Universitas Indonesia
- Hunggurami, E dkk., 2014. Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. III, No.2
- Junaid, A dkk., 2014. Studi Kekuatan Beton Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pencampuran Pada Daerah Pasang Surut. *Jurnal Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar*
- McCormac, J.C. 2002. *Desain Beton Bertulang.* edisi kelima. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton.* Andi & Yogyakarta
- Poipessy, M., 2011. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Sifat Mekanis Beton. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate
- SNI 03-2834-1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Standar Nasional Indonesia
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Standar Nasional Indonesia
- Suyuti., 2009. *Perbaikan Kapasitas Dukung Tanah Dengan Menggunakan Abu Vulkanik Gamalama.* Laporan Hasil Penelitian Dosen Pemula, Universitas Khairun Ternate
- Syamsuddin, R dkk., Pengaruh air laut pada perawatan (curing) beton Terhadap kuat tekan dan absorpsi beton dengan Variasi faktor air semen dan durasi perawatan. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang*
- Triani, D., 2014. *Pengaruh Kuat Tekan Beton Akibat Terendam Air Laut Dengan Penambahan Abu Vulkanik Gunung Gamalama.* Skripsi Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate



E-ISSN-2580-7129  
Print- ISSN-1978-610X

**TECHNO: JURNAL PENELITIAN**  
Jurnal homepage: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno>  
Volume 06 Nomor 01 Mei 2017

## Kapasitas Lentur Balok Beton dengan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama

Mufti Amir Sultan\*<sup>1</sup>, Imran<sup>1</sup>, Siswoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

<sup>2</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding authors: e-mail: [muftiamirsultan.unkhair@gmail.com](mailto:muftiamirsultan.unkhair@gmail.com)

*Manuscript received: 11-02-2017 Revision accepted: 16-04-2017*

### Abstrak

Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini. Dalam pelaksanaan beton di lapangan kadang digunakan bahan tambah (*admixture*) untuk memperbaiki sifat atau kinerja beton. Bahan tambah dapat berupa bahan kimia, serat dan bahan buangan non kimia yang dicampurkan dengan perbandingan tertentu. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan durabilitas beton melalui penggunaan berbagai jenis bahan tambah seperti *fume silica*, *slag*, *fly ash* ataupun natural *pozzolan* (*volcano ash*). Bahan tambah yang digunakan yaitu Abu Vulkanik Gamalam (AVG). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AVG terhadap kuat lentur beton. Benda uji yang digunakan adalah balok berukuran (15x15x60) cm, Mutu beton K-225 dengan variasi penambahan AVG 20% terhadap berat semen. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian diperoleh bahwa pada beton dengan bahan tambah AVG kuat lentur balok sebesar 38,509 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk beton tanpa campuran Abu Vulkanik Gamalama (AVG) sebesar 29,448 kg/cm<sup>2</sup> atau terjadi kenaikan kuat lentur sebesar 23,53%

**Kata kunci:** *abu vulkanik, AVG, kuat lentur, beton.*

### Abstract

Concrete is a construction material where its role is broader along with the current development. In field, concrete is sometimes used as an admixture to improve the nature or performance of the concrete. Admixture can be in form of chemical material, fiber and non-chemical waste material that mix with certain ratio. Efforts conducted to improve the performance and durability of concrete through the use of various types of admixture, such as *fume silica*, *slag*, *fly ash* or natural *pozzolan* (*volcano ash*). Admixture used was Gamalama Volcanic Ash (AVG). The research aimed to find out the influence of AVG on concrete flexural strength. Testing materials used were concretes with size of (15x15x60) cm, K-225 concrete quality with variation of AVG addition of 20% against the cement weight. Flexural strength test was conducted on 28 days concrete. The research result found that concrete with admixture of AVG the concrete flexural strength was 38.509 kg/cm<sup>2</sup>, whereas for concrete without Gamalama Volcanic Ash (AVG) mixture was 29.448 kg/cm<sup>2</sup> or an increase in the flexural strength of 23.53%.

**Keywords:** *volcanic ash, AVG, flexural strength, concrete.*

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang umum dalam konstruksi. Beton banyak digunakan untuk bahan pembentuk struktur baik sebagai *upper structure* maupun *sub structure*. Kemajuan teknologi beton memungkinkan untuk di bangunnya struktur-struktur besar berupa gedung-gedung bertingkat maupun sarana transportasi misalnya jembatan dengan bentang panjang, lapisan perkerasan untuk jalan dan untuk lapangan udara.

Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini. Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar berupa pasir, batu pecah, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung dan juga bahan tambah (*admixture*). Bahan tambah ini dapat berupa bahan kimia, serat dan bahan buangan non kimia yang dicampurkan dengan perbandingan tertentu. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan durabilitas beton melalui penggunaan berbagai jenis bahan tambah seperti *fume silica*, *slag*, *fly ash* ataupun *natural pozzolan (volcano ash)*.

Abu vulkanik merupakan salah satu alternatif bahan pengganti semen, yang telah banyak diteliti dan bahwa dapat bermanfaat dalam campuran beton. Salah satunya (Olawuyi and Olusola 2010) meneliti pemanfaatan abu vulkanik untuk pembuatan beton mutu tinggi, dari hasil penelitian menyatakan bahwa penambahan abu vulkanik sebagai campuran pada beton baik yang berukuran 100 mesh maupun mikro size dapat menghasilkan beton mutu tinggi yang ringan dengan kepadatan tinggi. Selanjutnya (Yasin, Awwad et al. 2012) meneliti penggunaan abu vulkanik dalam campuran beton, hasil analisis menunjukkan bahwa mengganti agregat halus sebesar 20% abu vulkanik akan meningkatkan kuat tekan beton sebesar 10% untuk abu vulkanik coklat dan 15% untuk abu vulkanik kuning. (Kamang, Oyemogum et al. 2013) meneliti penggunaan metakoalin dan abu vulkanik dalam campuran portland semen, hasil penelitian merekomendasikan bahwa metakoalin dan abu vulkanik dapat dicampur dalam jumlah hingga 30% setiap berat semen.

Abu vulkanik merupakan material yang dikeluarkan dari perut bumi ketika terjadi erupsi gunung berapi serta dapat terangkut oleh angin dan air hingga jarak berkilometer dari lokasi gunung berapi berada. Abu vulkanik menjadi isu lingkungan yang penting karena jumlahnya yang cukup banyak dan mengganggu keseimbangan lingkungan. Abu vulkanik merupakan material piroklastik yang sangat halus namun memiliki ciri bentuk yang beragam. Dalam bidang teknik, penggunaan abu vulkanik sebagai bahan tambah masih sangat sedikit dan terbatas, sedangkan gunung berapi yang masih aktif mengeluarkan abu vulkanik setiap tahunnya sangat banyak.

Maluku utara memiliki 5 gunung berapi aktif, gunung-gunung tersebut memiliki potensi erupsi, salah satunya adalah Gunung Gamalama yang merupakan gunung berapi terletak di Pulau Ternate. Gunung Gamalama erupsi terakhir pada tanggal 03 Agustus 2016 walaupun tidak menimbulkan kerusakan dan korban jiwa namun menyisakan banyak debu vulkanik.

Dari penjelasan diatas, bahwa dengan penggunaan *fly ash* dalam hal ini abu vulkanik dalam campuran beton dapat meningkatkan kinerja dan durabilitas beton, serta ketersediaan abu vulkanik di Maluku Utara yang belum dimanfaatkan sebagai material konstruksi.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Tahap penelitian diawali dengan persiapan alat sekaligus proses pengujian bahan. Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Khairun.

### Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada campuran beton adalah sebagai berikut :

- Semen, semen sebagai bahan pengikat adukan beton digunakan semen portland tipe I.
- Agregat halus, agregat halus yang digunakan adalah pasir yang diambil dari quarry yang berlokasi di kelurahan Togafo.
- Agregat kasar, agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang diambil dari lokasi pemecah batu di Kelurahan Tubo.
- Air, air yang digunakan untuk pencampuran adalah air yang berasal dari PDAM Ternate.

### Benda uji

Benda uji terbagi atas dua tipe :

- Benda uji balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm, potongan melintang 15 x 15 cm, digunakan tulangan tarik 2 $\square$ 10 untuk pengujian kuat lentur
- Benda uji silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan elastisitas. Rincian benda uji seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Variasi benda uji

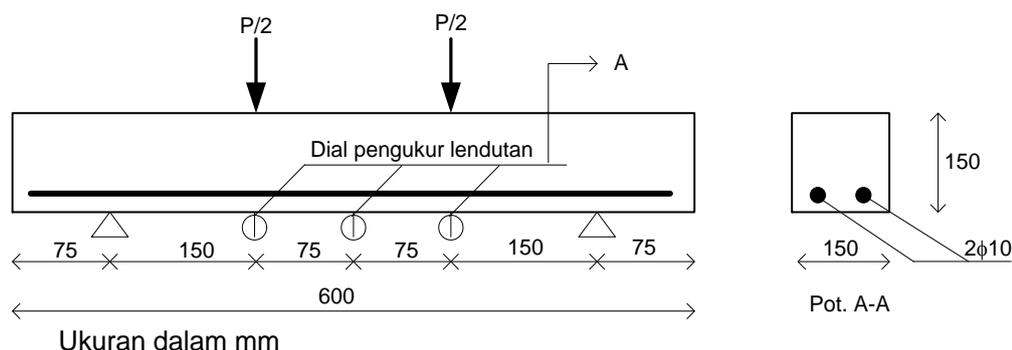
No	Benda Uji	Jumlah (bh)	Kadar AVG (%)
1	Balok Normal ( $B_N$ )	2	0
2	Balok AVG ( $B_{AVG}$ )	2	20
3	Silinder Normal ( $S_N$ )	5	0
4	Silinder AVG ( $S_{AVG}$ )	5	20

### Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan pengecoran benda uji, bahan-bahan penyusun benda uji seperti agregat halus dan agregat kasar dilakukan pemeriksaan properties di laboratorium. Dalam penelitian ini direncanakan campuran mutu beton K 225. Penentuan komposisi campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Benda uji diberikan kode kemudian beton dirawat dengan cara perendaman dengan air tawar sampai waktu pengujian kekuatan beton yaitu selama 28 hari.

### Pengujian Lentur

Benda uji diletakan pada tumpuan sederhana, dial dipasang pada bagian bawah balok tepat pada jarak  $\frac{1}{2}$  dari panjang bentang bersih balok dan masing-masing kearah kiri dan kanan dari tengah bentang tepat di bawah titik *point load*. Pembebanan menggunakan sistem *two point load*. Skema model pengujian seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Setup Pengujian Balok

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Properties agregat

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian agregat halus, di mana untuk pengujian kadar air 3,1%, kadar lumpur 2,0%, kondisi lepas 1,60%, kondisi padat 1,62%, berat jenis kering oven 2,61 %, berat jenis semu 2,76% dan penyerapan air 2,04%. Ini memperlihatkan bahwa properties agregat halus telah memenuhi spesifikasi, kecuali penyerapan air yang tidak sesuai spesifikasi sehingga pada saat memulai pembuatan benda uji agregat yang digunakan pada kondisi SSD agar penyerapan air tidak terlalu banyak.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Properties	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar air	3,1 %	3 % - 5 %
2	Kadar lumpur	2,0 %	0,2% - 5,0%
3	Berat volume (lepas)	1,60	1,40 - 1,90
4	Berat volume (padat)	1,62	1,40 - 1,90
5	Berat jenis kering oven	2,61	1,60 - 3,20
6	Berat jenis SSD	2,67	1,60 - 3,20
7	Berat jenis semu	2,76	1,60 - 3,20
8	Penyerapan air	2,04	0,2 - 2,0

Sumber: hasil pengujian, 2016

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Properties	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar air	0,5 %	0,5 % - 2,0 %
2	Kadar lumpur	1,1 %	0,2% - 1,0%
3	Berat volume (lepas)	1,70	1,60 - 1,90
4	Berat volume (padat)	1,80	1,60 - 1,90
5	Berat jenis kering oven	2,29	1,60 - 3,20
6	Berat jenis SSD	2,32	1,60 - 3,20
7	Berat jenis semu	2,35	1,60 - 3,20
8	Penyerapan air	1,17	0,2 - 2,0
9	Keausan	24,05%	15% - 50%

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian properties agregat kasar di mana :pengujian kadar air 0,5%, kadar lumpur 1,1%, kondisi lepas 1,8 kg/ltr, kondisi padat 1,7 kg/ltr, berat jenis kering oven 2,29%, berat jenis semu 2,35% dan keausan agregat 24%. Ini memperlihatkan bahwa properties agregat kasar telah memenuhi spesifikasi, kecuali kadar lumpur yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga sebelum material agregat kasar digunakan perlu dicuci guna untuk menghilangkan lumpur yang ada pada agregat kasar.

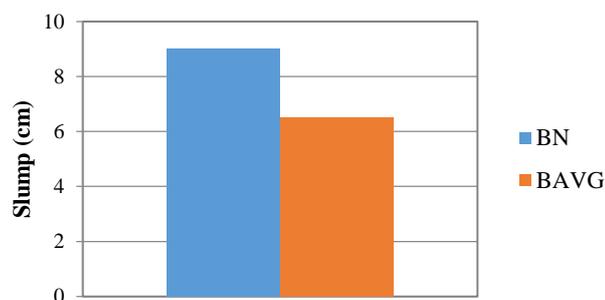
#### Komposisi Campuran Beton (JMF)

**Tabel 4.** Kasar Komposisi Rencana Campuran 1 m<sup>3</sup> Beton

Material	Berat per m <sup>3</sup> beton (kg)	Rasio terhadap semen
Semen	385,417	1
Batu pecah	608,250	1,578
pasir	1.081,333	2,806
air	185,00	0,480
AVG	77,083	0,20

Rencana untuk komposisi mutu beton K225 menggunakan metode SNI. Dari perhitungan rancangan campuran beton yang didasarkan pada hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus, kuat tekan, faktor air semen, kadar air bebas ukuran maksimum, dan nilai slump rencana didapatkan komposisi bahan penyusun beton dengan komposisi dari berat volume beton dapat dilihat pada tabel 4.

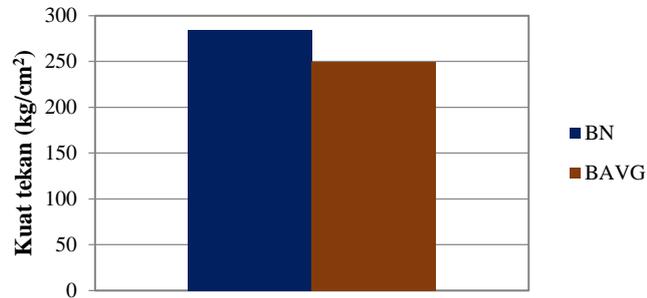
#### Kekentalan campuran (Slump)



**Gambar 2.** Perbandingan nilai *slump* B<sub>N</sub> dan B<sub>AVG</sub>

Gambar 2 menunjukkan terjadinya penurunan nilai *slump* akibat penambahan AVG terhadap campuran beton. *Slump* untuk B<sub>N</sub> sebesar 9 cm dan B<sub>AVG</sub> 6,5 cm. Ini menunjukkan bahwa nilai *slump* menurun seiring dengan ditambahnya AVG kedalam campuran beton. Hal ini disebabkan karena ukuran AVG yang sangat kecil sehingga abu vulkanik dapat menyerap air dengan baik, namun nilai slump masih dalam batas *slump* rencana yaitu 6 - 12 cm.

**Kuat Tekan**



**Gambar 3.** Kuat tekan umur 28 hari pada  $B_N$  dan  $B_{AVG}$

Gambar 3 menunjukkan bahwa kuat tekan  $B_{AVG}$  lebih tinggi daripada  $B_N$  yaitu 284,518 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan  $B_N$  sebesar 249,679 Kg/cm<sup>2</sup>. Disini terlihat terjadi penambahan kekuatan pada  $B_{AVG}$ . Dengan demikian, di perkirakan pada umur tertentu  $B_{AVG}$  akan meningkat kuat tekanya. Pengaruh AVG mengakibatkan terjadi reaksi pengikatan yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam AVG. Selain itu, butiran AVG yang jauh lebih kecil dari agregat halus membuat beton lebih padat karena rongga antara butiran agregat diisi oleh AVG sehingga dapat memperkecil pori-pori yang ada dan juga memanfaatkan sifat pozzolan dari AVG untuk memperbaiki mutu beton. Penggunaan AVG memperlihatkan dua pengaruh di dalam beton yaitu sebagai butiran halus dan sebagai pozzolan.

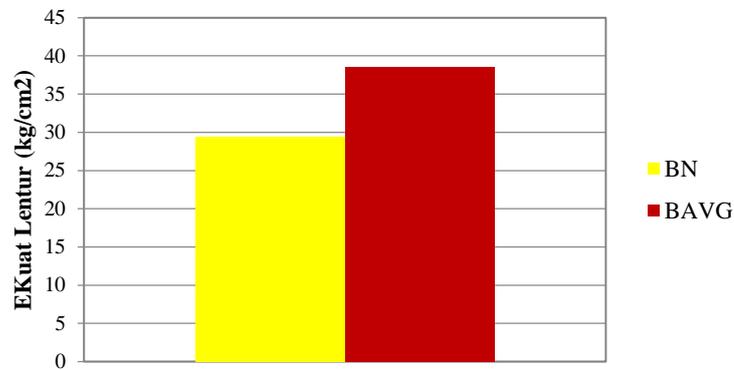
**Elastisitas**



**Gambar 4.** Elastisitas  $B_N$  dan  $B_{AVG}$

Gambar 4 menunjukkan terjadinya kenaikan nilai elastisitas pada beton yang di variasikan AVG. Elastisitas  $B_{AVG}$  lebih tinggi daripada  $B_N$  yaitu sebesar 266978,644 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan untuk  $B_N$  sebesar 231348,364 Kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini membuktikan bahwa penambahan AVG pada adukan beton akan memperbaiki elastisitas.

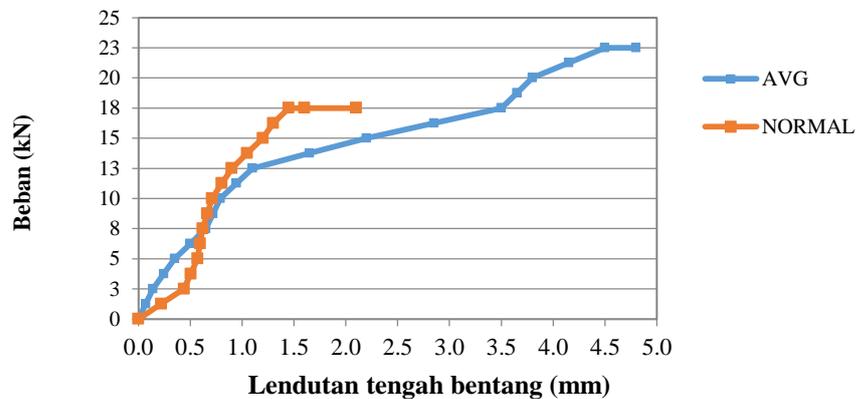
### Kuat lentur balok



Gambar 5. Kuat lentur balok  $B_N$  dan  $B_{AVG}$

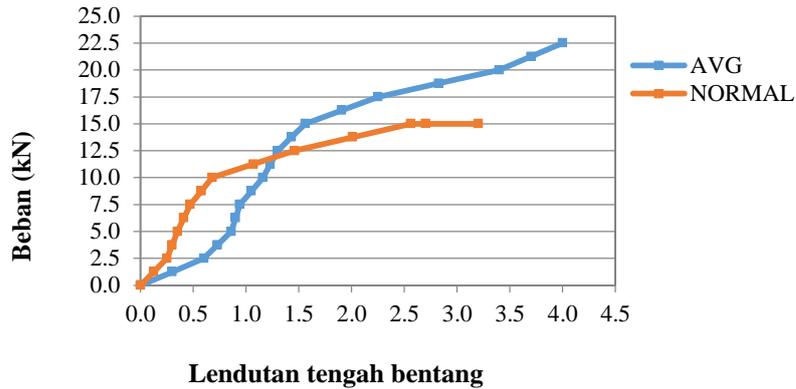
Gambar 5 menunjukkan bahwa kuat lentur benda uji yang menggunakan bahan tambah AVG semakin meningkat dari beton normal. Kuat lentur beton dengan bahan tambah AVG sebesar 38,509 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan beton tanpa campuran AVG sebesar 29,448 Kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat lentur mengalami peningkatan akibat penambahan AVG dimana AVG memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga mampu mengisi pori-pori yang ada pada beton. Akibatnya penambahan kemampuan balok dalam menahan beban ( $P_{max}$ ) lebih besar, maka tentunya akan membuat nilai kuat lentur menjadi lebih meningkat. Hal ini membuktikan bahwa penambahan AVG pada adukan beton memberi pengaruh terhadap kuat lentur di mana akibat penambahan AVG mampu menahan beban yang lebih tinggi.

### Hubungan Beban dan Lentutan



Gambar 6. Hubungan beban-lentutan balok bertulang sampel I

Gambar 6 menunjukkan hubungan beban-lentutan pada tengah bentang balok I. Lentutan maksimum  $B_{AVG}$  sebesar 4,5 mm saat beban maksimal yaitu sebesar 22,5 kN dan mulai terjadi retakan pada balok ketika beban mencapai 12,5 kN. Pada  $B_N$  lentutan maksimal sebesar 2,1 mm saat beban maksimal yaitu sebesar 17,5 kN dan mulai terjadi retakan pada beban 10 kN.



Gambar 7. Hubungan beban-lendutan balok bertulang sampel II

Gambar 7 menunjukkan hubungan beban-lendutan di tengah bentang balok II. Pada  $B_{AVG}$  lendutan yang terjadi sebesar 3,4 mm saat beban maksimal yaitu sebesar 20 kN dan mulai terjadi retakan pada balok ketika beban mencapai 12,5 kN. Pada  $B_N$  lendutan yang terjadi sebesar 3,2 mm saat beban maksimum yaitu sebesar 15 kN dan mulai terjadi retakan pada beban 7,5 kN.

Beban-beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa beban gravitasi (berarah vertikal) maupun beban-beban lain, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar. Material penyusun sangatlah berpengaruh terhadap lendutan dan deformasi. Semakin baik kuat desak dan elastisitas maka semakin baik pula kemampuan deformasi dan lendutannya. Nilai kekakuan balok  $B_{AVG}$  sebesar 112631,6154 kN/cm<sup>2</sup> dan balok  $B_N$  sebesar 97600,0904 kN/cm<sup>2</sup>. Ini membuktikan penambahan AVG bisa meningkatkan kekakuan balok.

**Pola Keretakan**

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok, Pola retak saat kondisi runtuh yang ingin dicapai yaitu terjadi retak pada daerah 1/3 bentang tengah dari balok. Pola retak balok beton menghasilkan pola retak yang relatif sama yaitu pada bagian 1/3 bentang tengah sehingga dapat dikatakan bahwa retak yang terjadi termasuk retak lentur. Retak maksimum yang terjadi yaitu pada 1/3 bentang tengah dan menuju beban yang bekerja. Berikut ini disajikan gambar pola keretakan yang terjadi. Sesuai ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Hubungan beban-lendutan balok bertulang sampel II

## SIMPULAN

kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Kuat lentur dengan bahan tambah AVG sebesar 20% lebih kuat dibandingkan dengan beton normal
2. Kuat lentur yang terjadi untuk  $B_N$  sebesar 29,448 kg/cm<sup>2</sup>, setelah divariasikan 20% AVG terhadap berat semen terjadi kenaikan sehingga menghasilkan kuat lentur sebesar 38,509 kg/cm<sup>2</sup> serta beban ultimit rata-rata  $B_{AVG}$  sebesar 21 kN sedangkan beban ultimit untuk beton normal sebesar 16,25 kN.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zou, J. and K. K. Al-Zboon., 2014, Effect of volcanic tuff on the characteristics of cement mortar. *Cerâmica*, 60: 279-284.
- Astanto, T. B., 2001, *Konstruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta, Kanisius.
- Dipohusodo, I. 1999, *Struktur Beton Bertulang*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ekaputri, J. J., Triwulan, et al., 2011, Mechanical Properties of Volcanic Ash Based Concrete. *Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (3rd APTECS)*, Surabaya, 6 Desember.
- Ibrahiem, E.-S. M. and S. A. M. Ahmed, 2014, Evaluation of Jebel Marra Volcanic Ash as Supplementary Cementitious Material for Use in Blended Cements. *IOSR Journal of Engineering* Vol. 04 (3):31-37.
- Kamang, E. J., I. M. Oyemogum, et al. 2013, Volcanic Ash, Metakaolin and Ordinary Portland Cement Blends in Concrete Production. *Central Europe Toward Sustainable Building (CESB13)*, Prague.
- Mulyono, T. 2004, *Teknologi Beton*. Yogyakarta, Andi Offset.
- Nugraha, P. and Antoni. 2007, *Teknologi Beton*. Yogyakarta, Andi.
- Olawuyi, B. J. and K. O. Olusola. 2010, Compressive Strength of Volcanic Ash/Ordinary Portland Cement Laterized Concrete. *Civil Engineering Dimension* Vol.12 (1) :23-28.
- Yasin, A. A., M. T. Awwad, et al. 2012, Effect of Volcanic Tuff on the Concrete Compressive Strength. *Contemporary Engineering Sciences* Vol. 5 (6) : 295-306.

## Studi Manajemen Persediaan Just In Time pada Proyek Konstruksi Gedung KPP Menteng

Edward Rizky Ahadian\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

\*Corresponding authors: e-mail: edo\_rizky19@yahoo.com

*Manuscript received: 15-02-2017 Revision accepted: 18-04-2017*

### Abstrak

JIT merupakan filosofi produksi yang dikembangkan oleh Toyota Motor dan berhasil membuat industri otomotif dan elektronika Jepang menjadi industri yang mampu bekerja secara efisien dengan mutu keluaran yang baik. Keberhasilan JIT dibidang industri manufaktur telah mendorong industri lainnya termasuk industri konstruksi untuk mengadopsinya. JIT berusaha untuk menghilangkan sumber-sumber pemborosan produksi dengan cara menerima jumlah yang tepat dari material dan memproduksinya dalam jumlah yang tepat pada tempat yang tepat dan waktu yang tepat. Studi terhadap metode Just In Time ini dilakukan dengan menggunakan studi kasus terhadap proyek konstruksi pembangunan gedung Kantor Pusat Pajak (KPP) Menteng dengan Kontraktor pelaksana PT. Pembangunan Perumahan (PT.PP). Adapun studi *JIT inventory management* didasarkan pada tiga aspek kajian, yaitu kebijakan perusahaan dalam pengelolaan persediaan, sistem pemesanan dan penerimaan material. Hasil menunjukkan bahwa telah dilakukan pengelolaan persediaan dengan pendekatan JIT dalam proses produksi proyek KPP Menteng dengan sedikit modifikasi pada prinsip JIT. Beberapa modifikasi tersebut antara lain yaitu adanya *buffer* sebagai antisipasi terhadap variasi yang ada, hal ini berlawanan dengan prinsip dasar dari JIT yaitu menghilangkan *buffer*. Upaya-upaya yang dilakukan oleh PT. PP melalui kebijakan maupun sistem pemesanan dan penerimaan material untuk mengurangi pemborosan sejalan dengan metode JIT.

**Kata kunci:** *JIT Inventory management, proyek konstruksi gedung, ROP, Safety stock, Lead time*

### Abstract

JIT is a production philosophy developed by Toyota Motor and it successes in making the automotive and electronics industries in Jepang to be an efficient industry with good quality output. The success of JIT in manufacturing industry has encouraged other industries, including construction, to adopt it. JIT tries to eliminate production waste sources by receiving an exact number of materials and producing in an exact number at the right place and time. Study on JIT method was conducted using a case study on a construction project of the development of Tax Office (KPP) Menteng building with the contractor of PT. Pembangunan Perumahan (PT.PP). The study of JIT inventory management was based on three study aspects, namely, company policy in inventory management, material ordering system and material receiving system. The result indicated that JIT-approached inventory management had been conducted in the production process of KPP Menteng project with small modification on its principles. Some of the modifications were, such as, the existence of buffer as an anticipation of existing variation, which was in contrast to the basic principle of JIT, which is eliminating buffer. Efforts conducted by PT. PP through its policy or material ordering and receiving systems to reduce waste were in line with the JIT method.

**Keywords:** *JIT Inventory management, building construction project, ROP, Safety stock, Lead time*

## PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses ini dapat disebut sebagai proses produksi.

Proses produksi dalam proyek konstruksi mempunyai karakteristik tertentu yaitu proses produksi dilakukan dilapangan, dimana pekerja akan datang ke lokasi tempat pelaksanaan tugas dilakukan. Proses produksi ini melibatkan sumber daya yang berupa material. Mengelola aliran material yang tepat berarti tidak terlalu terlambat, dan tidak terlalu dini, jumlahnya sesuai dengan kebutuhan, dan terkirim ke tempat yang memang membutuhkan (Pujawan, 2005). Pengelolaan aliran material ini menimbulkan persediaan.

*Inventory* atau persediaan merupakan simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi. Pengendalian terhadap persediaan atau *inventory control* adalah aktivitas mempertahankan jumlah persediaan pada tingkat yang dikehendaki. Pada produk barang, pengendalian ditekankan pada pengendalian material. Persediaan dapat memiliki berbagai fungsi penting dalam menambah fleksibilitas dari operasi suatu perusahaan. Fungsi dasar persediaan sebenarnya sangat sederhana yaitu meningkatkan profitabilitas perusahaan. Persediaan dalam jumlah banyak akan menyebabkan tingginya biaya untuk penyimpanan dan pembelian bahan atau barang yang bersangkutan, sedangkan kelebihan persediaan juga akan menyebabkan banyaknya dana yang terserap dalam persediaan sehingga tidak efisien. Sebaliknya, bila persediaan terlalu sedikit akan berisiko kekurangan bahan atau barang. Hal ini tentunya akan mengganggu kelancaran proses produksi, selain itu juga biaya pembelian dan biaya persediaan juga semakin besar.

Dalam mengelola persediaan, ada beberapa *tool* yang digunakan, salah satunya adalah metode *Just In Time* (JIT). JIT merupakan filosofi produksi yang dikembangkan oleh Toyota Motor dan berhasil membuat industri otomotif dan elektronika Jepang menjadi industri yang mampu bekerja secara efisien dengan mutu keluaran yang baik. Keberhasilan JIT di bidang industri manufaktur telah mendorong industri lainnya termasuk industri konstruksi untuk mengadopsinya.

Perbedaan kondisi pada industri konstruksi dengan industri manufaktur membuat konsep JIT tersebut tidak dapat diterapkan seratus persen. Banyaknya variasi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi sangat bertolak belakang dengan industri manufaktur, dimana sangat sedikit variasi yang terjadi. Konsep JIT membutuhkan beberapa adaptasi dengan melakukan beberapa modifikasi pada prinsip JIT agar dapat diterapkan dalam proyek konstruksi.

Salah satu elemen JIT adalah manajemen persediaan JIT (*JIT inventory management*). Permasalahan utama dalam pengelolaan persediaan ini berupa penentuan berapa jumlah material yang dipesan dan kapan dilakukan pemesanan tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan metode JIT dalam pengelolaan persediaan material pada pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung. Penelitian di batasi pada proyek bangunan gedung yang dikerjakan oleh kontraktor BUMN.

## METODE PENELITIAN

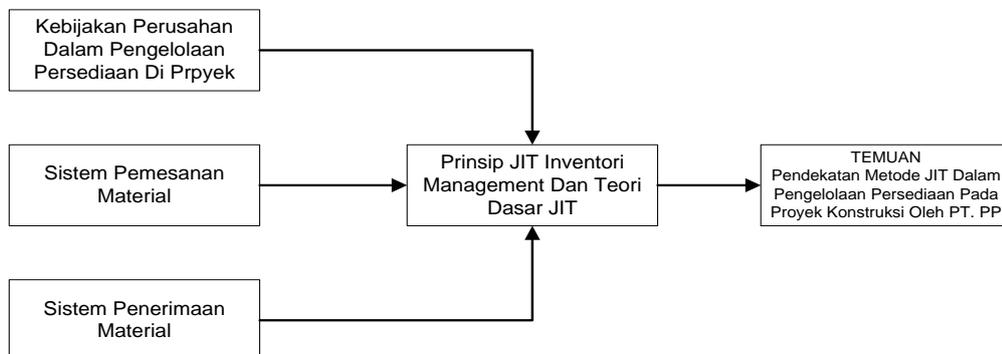
Studi terhadap metode *Just In Time* dalam manajemen persediaan pada pelaksanaan proyek konstruksi gedung dilakukan dengan menggunakan pendekatan studi kasus. Studi kasus

dilakukan terhadap proyek konstruksi yang dikerjakan oleh kontraktor besar yang telah memiliki banyak pengalaman, sehingga telah mengalami proses pembelajaran yang matang dalam menentukan kebijakan-kebijakan maupun praktik-praktik yang berkenaan dengan pengelolaan persediaan salah satunya yaitu metode JIT.

Adapun karakteristik proyek konstruksi bangunan yang menjadi obyek penelitian ini dilakukan pada proyek yang memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Berdasarkan pendapat Maylor (2003) dalam susilawati (2005), tingkat kompleksitas suatu proyek dapat dilihat dari tiga hal, yaitu kompleksitas organisasi, kompleksitas sumber daya, dan kompleksitas keteknikan. Proyek konstruksi bangunan yang merupakan salah satu jenis proyek konstruksi yang memiliki variasi didalam penggunaan material dan komponen bangunan, serta penggunaan tingkat spesialisasi yang tinggi, menunjukkan bahwa jenis konstruksi bangunan ini dapat digolongkan sebagai proyek dengan kompleksitas yang tinggi. Proyek yang dijadikan sebagai studi kasus adalah proyek pembangunan gedung kantor pusat pajak (KPP) Menteng yang dikerjakan oleh PT. Perumahan Pembangunan (PT. PP) sebagai kontraktor utama.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara yang dilakukan pada tingkat manajemen proyek dan pengamatan terhadap proyek yang dikerjakan. Pengamatan di lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran terhadap kondisi real di proyek konstruksi. Sedangkan wawancara terhadap pihak yang berkompeten dalam pengelolaan persediaan di tingkat manajemen proyek dilakukan untuk mendapatkan pemahaman sehubungan dengan kebijakan dan pendekatan JIT yang dilakukan. Pihak yang diwawancarai meliputi *project manager* dan kepala bidang logistik di proyek.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini pada prinsipnya adalah dengan teknik perbandingan. Adapun perbandingan yang dilakukan yaitu membandingkan praktik pengelolaan persediaan material di proyek yang terdiri dari: i) Kebijakan perusahaan dalam pengelolaan persediaan di proyek; ii) Proses atau sistem pemesanan material (meliputi *reorder point* dan *safety stock*); dan iii) Sistem penerimaan material terhadap teori dasar JIT dan prinsip dasar JIT inventory management. Ketiga aspek tersebut ditinjau dalam level manajemen di proyek yang bersangkutan. Pada akhirnya, proses analisis ini akan menuju temuan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.



Gambar 1. Kerangka Analisis – Pengelolaan Persediaan JIT

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Studi Kasus Proyek KPP Menteng**

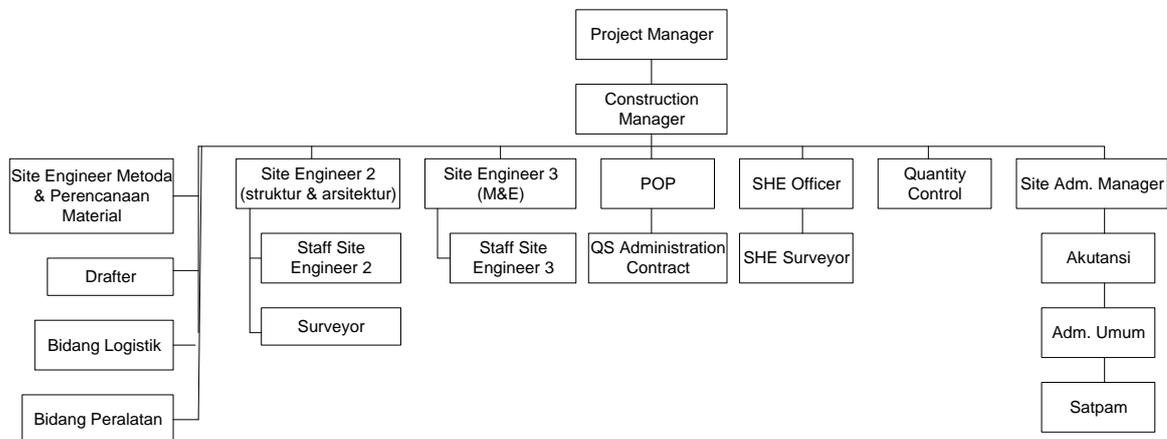
Proyek Pembangunan gedung kantor pusat pajak (KPP) yang berlokasi di daerah Menteng, Jakarta, merupakan proyek pemerintah yang sedang dikerjakan oleh PT. Pembangunan Perumahan sebagai kontraktor utama, PT. Manggilingan Jaya sebagai konsultan manajemen konstruksi dan PT. Gubah Laras sebagai konsultan perencana. Pembangunan gedung ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja dari departemen pajak, dimana beberapa kantor pajak yang tersebar di beberapa tempat di Jakarta akan dipusatkan pada gedung ini. Proyek ini dikerjakan secara bertahap yaitu tahap I, II, dan III. Dimana tahap III ini merupakan pekerjaan finishing.

Jenis kontrak yang digunakan pada proyek ini adalah lump sum fixed price. Dan pada tahap III ini, waktu pelaksanaan proyek adalah selama 82 hari dengan masa pemeliharaan selama satu tahun dan dengan nilai kontrak sebesar Rp. 120.001.010.000. Cara pembayaran yang dilakukan untuk proyek ini adalah progress monthly payment, dengan nilai progress minimum 10%.

PT.Pembangunan Perumahan (PT. PP) merupakan salah satu BUMN (dengan komposisi kepemilikan 51 % oleh pemerintah dan 49 % oleh karyawan dan Manajemen PT PP) yang bergerak di bidang jasa konstruksi dan telah memperoleh banyak pengetahuan dan pengalaman berharga dari berbagai proyek yang ditanganinya seperti bangunan gedung dan perumahan, bendungan dan irigasi, jalan dan jembatan, pelabuhan dan dermaga, bangunan pembangkit tenaga listrik serta pekerjaan-pekerjaan sipil lainnya.

PT. PP sangat memperhatikan kualitas dalam pekerjaannya, hal ini dapat dilihat dari kebijakan perusahaan dalam kaitannya dengan kualitas, yaitu peduli keinginan dan kepuasan pelanggan, peningkatan kaulitas yang berkesinambungan, pendekatan rekayasa teknik maupun bisnis, pemanfaatan teknologi mutakhir, profesionalisme SDM yang berwawasan global. Dan dengan melakukan pengelolaan yang baik akan berdampak pada peningkatan profitabilitas pada perusahaan.

Dari segi organisasi proyek, PT. PP mengupayakan untuk mempermudah hubungan dengan komponen-komponen penting dalam pelaksanaan proyek. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Struktur Organisasi Proyek

Sebagai kontraktor yang bersertifikat ISO 9001:2000 (kontraktor pertama Indonesia yang bersertifikat ISO tersebut), PT. PP selalu menyelesaikan pekerjaannya dalam waktu, anggaran dan kualitas yang telah ditentukan.

Mengadopsi ketidakpastian pada kondisi bisnis konstruksi, PT. PP sudah menyesuaikan visinya pada global trend, dengan meningkatkan tradisinya dalam menjalankan bisnisnya secara inovatif, yang berakhir dengan proyek-proyek yang diselesaikan yang sesuai dengan harapan konsumen.

### **Analisis Pengelolaan Persediaan Pada Proyek Konstruksi**

#### **Kebijakan Perusahaan Dalam Pengelolaan Persediaan**

Pengelolaan persediaan yang dilakukan oleh pihak manajemen PT. PP mengacu pada kebijakan-kebijakan perusahaan yang ada. Adapun beberapa kebijakan yang terkait dengan pengelolaan persediaan antara lain yaitu :

- Pengelolaan persediaan di proyek menjadi otonomi proyek, diantaranya yaitu menentukan kebutuhan material, menyimpan material, mengendalikan persediaan material, melakukan pembelian material dan mengangkut dan mendistribusikan material
- Material yang diorder sesuai dengan yang diperlukan dan tidak boros serta
- Persediaan yang tersisa mempunyai presentasi-presentasi tertentu tergantung dari item material.

Untuk pembagian kewenangan terhadap pengadaan material antara proyek dan divisi cabang ada beberapa ketentuan yang terkait dengan kebutuhan material. Untuk pengadaan material yang telah memiliki rekanan langsung melalui divisi cabang. Apabila material yang akan digunakan belum memiliki rekanan, maka pengadaan dilakukan oleh pihak manajemen proyek. Hal ini juga dipengaruhi oleh berapa besar jumlah dan biaya material, bila jumlah biaya material yang akan digunakan besar dan dalam jumlah yang banyak, maka akan menjadi tanggung jawab divisi.

Salah satu kebijakan perusahaan dalam pengelolaan persediaan seperti yang telah disebutkan diatas yaitu material yang diorder sesuai dengan yang diperlukan, hal ini sesuai dengan prinsip JIT yaitu menghilangkan sumber-sumber pemborosan produksi dengan cara menerima jumlah yang tepat dari material dan memproduksinya dalam jumlah yang tepat pada tempat yang tepat dan waktu yang tepat. Selain itu, dengan otonomi yang diberikan pada proyek untuk mengelola persediaan memberi kesempatan yang cukup besar bagi pihak manajemen proyek untuk mengelola persediaan dengan sebaik-baiknya terutama dalam mengurangi pemborosan yang terdapat dalam pengelolaan persediaan tersebut.

Metode JIT berusaha untuk mengurangi semua sumber pemborosan dan segala hal yang tidak mempunyai nilai tambah bagi kegiatan produksi. Adapun tujuan dari dilakukan JIT adalah untuk mengurangi jumlah persediaan sehingga perusahaan tidak perlu menyiapkan tempat penyimpanan yang besar, menekan biaya produksi sehingga menambah keuntungan bagi perusahaan, dan meningkatkan kualitas sehingga client puas dengan cara kerja perusahaan. Hal ini sejalan dengan prinsip yang dilakukan dalam JIT. Dari kebijakan perusahaan itu sendiri sudah mengindikasikan bahwa perusahaan berusaha melakukan pendekatan JIT dalam pengelolaan proyeknya. Untuk lebih memaksimalkan penerapan metode JIT yang berdampak dalamantisipasi terhadap pemborosan, ada baiknya PT.PP membuat suatu kebijakan tambahan terhadap proses pemesanan material. Dimana sesuai dengan pendekatan metode JIT yaitu memperpendek waktu pemesanan, dalam hal ini alur dari suatu sistem

pemesanan. Sebagai contoh, proses pemesanan dapat dilakukan langsung dari proyek ke supplier, sehingga waktu pemesanan dapat diperpendek.

**Sistem Pemesanan Material**

Pihak manajemen proyek melakukan pemesanan material sesuai dengan kapan material tersebut akan digunakan dengan memperhitungkan waktu pengiriman material (*delivery time*) sehingga material tersebut bisa diproduksi tepat waktu dan tidak memerlukan waktu yang lama untuk disimpan. Hal ini bisa menghemat biaya penyimpanan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, tim manajemen proyek selalu melakukan update schedule secara mingguan (dua kali seminggu), sehingga dapat diketahui berapa besar kebutuhan material yang akan digunakan dan kapan material tersebut akan diproduksi. Selain itu, pihak manajemen proyek juga selalu melakukan koordinasi secara terpadu dengan vendor-vendor yang terlibat, sehingga vendor-vendor tersebut juga mengetahui kapan material yang dipesan dapat dikirim ke site project. Hubungan koordinasi yang baik antara pihak manajemen proyek dan vendor dapat membantu dalam pengelolaan pengadaan, yang mana hal ini dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

Dibawah ini merupakan alur pemesanan material yang dilakukan pada proyek KPP. Menteng.



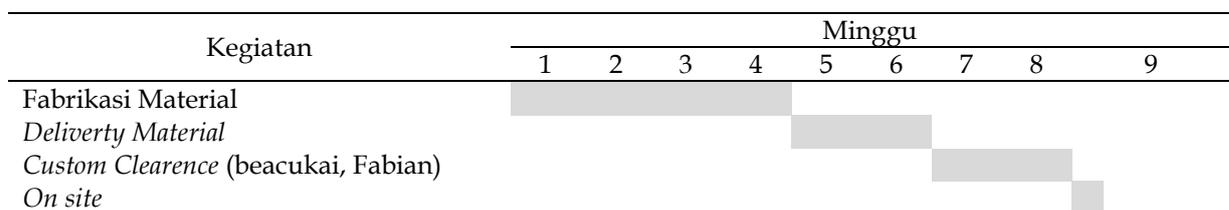
Gambar 3. Alur Sistem Pemesanan Material

Semua material yang ada didalam proyek merupakan otonomi proyek. Dan semua material yang datang merupakan tanggung jawab dari logistik. Oleh karena itu pemesanan dalam jumlah yang lebih atau kurang akan sangat berdampak pada keuntungan proyek. Sebisa mungkin para pihak yang terlibat didalam proyek ini mengurangi pemborosan biaya.

**Pemesanan Kembali (Reorder Point)**

Di dalam industri manufaktur, pemesanan material mempunyai siklus yang tetap tetapi hal ini berbeda didalam industri konstruksi, ini bisa dilihat pada proyek KPP Menteng dimana pemesanan material dilakukan sesuai dengan kebutuhan pekerjaan berdasarkan kecepatan pekerjaan (produktivitas kerja). Sehingga material yang datang perminggunya tidak sama. Dan perilaku terhadap pemesanan materialpun tidak sama. Dibawah ini adalah contoh pemesanan material yang dilakukan oleh pihak manajemen proyek KPP Menteng.

Contoh material A, merupakan material import dengan kebutuhan volume yang besar dan merupakan material finishing. Pemesanan terhadap material A dilakukan sesuai dengan kebutuhan, tetapi mengingat material ini harus diimport dari luar negeri, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan seperti berapa lama waktu fabrikasi material A, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman, apa yang akan dilakukan oleh vendor dan tim manajemen proyek ketika material tersebut sampai ke pelabuhan (bea cukai, Pabean) dan angkutan apa yang akan digunakan untuk mengangkut material tersebut dari pelabuhan. Hal-hal tersebut harus dipertimbangkan dengan baik, agar material bisa sampai ke proyek tepat waktu sehingga tidak menghambat pelaksanaan kegiatan. Penjadwalan material A harus tepat, di bawah ini merupakan contoh penjadwalan material A.



Gambar 4. Rencana Material Import

Dari penjadwalan diatas dapat dilihat bahwa material A harus dilakukan pemesanan 2 bulan (8 minggu) sebelum material tersebut digunakan. Akan berbeda halnya bila material yang akan dipesan merupakan material lokal dan tidak diperlukan dilakukan fabrikasi. Ambil contoh material B, yang merupakan material lokal, dengan tingkat kebutuhan yang banyak dan merupakan material *finishing*.



Gambar 5. Rencana Material Lokal

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pemesanan terhadap material B dapat dilakukan 3 hari sebelum material tersebut akan digunakan, sehingga material tersebut datang tepat ketika material tersebut akan diproduksi. Oleh karena itu agar pemesanan dapat dilakukan tepat pada waktunya, pihak logistik harus selalu melakukan *update schedule*.

Untuk menentukan kapan harus mulai membeli, yang harus diperhatikan adalah *lead time* (tenggang waktu) dari masing-masing bahan. Lead time merupakan waktu yang dibutuhkan sejak pengajuan permohonan pembelian sampai dengan diterimanya material di gudang dan siap untuk dipergunakan. Beberapa faktor yang mempengaruhi *lead time* dari suatu bahan yaitu jadwal pemakaian bahan yang merujuk pada jadwal pelaksanaan proyek (*master schedule*), waktu yang diperlukan produsen dalam proses produksi, jarak dan transportasi dari sumber material ke lokasi proyek, formula pemesanan, apakah bertahap atau keseluruhan dan ketersediaan serta kapasitas gudang dan fasilitas penyimpanannya.

Sedangkan dalam menentukan jumlah bahan yang akan dipesan harus didasarkan pada beberapa pertimbangan antara lain yaitu kuantitas persediaan yang paling efisien adalah dengan menjamin kontinuitas produksi di lapangan. Penumpukan material yang terlalu lama berarti ada dana yang mengendap dan tidak produktif, tidak menghasilkan pendapatan bahkan bisa menambah biaya proyek karena adanya tambahan biaya *inventory*.

**Persediaan Pengaman (Safety Stock)**

*Safety stock* merupakan persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Akan tetapi pada proyek ini, pihak manajemen proyek tidak memperhitungkan *safety stock* dalam pengelolaan persediaannya. Persediaan pengaman tersebut cenderung diartikan sebagai *waste* dengan kisaran sebesar 3% untuk material selain besi dan 15% untuk material besi. Prinsip ini sesuai dengan sikap pengelolaan persediaan dalam JIT yaitu persediaan adalah pemborosan dan salah satu prinsip JIT *inventory management* yaitu *seek zero inventory*. Tidak tersedianya persediaan pengaman dapat meningkatkan biaya proyek dikarenakan kurangnya antisipasi terhadap adanya ketidakpastian yang tinggi yang ada didalam proyek konstruksi. Dengan variasi yang ada seperti tingkat ketidakpastian yang tinggi, maka langkah baiknya ada persediaan pengaman (*safety stock*) untuk mengantisipasi keadaan terburuk keterlambatan kedatangan material yang mana akan berdampak pada keterlambatan proyek dan pada akhirnya akan terjadi penambahan biaya proyek, yang mana semua hal tersebut merupakan pemborosan.

**Sistem Penerimaan Material**

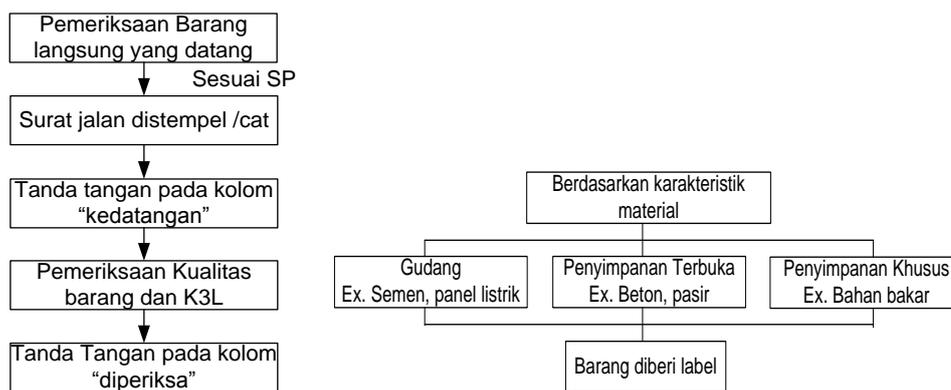
Setelah material sampai ke site project ada beberapa hal yang dilakukan oleh pihak logistik yaitu seperti yang terlihat pada gambar 6 di bawah ini :

Proses Kedatangan Material

di gudang penerimaan



Ketentuan penyimpanan material



Gambar 6. Alur Sistem Penerimaan Dan Peyimpanan Material

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tim logistik KPP Menteng sudah melakukan pengelolaan material dengan baik dengan membeda-bedakan tempat penyimpanan material tergantung dari karakteristik jenis material, yaitu gudang (untuk semen, panel listrik), penyimpanan terbuka seperti pasir, beton, dan penyimpanan khusus seperti bahan peledak dan bahan bakar. Barang tersebut diberi label sebagai petunjuk tempat penyimpanannya. Material yang telah diterima tersebut kemudian dicatat dalam kartu stock.

Didalam teori JIT, dikenal istilah kanban (kartu kendali). Kanban tersebut berisi rangkaian isyarat yang mengendalikan proses yang ada. Tujuan sistem kanban adalah memberikan tanda-tanda kebutuhan material yang lebih banyak dan meyakinkan bahwa material tersebut akan diproduksi tepat pada jadwal waktu dalam rangka mendukung produksi berikutnya. Kanban umumnya merupakan suatu isyarat visual sederhana, seperti untuk menunjukkan tidak tersedianya atau hanya tersedia sebagian dari suatu komponen atau subkomponen yang dibutuhkan pada rak penyimpanan.

Tetapi pada proyek konstruksi (KPP Menteng), sistem kanban ini tidak digunakan. Pengontrolan material lebih ditekankan pada update kartu stock perhari. Kartu stock akan selalu diupdate setiap hari oleh pihak logistik, ini untuk melihat berapa jumlah material yang sudah digunakan dan yang tersisa untuk menentukan kapan material selanjutnya dipesan. Tidak dipakainya sistem kanban ini karena kondisi ataupun proses produksi yang berbeda pada proyek konstruksi dengan manufakturembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

## SIMPULAN

Perbedaan kondisi pada industri konstruksi dengan industri manufaktur membuat konsep JIT tersebut tidak dapat diterapkan seratus persen. Banyaknya variasi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi sangat bertolak belakang dengan industri manufaktur, dimana sangat sedikit variasi yang terjadi. Konsep JIT membutuhkan beberapa adaptasi dengan melakukan beberapa modifikasi pada prinsip JIT agar dapat diterapkan dalam proyek konstruksi. Beberapa modifikasi tersebut antara lain yaitu adanya buffer sebagai antisipasi terhadap variasi yang ada, hal ini berlawanan dengan prinsip dasar dari JIT yaitu menghilangkan buffer.

PT. PP sudah menunjukkan bahwa mereka telah menerapkan pendekatan JIT dalam dalam proses produksi pada pelaksanaan proyek KPP Menteng ini. Upaya-upaya yang dilakukan oleh PT. PP melalui kebijakan maupun sistem pemesanan dan penerimaan material untuk mengurangi pemborosan sejalan dengan metode JIT. Dalam pengelolaan persediaan pada proyek ini, teridentifikasi beberapa hal yang terkait dengan prinsip-prinsip maupun tujuan dari metode JIT itu sendiri.

Sistem kanban sebagai bagian dari metode JIT tidak digunakan dalam pengelolaan persediaan di proyek karena adanya perbedaan proses produksi konstruksi dengan manufaktur, dimana pada industry konstruksi, lokasi proses produksi tetap dan tenaga kerjanya yang bergerak menuju lokasi proses produksi. Sedangkan pada manufaktur berlaku sebaliknya.

Permasalahan utama dalam pengelolaan persediaan adalah menentukan kapan pemesanan dilakukan dan berapa jumlah material yang dipesan. Dalam menentukan kapan harus melakukan pemesanan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya yaitu *lead time* (tenggang waktu) dari masing-masing bahan. Beberapa faktor yang mempengaruhi *lead time* dari suatu bahan yaitu jadwal pemakaian bahan yang merujuk pada jadwal pelaksanaan proyek (*master schedule*), waktu yang diperlukan produsen dalam proses produksi, jarak dan transportasi dari sumber material ke lokasi proyek, formula pemesanan (apakah bertahap atau keseluruhan), ketersediaan serta kapasitas gudang dan fasilitas penyimpanannya. Sedangkan untuk menentukan jumlah material yang dipesan harus berdasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain yaitu kuantitas persediaan yang paling efisien (dengan

menjamin kontinuitas produksi di lapangan). Faktor lain yang ikut mempengaruhi adalah ketersediaan fasilitas penyimpanan dan lokasi proyek (terkait penentuan kebijakan pengadaan bahan).

#### **SARAN**

Pada dasarnya dengan pengalaman yang dimiliki disertai dengan kebijakan perusahaan dalam hal kualitas, PT. PP tentunya telah mengupayakan berbagai cara untuk menjadi lebih baik. Adapun beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya diantaranya yaitu perlu adanya perbandingan beberapa proyek sejenis dan memperbanyak variabel penilaian untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas terkait dengan penerapan manajemen persediaan JIT di proyek konstruksi gedung.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Indrajit, Ricardus Eko & Djokopranoto, Richardus., 2003, *Manajemen Persediaan : Barang Umum dan Suku Cadang untuk Keperluan Pemeliharaan, Perbaikan dan Operasi*, Grasindo : Jakarta
- Pujawan, I. Nyoman., 2005, *Supply Chain Management*, Guna Widya : Surabaya
- Schniederjans, Marc J., 1993, *Topics In Just-In-Time Managemenet*, Allyn And Bacon: Massachusetts
- Schroeder, G. Roger., 2007, *Operation Management : Contemporary Concepts And Cases Third Edition*, International Edition, McGraw-Hill: New York
- Subagyo, Pangestu., 2000, *Manajemen Operasi Edisi Pertama*, BPFE: Yogyakarta
- Sumayang, Lalu., 2003, *Dasar-Dasar Manajemen Produksi & Operasi*, Salemba Empat: Jakarta
- Susilawati, 2005., *Studi Supply Chain Konstruksi Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung*, Tesis, Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung

## **Aplikasi Metode Importance Performance Analysis dalam Analisa Tingkat Pelayanan Mode Speedboat**

**Abdul Gaus\*<sup>1</sup>, Chaerul Anwar<sup>1</sup>, Sutrisno Putra P<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

<sup>2</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding authors: e-mail: [gaussmuhammad@gmail.com](mailto:gaussmuhammad@gmail.com)

*Manuscript received: 19-02-2017 Revision accepted: 21-04-2017*

### **Abstrak**

Speedboat merupakan salah satu moda yang membungkan pusat kota Ternate dengan pusat kota Tidore Kepulauan. Meningkatnya pelaku perjalanan menggunakan moda ini menuntut perlunya perhatian terhadap aspek kenyamanan dan keselamatan pengguna moda. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa moda speedboat beraktivitas pada siang maupun malam hari, pada berbagai cuaca dan mengangkut bukan hanya manusia namun juga barang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pelayanan speedboat menurut penilaian pengguna moda menggunakan metode analisis Importance Performance Analysis (IPA). IPA digunakan untuk memetakan hubungan antara importance (kepentingan) dengan performance (kinerja) dari masing-masing atribut pelayanan menurut penilaian penumpang speedboat Ternate-Tidore. Tingkat pelayanan moda transportasi speedboat Ternate-Tidore menggunakan metode IPA didapatkan variabel yang memiliki kepentingan/Harapan yang tinggi namun pada kinerja/realita tidak cukup baik, yaitu variabel penerangan di malam hari, ketersediaan baju pelampung/life jacket dan ketersediaan kotak P3K. Sedangkan variabel yang dianggap kurang penting oleh penumpang, tetapi kinerjanya baik sehingga penumpang menganggap kinerja tersebut berlebihan, yaitu variabel layanan informasi dan tarif speedboat, ketersediaan pelontar .

**Kata kunci** – Speedboat, Moda Transportasi, Importance Performance Analysis

### **Abstract**

Speedboat is one of transportation modes connecting the city central of Ternate to the city central of Tidore Island. The increase in travellers who use the mode requires attention on the aspect of comfort and safety of the mode users. Field condition indicates that speedboat mode starts active at noon and night in various weathers. The mode is not only transported people but also goods. The research aimed to analyze the speedboat service level based on the appraisal from the mode users using Importance Performance Analysis (IPA) method. IPA used to map the relationship between the importance and performance of each service attribute according to the appraisal of the passengers of Ternate-Tidore speedboat. The service level of Ternate-Tidore speedboat transportation mode using IPA method indicated that there were variables with high importance/expectation but less performance/reality, which were night lighting variable, the availability of life jacket and first aid box, whereas, variables considered as less important by the passengers but had good performance so that passengers regarded them as overwhelmed were information service variable, speedboat rate, and the availability of thrower.

**Keywords** – Speedboat, Transportation Mode, Importance Performance Analysis

## PENDAHULUAN

Transportasi mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia, karena transportasi mempunyai pengaruh besar terhadap perorangan, masyarakat, pembangunan ekonomi dan sosial politik suatu negara. Tanpa adanya transportasi sebagai sarana penunjang, tidak dapat diharapkan tercapainya hasil yang memuaskan dalam usaha pembangunan berbagai aspek dari suatu negara. Secara umum angkutan ini sendiri dapat didefinisikan sebagai pengembangan orang dan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan kendaraan. Perangkutan diperlukan karena sumber kebutuhan manusia tidak terdapat disembarang tempat. Sistem yang digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang dengan menggunakan alat angkut tersebut dinamakan moda transportasi. (Mardiani: 2013). Beberapa fungsi transportasi, diantaranya 1) Untuk memudahkan aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. 2). Untuk melancarkan arus barang maupun arus manusia. 3). Untuk menunjang perkembangan pembangunan pada suatu daerah. dan 4). untuk menunjang perkembangan ekonomi dengan jasa angkutan.

Provinsi Maluku Utara merupakan daerah maritim yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari pulau-pulau. Kota Tidore merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Maluku Utara yang memiliki hubungan sangat dekat dengan Kota Ternate dilihat dari letak geografis. Dengan berkembangnya pusat perdagangan jasa dan pendidikan, hal ini berdampak pada meningkatnya pergerakan masyarakat yang berimplikasi pada meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sarana transportasi laut.

Penyeberangan laut merupakan satu-satunya terpenting yang menghubungkan antara Kota Ternate ke Kota Tidore. Tingginya peningkatan jasa angkutan penyeberangan mendorong pemerintah untuk lebih memperhatikan masalah kenyamanan dan keselamatan terutama pengembangan fasilitas baik untuk keselamatan penumpang maupun keselamatan speedboat. Apabila pelayanan yang tidak baik terhadap penumpang pengguna jasa speedboat dipelabuhan Bastiong maka penumpang akan merasa tidak aman dan nyaman. Melihat kondisi diatas, maka perlu adanya evaluasi kinerja pelayanan angkutan penyeberangan antar pulau sehingga nantinya ada keseimbangan antara jumlah kebutuhan (Demand) dengan tingkat pelayanan *speedboat*

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kota Ternate dan kota Tidore Kepulauan, untuk mengetahui persepsi pengguna moda digunakan kuisisioner yang disebarkan ke pengguna *speedboat*. Penelitian ini melibatkan 100 responden dengan mempertimbangkan waktu, lokasi, umur, jenis kelamin, pekerjaan, penghasilan dan asal reesponden. Dilaksanakan selama satu minggu dengan waktu pengambilan yang berbeda-beda pula.

### Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah kuisisioner yang dibagi dalam dua kelompok pertanyaan yang menyangkut karakteristik responden pengguna moda transportasi dan persepsi pengguna moda transportasi. Pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui persepsi penumpang disusun berdasarkan penelitian sebelumnya yang sejenis dan divalidasi sehingga pertanyaan tersebut layak digunakan dalam kuisisioner.

### Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara:

1. Pengambilan data digunakan dengan cara turun langsung ke pelabuhan speedboat Bastiong Kota Ternate.
2. Pembagian kuisioner yaitu dengan membagikan kuesioner pada para penumpang untuk mengisi pertanyaan-pertanyaan didalam kuesioner sesuai dengan klasifikasi.
3. Data-data sekunder diperoleh langsung dari instansi pemerintah terkait yaitu BPS Kota Ternate serta Kota Tidore dan KUD Sadar Kota Tidore.

**Teknik Analisa Data**

Digunakan analisis kuadran untuk memetakan kinerja (realita) dan kepentingan (harapan) dari pengguna jasa *speedboat* terhadap beberapa indikator kualitas pelayanan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan.

Berdasarkan hasil penilaian tingkat kepentingan dan penilaian kinerja maka akan dihasilkan suatu perhitungan menjadi tingkat kesesuaian antara tingkat kepentingan dan tingkat pelaksanaannya. Tingkat kesesuaian adalah hasil perbandingan skor kinerja dan skor kepentingan pengguna jasa angkutan penyeberangan speed boat.

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yang digunakan yaitu tingkat kinerja pelayanan yang dialami dan dinyatakan dengan X, serta tingkat harapan penumpang yang dinyatakan Y.

$$Tki = \frac{Xi}{Yi} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Tki = Tingkat kesesuaian responden.
- Xi = Skor penilaian kinerja.
- Yi = Skor penilaian kepentingan pengguna jasa.

Selanjutnya sumbu mendatar (X) akan diisi oleh skor tingkat kinerja/Realita sedangkan sumbu vertikal (Y) akan diisi oleh skor tingkat kepentingan/harapan. Untuk setiap faktor yang mempengaruhi penilaian pengguna jasa dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Yi}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- $\bar{X}$  = Rata-rata tingkat penilaian kinerja indikator ke-i.
- $\bar{Y}$  = Rata-rata tingkat penilaian kepentingan/harapan indikator ke-i.
- n = Jumlah responden.

Selanjutnya adalah menghitung rata-rata tingkat kepentingan dan kinerja untuk keseluruhan indikator, dengan rumus:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \dots\dots\dots(4)$$

$$\bar{\bar{Y}} = \frac{\sum \bar{Y}_i}{k} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

$\bar{X}$  = total rata-rata tingkat penilaian kinerja atribut ke-i.

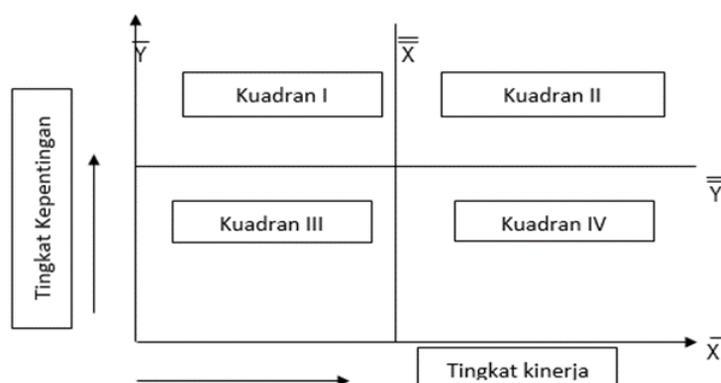
$\bar{Y}$  = total rata-rata tingkat penilaian kepentingan/harapan atribut ke-i.

k = Jumlah pertanyaan dalam kuesioner.

Skor rata-rata tingkat penilaian kinerja dari responden selanjutnya akan ditempatkan pada diagram kartesius dengan sumbu mendatar (sumbu X) merupakan skor rata-rata tingkat penilaian kinerja  $\bar{X}$  dan sumbu tegak (sumbu Y) adalah skor rata-rata tingkat penilaian kepentingan/harapan indikator  $\bar{Y}$ . Diagram kartesius ini akan dibagi menjadi empat (4) kuadran dengan perpotongan sumbunya merupakan nilai rata-rata total dari skor penilaian kinerja  $\bar{X}$  dan total skor penilaian kepentingan/harapan indikator  $\bar{Y}$ . Diagram kartesius tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Supranto (2006), menjelaskan bahwa pengertian dari masing-masing kuadran dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuadran I (Prioritas utama), Kuadran ini merupakan indikator yang sangat mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap kinerja yang kondisinya tidak memuaskan dan perlu mendapat prioritas peningkatan.
2. Kuadran II (Pertahankan kinerja), Kuadran ini menunjukkan indikator yang mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap kinerja yang kondisinya telah memenuhi harapan dan perlu dipertahankan.
3. Kuadran III (Prioritas rendah), Kuadran ini menunjukkan indikator yang tidak begitu penting dalam memenuhi tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap kinerja, yang pelaksanaannya dianggap kurang penting.
4. Kuadran IV (Berlebihan), Kuadran ini menunjukkan indikator yang tidak begitu penting dalam memenuhi tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap kinerja yang dalam pelaksanaannya pengguna jasa menerima pelayanan lebih dari apa yang diharapkan sehingga tidak menjadi prioritas perbaikan (berlebihan).



Gambar 1. Diagram kartesius analisis kepentingan dan kinerja

### Analisa Data

Metode IPA digunakan untuk memetakan hubungan antara kepentingan dengan kinerja dari masing-masing atribut pelayanan menurut penilaian pengguna *speedboat* Ternate-Tidore. Uji T-test dan Analisis Of Variance (Anova), untuk mengetahui rata-rata persepsi/penilaian dari penumpang *speedboat* Ternate-Tidore berdasarkan karakteristik dari pengguna jasa. Analisis

Korelasi, untuk mengetahui korelasi antara masing-masing karakteristik dari penumpang speedboat Ternate-Tidore.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik responden

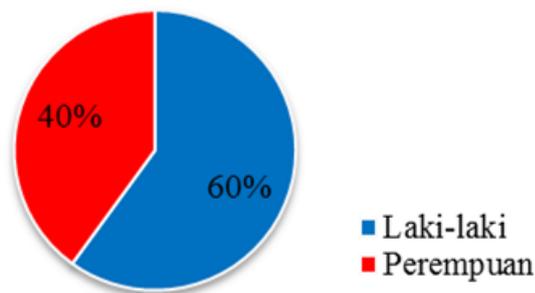
Karakteristik responden pengguna moda *speedboat* di tunjukkan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 5.

#### 1. Jenis kelamin

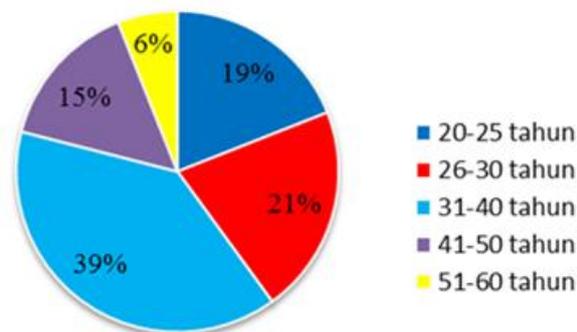
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa sebagian besar responden speed boat berjenis kelamin laki-laki sebanyak 60% dan perempuan sebesar 40%. Adapun tabel dan diagram lingkaran dari responden berdasarkan jenis kelamin seperti pada gambar 2.

#### 2. Umur

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar umur dari responden yang melakukan perjalanan *speedboat* berusia 20-25 tahun sebesar 19%, usia 26-30 tahun sebesar 21%, usia 31-40 tahun sebesar 39%, berusia 41-50 tahun sebesar 15% dan dengan usia lebih besar 51 tahun sebesar 6%.



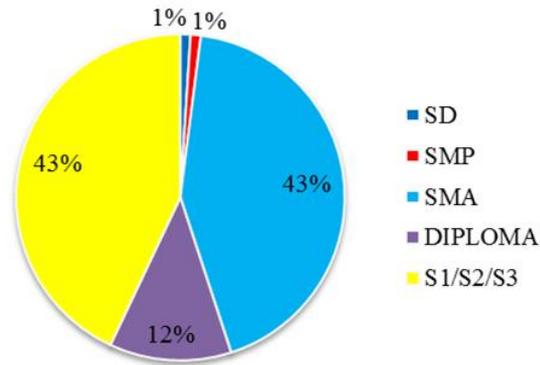
Gambar 2. Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin



Gambar 3. Responden berdasarkan umur

3. Pendidikan terakhir

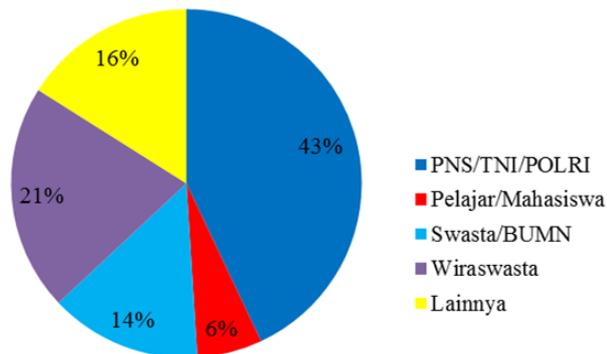
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa sebagian besar responden speedboat berpendidikan terakhir SMA sebesar 43%, kemudian S1/S2/S3 sebesar 43%, Diploma sebesar 12%, SMP dan SD sebesar 1%.



Gambar 4. Karakteristik responden berdasarkan pendidikan

4. Pekerjaan

Berdasarkan penelitian diketahui pekerjaan dari responden yang menggunakan speedboat bekerja sebagai PNS/TNI/POLRI sebesar 43%, pelajar/mahasiswa sebesar 6%, pegawai swasta/BUMN sebesar 14%, wiraswasta sebesar 21% dan lainnya sebesar 16%.



Gambar 5. Karakteristik responden berdasarkan pekerjaan

5. Penghasilan

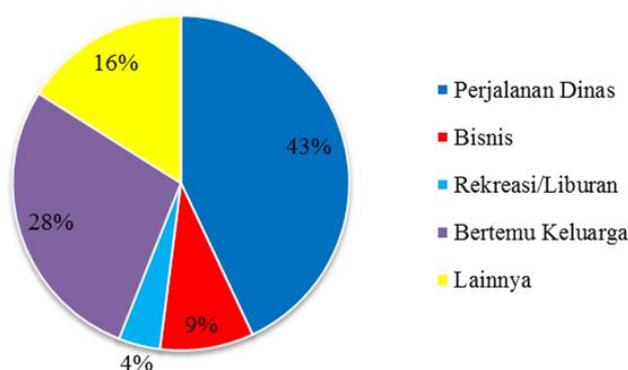
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diketahui penghasilan bulanan responden yang menggunakan speed boat <Rp.1.000.000 ada sebanyak 12%, penghasilan Rp.1.000.000-2.000.000 sebanyak 24%, Rp. 3.000.000-Rp.4.000.000 sebanyak 25%, dengan penghasilan >Rp.4.000.000 sebesar 19% dan lainnya sebanyak 20%.



Gambar 6. Karakteristik responden berdasarkan pendapatan

#### 6. Berdasarkan Tujuan Perjalanan Responden

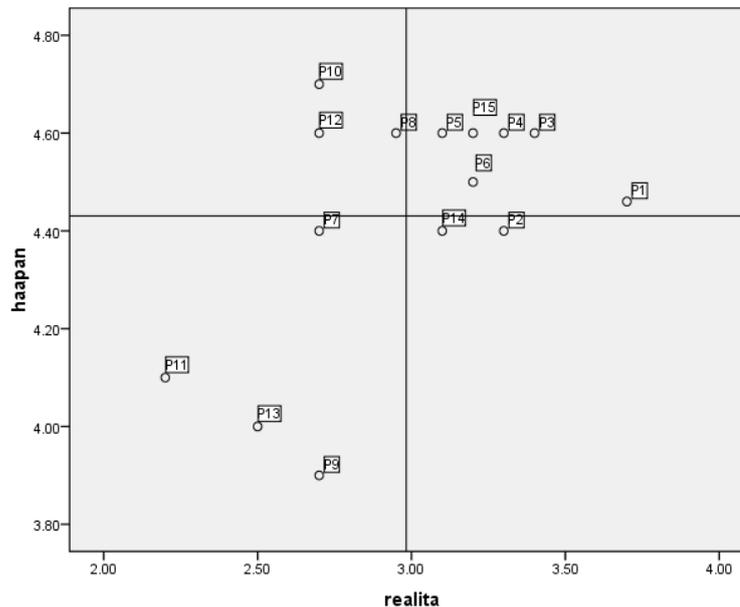
Berdasarkan penelitian diketahui bahwa tujuan dari responden penumpang *speedboat* dengan tujuan perjalanan dinas sejumlah 43%, dengan tujuan bisnis sebanyak 9%, rekreasi/liburan sebanyak 4%, dengan tujuan untuk bertemu keluarga sebanyak 28% dan tujuan Lainnya sebanyak 16%.



Gambar 7. Karakteristik responden berdasarkan tujuan perjalanan

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian properties agregat kasar di mana :pengujian kadar air 0,5%, kadar lumpur 1,1%, kondisi lepas 1,8 kg/ltr, kondisi padat 1,7 kg/ltr, berat jenis kering oven 2,29%, berat jenis semu 2,35% dan keausan agregat 24%. Ini memperlihatkan bahwa properties agregat kasar telah memenuhi spesifikasi, kecuali kadar lumpur yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga sebelum material agregat kasar digunakan perlu dicuci guna untuk menghilangkan lumpur yang ada pada agregat kasar.

**Analisis importance performance analysis**



Gambar 8. Hubungan realita dan harapan metode IPA

Pengukuran IPA dijabarkan ke dalam diagram kartesius yang terlihat pada Gambar 8. Pada gambar 4.8 menunjukkan bahwa, sumbu X dan sumbu Y. Sumbu X merupakan tingkat kinerja (realita) dan sumbu Y merupakan tingkat kepentingan (harapan) yang dikelompokkan menjadi 4 kuadran. Ada variabel yang ditunjukkan dalam diagram kartesius adalah 1. Kebersihan, 2. Layanan informasi dan tarif, 3. Kenyamanan tempat duduk didalam speedboat, 4. Sikap penyedia jasa dalam melayani penumpang, 5. Penindakan tegas petugas bagi yang melanggar, 6. Area sirkulasi udara didalam speedboat, 7. Tempat penitipan barang, 8. Penerangan di malam hari, 9. Ketersediaan alat navigasi kompas/GPS, 10. Ketersediaan baju pelampung/life jacket, 11. Ketersediaan alat pemadam kebakaran/aper foam, 12. Ketersediaan kotak P3K, 13. Ketersediaan perangkat pesawat radio, 14. Ketersediaan pelontar tali dan 15. Ketersediaan isyarat marabahaya.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis tingkat pelayanan moda *speedboat* Ternate-Tidore menggunakan metode IPA dapat disimpulkan

1. Variabel yang memiliki kepentingan/Harapan yang tinggi namun pada kinerja/realita tidak cukup baik, adalah 1. Penerangan di malam hari (8), 2. Ketersediaan baju pelampung/life jacket (10) dan 3. Ketersediaan kotak P3K (12).
2. Variabel yang dianggap kurang penting oleh penumpang, tetapi kinerjanya baik sehingga penumpang menganggap kinerja tersebut berlebihan, adalah 1. Layanan informasi dan tarif speed boat (2) dan 2. Ketersediaan pelontar tali (14).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Tursina. 2011. Analisis Kinerja Pelayanan Kapal Ferry Terhadap Penumpang Ternate-Sofifi (Skripsi). Ternate: Fakultas Teknik Universitas Khairun.
- Dedi Wiriyawan, Adi Aspina Nur, Pengaruh Efektifitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Konsumen Pada Pelabuhan Speedboat Kayan II Tanjung Selor, Fakultas Ekonomi Universitas Kaltara.
- Lumban Gaol, Sabrina. 2008. Evaluasi Pola Pergerakan Orang Dan Barang Dengan Moda Transportasi Air : Studi Kasus : dari dan ke kota Balige (Skripsi). Sumatera Utara: Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Mardiani, Cahirul Anwar, Mufti Amir Sultan, 2013. Model Probabilitas Pemilihan Moda Kapal Ferry Dan Speed Boat Rute Ternate-Tidore, *Sipilsains*, Vol.03 No. 06. Pp:33-40.
- Mardikawati Woro, Farida Naili, Pengaruh Nilai Pelanggan dan Kualitas Layanan Terhadap Loyalitas Pelanggan, Melalui Kepuasan Pelanggan Pada Pelanggan BUS Efisiensi, Studi PO Efisiensi Jurusan Yogyakarta-Cilacap.
- Melfa Yola, Duwi Budianto, Analisis Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Pelayanan dan Harga Produk Pada Supermarket Dengan Menggunakan Metode Importance Performance Analysis (IPA), Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- M.Rani, Kartika Sari. 2016. Studi Kinerja Kapal Ferry Bastiong Ternate (Ternate-Sofifi) (Skripsi). Ternate: Fakultas Teknik Universitas Khairun.
- Moh Noh. 2005. Metode Penelitian. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Nusa Sembayang, Ruslan Effendie, Studi Evaluasi Tingkat Pelayanan dan Tarif Moda Angkutan Sungai Speedboat Studi Kasus: Jalur Angkutan Sungai Kecamatan Kurun ke Kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah, Teknik Sipil, ITN Malang.
- Ofyar Z, Tamim. 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung: ITB.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.

## Analisis Kualitas Air yang Tercemar Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara

Azis Husen\*

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas  
Muhammadiyah Maluku Utara

\*Corresponding authors: e-mail: azishusen50@yahoo.com

Manuscript received: 22-02-2017 Revision accepted: 27-04-2017

### Abstrak

Penelitian ini menganalisis dan menentukan tingkat pencemaran merkuri (Hg) di perairan Teluk Kao Halmahera Utara. Metode yang digunakan adalah metode survei observasi wawancara dan pengambilan sampel air dengan cara purposive sampling sedangkan untuk analisis air dan sedimen menggunakan alat spektrofotometer penyerap atom (*atomic absorption spectrophotometer*, AAS). Analisis kualitas air sungai, air laut di perairan Teluk Kao Halmahera Utara untuk pagi dan sore dengan nilai sebesar 0,004 mg/L - 0,0038 mg/L. Sedangkan kandungan merkuri (Hg) untuk sedimen pagi dan sore dengan nilai 0,0032, mg/L - 0,0076 mg/L. Berdasarkan dari hasil tersebut bahwa mutu air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao Halmahera Utara sudah tidak bisa dikonsumsi sesuai Peraturan Pemerintah Pengelolaan air minum secara konvensional (kelas 1), 0,001 ppm, (kelas 2 dan 3), 0,002 ppm dan (kelas 4). 0,005 ppm dengan demikian mutu air sungai Teluk Kao sudah tidak aman untuk di konsumsi bagi masyarakat Teluk Kao. Sedangkan untuk sedimen sungai Kobok dan Taolas Teluk Kao sudah tidak lagi memenuhi Standar Bahan Baku Mutu sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 200 kelas I. 0,001 mg/L kelas II. 0,002 mg/L kelas III. 0,002 mg/L kelas IV 0,005 mg/L.

**Kata kunci:** *Pencemaran; merkuri (Hg); air sungai; air laut; sedimen*

### Abstract

The research analyzed and determined the level of mercury (Hg) pollution in Kao Gulf waters of North Halmahera. Method used was survey, observation, and interview. Water sampling was conducted with purposive sampling. Water and sediment analysis was conducted using atomic absorption spectrophotometer (AAS). Analysis of river water and sea water quality in Kao Gulf waters of North Halmahera was conducted in the morning and afternoon with value of 0.004 mg/L - 0.0038 mg/L. Whereas, mercury (Hg) content for sediment in the morning and afternoon was 0.0032, mg/L - 0.0076 mg/L. Based on the result, the water quality of Kobok and Taolas River in Kao Gulf waters of North Halmahera cannot be consumed because based on the Government Regulation on conventional drinking water management the water quality value is 0.001 ppm (class 1), 0.002 ppm (class 2 and 3), and 0.005 ppm (class 4); therefore, the water quality in Kao Gulf river is not safe to be consumed by the community in Kao Gulf. Regarding sediment of Kobok river and Taolas of Kao Gulf, it was no longer met the Quality Standard according to the Government Regulation No. 82/2001 which is: Class I of 0.001 mg/L, Class II of 0.002 mg/L, Class III of 0.002 mg/L and Class IV of 0.005 mg/L.

**Keywords:** *Pollution; mercury (Hg); river water; sea water; sediment*

## PENDAHULUAN

Teluk Kao memiliki karakteristik tersendiri karena keunikan bentuk teluk seperti kantung dengan diameter teluk 15 km<sup>2</sup>. Teluk kao berada di lima wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Malifut, Teluk Kao, Kao Raya, Kao Barat, dan Kecamatan Kao Utara, perbatasan dengan Kabupaten Halmahera Timur dan Kabupaten Halmahera Barat (BPS Halmahera Utara, 2013).

Logam berat yang bersifat toksik maupun esensial terlarut dalam air dan mencemari air tawar maupun air laut. Sumber pencemaran ini banyak berasal dari pertambangan, peleburan logam dan jenis industri lainnya, dan juga dapat berasal dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk atau anti hama yang mengandung logam Darmono, (2001). Pencemaran suatu perairan oleh logam berat, telah banyak dikembangkan pemantauan secara kimia, dengan menentukan kadar setiap zat pencemar pada air ataupun sedimen Darmono, (2008). Penyebab pencemaran perairan antara lain karena penggunaan bahan bakar fosil, limbah industri, buangan limbah domestik, pemakaian pestisida dan pertambangan.

Hasil analisis merkuri Hg oleh Badan Lingkungan Hidup Halmahera Utara, (2012) di sungai Bora Teluk Kao mendapatkan kandungan merkuri pada air sungai sebesar 0,00005 mg/L. Sedangkan hasil penelitian Hamid (2011), air laut perairan Dum-Dum mendapatkan beban merkuri (Hg) sebanyak 0,0004-0,0007 ppm. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan adalah 0.05 mg. Hal ini berarti bahwa kandungan Hg di perairan Teluk Kao masih di bawah nilai ambang batas. namun demikian, apabila usaha penambangan emas tidak mengolah limbah secara baik, maka kandungan Merkuri Hg di perairan Teluk Kao akan terus meningkat dan terakumulasi hingga melebihi nilai ambang batas.

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini menganalisis dan menentukan tingkat pencemaran merkuri (Hg) di perairan Teluk Kao Halmahera Utara.

## METODE PENELITIAN

Analisis kualitas air di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang. Analisis menggunakan alat spektrofotometer penyerap atom (*atomic absorption spectrophotometer*, AAS) untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri Hg dengan larutan, HNO<sub>3</sub>, SnCl<sub>2</sub>, HgSO<sub>4</sub>, dan HClO<sub>4</sub> di Laboratorium Perum Jasa Tirta Kota Malang. Tempat dan wadah yang terbuat dari *Styrofoam* untuk menyimpan sampel air, sebelum dilakukan uji laboratorium, kertas label untuk memberi tanda pada sampel, es di gunakan untuk menjaga sampel air agar tidak rusak.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 06-2412-1991 tentang metode pengambilan contoh kualitas air : (1) sungai dengan debit kurang dari 5m<sup>3</sup>/detik, contoh diambil pada satu titik di tengah sungai pada 0,5 kali dengan kedalaman permukaan air; (2) sungai dengan debit antara 5-150 m<sup>3</sup>/detik, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai yaitu 0,5 kali dengan kedalaman permukaan air; (3) sungai dengan debit lebih dari 150 m<sup>3</sup>/detik contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak 1/4, 1/2 dan 3/4 lebar sungai yaitu 0,2 kali dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan air. Alat untuk mengambil sampel air adalah gayung plastik bertangkai (SNI 6989.57:2008).

Lokasi pengambilan sampel air dari hulu sampai hilir sungai Kobok dan Taolas Teluk Kao. Tempat sampel merupakan jalur tempat pembuangan limbah oleh PT. Nusa Halmahera Miniral dan Tambang Tradisional PETI yang mengeksplotasi emas sisa limbahnya di buang pada sungai Tabobo dan sungai Taoalas kedua sungai ini akhirnya mengalir hinggake muara hilir Kobok dan hilir Taolas perairan Teluk Kao.

Pengambilan sampel menggunakan metode survei dengan melakukan observasi wawancara masyarakat dengan menggunakan perahu tradisional oleh masyarakat dan peneliti. Penentuan lokasi pengambilan sampel air dengan cara purposive sampling. Untuk Pengambilan sampel air dilaksanakan di perairan Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara pada bulan Maret 2015.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Fisika dan Kimia di Perairan di Perairan Teluk Kao

Pengetahuan mengenai kondisi kualitas perairan yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika, kimia maupun secara biologi sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan tersebut. Penilaian ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan nilai parameter kualitas air dari hasil pengukuran di lapangan dengan baku mutu perairan sesuai peruntukannya yang berlaku di Indonesia yakni mengacu pada Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Salah satu indikator pemanfaatan perairan Teluk Kao Halmahera Utara adalah digunakan sebagai sumber air baku air minum, maka berdasarkan peraturan tersebut dalam penelitian ini sebagai pembanding digunakan baku mutu air kelas 1 yaitu air yang peruntukannya digunakan sebagai air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berdasarkan hasil analisis pada lokasi penelitian dan laboratorium maupun pengamatan secara langsung (insitu) pada dari hulu sampai hilir sungai Kobok dan hilir Taolas masing-masing stasiun yang dilakukan dengan 2 kali ulangan pada pagi dan sore hari diperoleh nilai kualitas air yang hasilnya berbeda nyata dan tidak berbeda nyata pada setiap stasiun. Parameter yang di amati dalam penelitian ini meliputi parameter derajat suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO) keasaman (pH), BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), penetrasi cahaya, kesadahan, dan alkalinitas, pada sungai dan perairan laut.

### Hasil Analisis Kualitas Air Secara Fisika

Analisis kualitas air secara fisika dan insitu di perairan Teluk Kao meliputi antara lain yaitu:

#### 1. Suhu

Hasil analisis pengukuran suhu air selama hasil pengamatan yang dilakukan suhu permukaan air sungai Kobok dan Taolas pada pagi hari dengan nilai suhu air sebesar 26.68 °C dan sore 26.80 °C. Kisaran suhu yang mampu ditoleransi suatu biota laut yaitu berkisar 20.35 °C Rahman, (2006). Sedangkan berdasarkan baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar 28.30 °C. Berdasarkan hal tersebut, kisaran suhu permukaan air sungai Kobok dan Talos Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara selama pengamatan masih pada kisaran normal dan dapat bertoleransi oleh biota perairan.

## 2. Salinitas

Hasil analisis salinitas perairan Teluk Kao Halmahera Utara selama pengukuran berdasarkan parameter salinitas, selama dua kali analisis pada pagi dan sore menunjukkan salinitas air sungai dari hulu sungai sampai hilir Kobok dan Taolas pada pagi salinitas air sebesar 26,264 ppt dan sore salinitas air sebesar 27,311 ppt. Tingkat salinitas air sungai dan air laut perairan Teluk Kao berbeda maka secara umum pengaruh musim masih tetap berperan. Berdasarkan kisaran salinitas tersebut, perairan Teluk Kao tergolong pada perairan mixohaline, yang memiliki kisaran salinitas antara 0,1 ppt sampai 32,33 ppt (DKP Halmahera Utara, 2009).

## 3. Derajat Keasaman (pH)

Hasil penelitian dan analisis derajat keasaman (pH) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara menemukan setiap selama pengamatan nilai pH berbeda, Nilai pH air berbeda disebabkan sifat dari air laut yang mempunyai sistem buffer atau penyangga, sehingga mampu mengendalikan sifat asam atau basa yang masuk ke dalam perairan. Kisaran nilai derajat keasaman yang diperoleh dari hulu sampai hilir sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao pada pagi pH air sebesar 8,23 dan sore sebesar 8,15.

Hasil analisis derajat keasaman perairan Teluk Kao menunjukan bahwa nilai derajat keasam (pH) dengan kadar sudah mendekati nilai di atas ambang batas, untuk perairan laut yaitu 7,0 - 8,0. Kondisi (pH) pada perairan dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan. Batasan nilai pH telah ditentukan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII Tahun 2002 yakni 6,5 -8,5. Nilai hasil analisis derajat keasaman (pH)

## 4. Oksigen Terlarut (DO)

Hasil penelitian dan pengukuran parameter fisika kualitas air sungai dan air laut pada stasiun pengambilan sampel kondisi oksigen terlarut dari hulu sampai hilir dari hasil analisis kualitas air secara (insitu) menunjukan nilai oksigen terlarut mengalami kenaikan dan penurunan untuk pagi nilai oksigen terlarut yaitu sebesar 10,66 dan sore sebesar 10,57. Distribusi oksigen secara vertical dipengaruhi oleh gerakan air, proses kehidupan di laut dan proses kimia Achmad, (2006). Sedangkan menurut Salmin, (2005) perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah jika kadar oksigen terlarutnya > 5 ppm.

## 5. Penetrasi Cahaya

Kecerahan air suatu perairan adalah dimana kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesa. Kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesa dan produksi primer dalam suatu perairan. Seperti diketahui fotosintesa ikan sangat membutuhkan cahaya dan apabila aktifitas fotosintesa terganggu maka akan mengakibatkan pertumbuhan ikan tidak optimal. Kecerahan air sungai dan air laut Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao relatif tidak normal hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecerahan kedalaman air sungai Kobok dan Taolas pada pagi kecerahan air sungai dengan kedalaman 50 cm dan sore 47 cm.

Nybakken, (1992) mengemukakan bahwa kecerahan merupakan salah satu faktor penentu dalam suatu perairan dimana proses fotosintesis masih dapat berlangsung. Banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus kedalam perairan sangat tergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut, maka semakin dalam sinar yang menembus kedalam perairan demikian sebaliknya.

## 6. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Hasil analisis nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) selama pengamatan di laboratorium mendapatkan nilai untuk pagi yaitu BOD air sebesar 9,60mg/L dan sore nilai BOD air sebesar 8,82mg/L. Peningkatan nilai BOD air sungai Kobok Kao Teluk Halmahera Utara mengindikasikan bahwa semakin ke hilir kualitas air sungai semakin menurun atau telah terjadi pencemaran di bagian hilir. Faktor faktor yang mempengaruhi keberadaan COD antara lain: volume reaktor atau air, waktu tinggal padatan atau substrat, permintaan oksigen dan volume lumpur Pazstor *et al.*, (2009).

Berdasarkan hasil analisis di Laboratorium mengatakan perairan Teluk Kao Halmahera Utara terkontaminasi limbah merkuri (Hg) yang mengakibatkan perairan tersebut tercemar. Menurut UNESCO/WHO/UNEP, (1992) Batas Maksimum BOD<sub>5</sub> yang diperbolehkan untuk kepentingan air minum dan kehidupan organisme akuatik adalah 3,0-6,0 mg/L. Berdasarkan Kep. Men. Negara. L.H. No. KEP-51/MENLH/10/1995 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Penyamakan Kulit. Kadar maksimum 50 mg/L. Beban pencemaran maksimum 2,0 kg/ton. Kadar Maksimum 70 mg/L. Beban pencemaran maksimum 2,8 kg/ton.

## 7. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil analisis pengukuran parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao untuk pagi dengan nilai COD air sebesar 1162,64 mg/L dan sore 439,33 mg/L. Berdasarkan baku mutu air minum adalah <10 mg/l, maka perairan Teluk Kao di duga mengalami pencemaran limbah tambang Nusa Halmahera Minerals yang mengolah emas dengan menggunakan merkuri (Hg). Dengan demikian perairan Teluk Kao secara umum tidak lagi memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sumber air minum sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu kelas I. nilai 10 kelas II. 25 kelas III. 50 kelas IV. 100.

## 8. Alkalinitas

Berdasarkan hasil analisis di laboratorium mendapatkan nilai alkalinitas air sungai dan laut sungai Kobok dan Taolas untuk pagi dengan nilai alkalinitas air sebesar 236 mg/L dan sore nilai alkalinitas air sebesar 200 mg/L. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001. Perairan dengan nilai alkalinitas yang terlalu tinggi tidak terlalu disukai oleh organisme akuatik karena biasanya diikuti dengan nilai kesadahan yang tinggi atau kadar garam natrium yang tinggi.

## 9. Kesadahan

Berdasarkan hasil analisis secara kimia bahwa kesadahan air sungai dan air laut di perairan Teluk Kao pada sungai Kobok Taolas mendapatkan nilai kesadahan air untuk pagi yaitu sebesar 384 mg/L dan sore nilai kesadahan air sebesar 462 mg/L. Kesadahan air sungai dan air laut di perairan Teluk Kao masih dibawah ambang batas yang di tetapkan oleh Pemerintah yaitu 500 mg/L berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 20 Tahun 1990 tentang Kriteria Kualitas Air serta SK. Menteri. KLH No : Kep-02/MENKLH/I/1988 tentang Baku Mutu Air dan Sumber Air Golongan A dan B. yaitu kesadahan 500 mg/L.

## Hasil Analisis Kandungan Merkuri Hg Air Sungai dan Laut di Perairan Teluk Kao

Ada dua media sebagai indikator yaitu air, sedimen (pasir). Hasil penelitian dan analisis laboratorium di peroleh kandungan merkuri Hg air sungai dan laut untuk pagi 0,004 mg/L, sedangkan untuk sore sebesar 0,0038 mg/L. Hasil penelitian bahwa konsentrasi merkuri

(Hg) terdapat pada air sungai dan laut hasilnya sudah melebihi standar baku mutu sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 yaitu 0,001 mg/L.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa mutu air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao Halmahera Utara sudah tidak bisa dikonsumsi sesuai Peraturan Pemerintah Pengelolaan air minum secara konvensional(kelas 1), 0,001 ppm, (kelas 2 dan 3), 0,002 ppm dan (kelas 4). 0,005 ppm. Parameter yang mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan adalah suhu, salinitas, arus, pH dan padatan tersuspensi total atau seston Nanty, (1999). Dengan sendirinya interaksi dari faktor-faktor tersebut akan berpengaruh terhadap fluktuasi konsentrasi logam berat dalam air, karena sebagian logam berat tersebut akan masuk ke dalam sedimen.

#### **Kandungan Merkuri (Hg) Pada Sedimen**

Berdasarkan hasil analisis sedimen di perairan Teluk Kao yang didapat berupa lumpur berpasir mendapatkan nilai kandungan merkuri (Hg) sungai Kobok dan Taolas untuk pagi dengan nilai sedimen sebesar 0,0032, mg/L dan sore nilai sedimen sebesar 0,0076. Hasil analisis nilai sedimen di perairan Teluk Kao mendapatkan adanya pembuangan limbah tambang yang diduga menggunakan bahan kimia merkuri Hg dari PT. Nusa Halmahera Minerals (NHM) dan PETI berpotensi mensuplai merkuri (Hg) pada sedimen. Hasil analisis kandungan merkuri Hg pada sedimen di perairan Teluk Kao Halmahera utara sudah tidak memenuhi Standar Mutu Bahan Baku Mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 kelas I. 0,001 mg/L kelas II. 0,002 mg/L kelas III. 0,002 mg/L kelas IV 0,005 mg/L.

Menurut Dahuri. Dkk, (2001) bahwa perairan yang sedimentasinya tinggi dapat membahayakan kehidupan di lingkungan perairan, diantaranya sedimen menyebabkan peningkatan kekeruhan air dengan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Sedimen merupakan tempat proses akumulasi logam berat di sekitar perairan laut.

#### **Kandungan Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao**

Perairan Teluk Kao diduga sangat rentan terhadap pencemaran logam berat merkuri yang berasal dari kegiatan penambangan emas yang terdapat di sekitar perairan tersebut (Beringin, Balisong, dan Dum-dum). Jika hal ini terbukti, maka kelimpahan ikan akan berkurang dan akhirnya dapat mengancam mata pencaharian nelayan yang beroperasi di perairan Teluk Kao. Perairan yang kandungan logam beratnya telah melampaui batas ambang (*threshold*) yang diperbolehkan dapat menyebabkan kematian masal bagi ikan seperti halnya pada berbagai kasus di perairan Indonesia.

Penambangan emas di sekitar perairan Teluk Kao dilakukan sejak tahun 1998 dalam skala besar oleh perusahaan multinasional, yaitu PT. NHM dan PETI. PT. NHM melakukan ekstraksi emas dengan logam berat merkuri (Hg). Dengan minimnya pengolahan limbah yang dilakukan oleh kedua perusahaan tersebut, maka berbagai lembaga swadaya masyarakat (LSM) telah mulai mempertanyakan kualitas perairan Teluk Kao. Kekhawatiran ini sangat beralasan karena sungai-sungai yang mengalir melewati kedua lokasi penambangan semuanya bermuara ke Teluk Kao. Dengan demikian, limbah berupa (Hg) yang digunakan untuk mengekstrak emas pada akhirnya akan bermuara ke perairan Teluk Kao.

Penelitian tentang kandungan logam berat merkuri (Hg) pernah dilakukan oleh Edward (2008). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kandungan merkuri (Hg) di perairan Teluk Kao. Berdasarkan hasil penelitian ini ternyata kandungan merkuri (Hg) terdapat di air sungai, air laut dan sedimen pasir sudah melebihi nilai ambang batas. Hasil penelitian ini apabila penambangan emas dan perak di daerah ini berjalan terus tanpa pengolahan (penanganan) limbah yang baik, maka bukan tidak mungkin kandungan merkuri (Hg) di perairan Teluk Kao akan terus meningkat dan terakumulasi hingga melebihi nilai ambang batas.

### **SIMPULAN**

Kandungan merkuri (Hg) air sungai, air laut dan sedimen di perairan Teluk Kao dengan jumlah nilai untuk pagi 0,004 mg/L, sedangkan sore sebesar 0,0038 mg/L. Konsentrasi merkuri (Hg) terdapat pada air sudah melebihi nilai ambang batas standar baku mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 7387:2009) Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan untuk air minirals alami yaitu 0,001 mg/L, dengan demikian dapat dikatakan bahwa mutu air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk sudah tidak aman lagi untuk di konsumsi bagi masyarakat Teluk Kao. Sedangkan merkuri (Hg) untuk sedimen dengan nilai untuk pagi yaitu 0,0032 mg/L, dan sore dengan nilai sedimen 0,0076 mg/L. Hasil analisis kandungan merkuri (Hg) sedimen di perairan Teluk Kao Halmahera utara sudah tidak lagi memenuhi Standar Mutu Bahan Baku Mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 kelas I. 0,001 mg/L kelas II. 0,002 mg/L kelas III. 0,002 mg/L kelas IV 0,005 mg/L.

### **SARAN**

Berdasarkan hasil diperoleh dalam penelitian ini, maka perlu disarankan beberapa hal berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian logam berat Pb, Seandia pada satu tahun penuh, untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang pencemaran ketiga jenis logam berat di Perairan Teluk Kao, mulai hulu sungai hingga hilir, sehingga dapat menduga secara tepat sumber pencemaran logam berat berasal.
2. Pemerintah daerah Halmahera Utara dalam hal ini Dinas terkait bertindak cepat melakukan koordinasi antara Pemerintah Provinsi, termasuk dengan pihak PT. NHM, PETI, LSM dan masyarakat agar duduk bersama mengatur monitoring atau kajian pengelolaan limbah secara baik dan bersifat ramah lingkungan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya khususnya Kepala Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan FPIK-UB, Kepala Laboratorium Perum Jasa Tirta Kota Malang dan Masyarakat nelayan Teluk Kao Halmahera Utara sehingga dapat terselesainya penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Achmad, R. 2006. *Kimia Lingkungan*. Andi. Yogyakarta.
- Badan Lingkungan Hidup. 2012. Kabupaten Halmahera Utara. Komisi Akreditasi Nasional Laboratorium Penguji LP-433- IDN. Manado.
- Badan Pusat Statistik. Kabupaten Halmahera Utara. Dalam Angka. 2013.

- Darmono, 2001. Lingkungan hidup dan pencemaran. Hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Penerbit Universitas Indonesia.145 hal.
- Darmono, 2008. Lingkungan hidup dan pencemaran. Hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Penerbit Universitas Indonesia. Halaman 74.
- Dahuri, R.J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Halmahera Utara. 2008-2009. Rencana tata ruang laut, pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Halmahera Utara,Tobelo.
- Edward, November 2008. Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) DAN Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara, Makara Sains Volume 12, No.2, November 2008: 97-101.
- Hamid, 2011. Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa Linn*) di Perairan Teluk Kao dan Guraping
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP 51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.907/MENKES/SK/VII/20 02 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum
- Nanty, I. H. 1999. Kandungan Logam Berat Dalam Bahan Air Dan Sedimen Di Muara Way Kambas Dan Way Sekampung. IPB
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan.PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 549 hal.
- Pazstor I., P. Thury, and J. Pulai, 2009. Chemical oxygen demand fractions of municipal wastewater for modelingof wastewater treatment University of Pannonia. Veszprem, Hungary. Journal Environment. Vol. 6(1) 51-56.ISSN: 1735 1472
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 Tentang: Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Rahman, A. 2006. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Krustasea Di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut. Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*. Vol. 3, No. 2, Halaman 93-101.

- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. Oseana Volume XXX No. 3, 2005, hlm. 1-6.
- SNI Standar Nasional Indonesia. 7387 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan.
- SNI Standar Nasional Indonesia. 06-2412- 1991 Metode pengambilan contoh kualitas air.
- SNI Standar Nasional Indonesia SNI 6989. 57. 2008. Air dan air limbah Bagian 57:Metoda pengambilan contoh air permukaan.
- UNESCO/WHO/UNEP, 1992. Water Quality Assessment. Edited by Chapman,D. Chapman and Hall Ltd. London. 585 p.

## Dekomposisi Serasah *Avecennia lanata* pada Berbagai Tingkat Kedalaman Tanah

Ningsi Saibi<sup>1\*</sup> dan A.R. Tolangara<sup>2</sup>

<sup>1\*2</sup> Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Khairun

\*Corresponding authors: e-mail: [rtolangara@yahoo.com](mailto:rtolangara@yahoo.com)

Manuscript received: 25-02-2017 Revision accepted: 29-04-2017

### Abstrak

Serasah mangrove berperan penting dalam kesuburan perairan pesisir. Serasah mangrove yang terdekomposisi akan menghasilkan unsur hara yang diserap oleh tanaman dan digunakan oleh jasad renik di lantai hutan dan sebagian lagi akan terlarut dan terbawa air surut ke perairan sekitarnya. Penelitian dilakukan dengan cara menghitung penyusutan bobot serasah awal yang terdekomposisi kemudian membandingkan bobot serasah yang terdekomposisi tiap bulan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kedalaman tanah yang dapat mempercepat proses dekomposisi serasah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman tanah berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah jenis *Avecennia lanata*, tiap kedalaman tanah memiliki jenis dan jumlah mikroorganisme yang berbeda-beda, kondisi ini akan dapat berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah dan tingkat kedalaman 10 cm yang paling berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata* yaitu sebesar 0,29-0,39 gram/hari.

**Kata kunci:** dekomposisi serasah, *Avecennia lanata*, Tingkat kedalaman tanah

### Abstract

Mangrove litters play important role in coastal water fertility. The decomposed mangrove litters will produce nutrient absorbed by plants and some of them will be used by microorganisms in wood floor and the other will be dissolved and carried by the low tide to the surrounding waters. The research was conducted by calculating the depreciation of the initial weight of the decomposed litters and comparing it to the decomposed litter weight every month. The research aimed to find out the influence of soil depth that could accelerate litters decomposition process. The research result indicated that soil depth influenced the decomposition rate of *Avecennia lanata* litters. Each soil depth had different type and number of microorganisms. The condition would influence the decomposition rate of the litters. Soil depth of 10 cm was the most influential on the decomposition rate of *Avecennia lanata* litters, which was 0.29-0.39 gram/day.

**Keywords:** litters decomposition, *Avecennia lanata*, Soil depth

### PENDAHULUAN

Mangrove merupakan suatu ekosistem dengan fungsi yang unik di kawasan pesisir. Pengaruh laut dan daratan, di kawasan ekosistem mangrove menyebabkan terjadi interaksi kompleks antara sifat fisik dan sifat biologi. Berdasarkan sifat fisik, mangrove dapat berperan sebagai

penahan ombak serta penahan intrusi dan abrasi air laut (Arief, 2003). Mangrove berperan penting dalam melindungi pantai dari gelombang angin dan badai, tegakan mangrove dapat melindungi pemukiman, bangunan, lahan pertanian dari angin kencang dan intrusi air laut. Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, pohonnya mengurangi energi gelombang dan memperlambat arus. Lingkungan mangrove dapat menyediakan perlindungan dan sumber makanan berupa bahan-bahan organik bagi organisme di kawasan pesisir. Mangrove juga berperan penting dalam siklus hidup berbagai jenis ikan, udang dan moluska serta sebagai pemasok bahan organik sebagai sumber makanan bagi organisme di perairan (Davies dan Clandge, 1993 dalam Noor dkk, 1999). Serasah mangrove berperan penting dalam kesuburan perairan pesisir (Nontji, 1987 dalam Noor dkk, 1999). Serasah mangrove yang terdekomposisi akan menghasilkan unsur hara yang diserap oleh tanaman dan digunakan oleh jasad renik di lantai hutan dan sebagian lagi akan terlarut dan terbawa air surut ke perairan sekitarnya. Jumlah mikroba dalam tanah lebih banyak daripada dalam air ataupun udara. Umumnya bahan organik dan senyawa anorganik lebih tinggi dalam tanah sehingga cocok untuk pertumbuhan mikroba heterotrof maupun autotrof. Keberadaan mikroba di dalam tanah terutama dipengaruhi oleh sifat kimia dan fisika tanah. Komponen penyusun tanah yang terdiri atas pasir, debu, lempung dan bahan organik maupun bahan penyemen lain akan membentuk struktur tanah. Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kedalaman tanah yang dapat mempercepat proses dekomposisi serasah.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian berlokasi di area mangrove kelurahan Rum Kota Tidore Kepulauan. Alat yang akan digunakan berupa *litter trap* yang terbuat dari kain kasa untuk menangkap serasah daun dan ranting mangrove yang gugur, kemudian ditimbang berat basah, setelah itu dikeringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 105°C, setelah serasah tersebut kering, dimasukkan ke dalam kantong serasah dan di tanam di lokasi penelitian dengan kedalaman berbeda yakni 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm dan diulang sebanyak 6 kali sehingga total penelitian berjumlah 30 unit. Pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 10 minggu dengan cara kantong serasah diambil kemudian ditimbang berat basah dan keringnya dengan maksud untuk mengetahui laju dekomposisi serasah.

Data diperoleh dengan cara menghitung penyusutan bobot serasah awal yang terdekomposisi kemudian membandingkan bobot serasah yang terdekomposisi tiap bulan, dengan menggunakan timbangan analitik yang berfungsi untuk menimbang berat basah dan berat kering serasah.

Data yang diperoleh kemudian dihitung laju dekomposisi dengan menggunakan formulasi Olson (1963) dalam Gultom (2009) sebagai berikut:

$$\frac{X_t}{X_0} = e^{-kt}$$

$$-kt = \ln \frac{X_t}{X_0}$$

$$t = \frac{\text{hari setahun}}{\text{hari lama pendekomposisian}}$$

Dimana:  $X_t$  = Berat serasah setelah periode pengamatan ke-t  
 $X_o$  = Berat serasah awal  
 $e$  = Bilangan Logaritma (2,72)  
 $t$  = Periode Pengamatan  
 $k$  = Laju Dekomposisi

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA) satu jalur, perlakuan yang berpengaruh nyata kemudian diuji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk membandingkan beda rata-rata pengaruh antar perlakuan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata* pada berbagai tingkat kedalaman tanah, diperoleh data hasil pengamatan sebagaimana disajikan pada lampiran 1. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung biomassa dan dilanjutkan dengan menghitung laju dekomposisi yang cara perhitungannya terdapat pada lampiran 3. Dari data laju dekomposisi tersebut kemudian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) 1 jalur yang cara analisisnya terdapat pada lampiran 4 dan hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis varians laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata* selama 10 minggu

Sumber Varians	DB	JK	KT	F <sub>hit</sub>	F <sub>tab</sub>	
					1%	5%
<b>Kelompok</b>	5	0,002	0,0004	0,4	4,10	2,71
<b>Perlakuan</b>	4	0,18	0,045	45**	4,43	2,87
<b>Galat</b>	20	0,01	0,001			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>0,19</b>			KV = 12,03%	

\*\* = Berpengaruh sangat nyata; \* = Berpengaruh nyata

Berdasarkan hasil analisis varians di atas, dapat dilihat bahwa nilai F<sub>hit</sub> lebih besar dibandingkan dengan nilai F<sub>tab</sub> pada taraf signifikan 1%, ini menunjukkan bahwa, perlakuan dengan berbagai tingkat kedalaman memberikan pengaruh sangat nyata terhadap laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata*.

Dengan demikian perlu diadakan uji lanjut untuk membandingkan beda rata-rata pengaruh antar perlakuan dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ), yang cara analisisnya terlihat pada lampiran 5, sedangkan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) terhadap laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata*

Perlakuan	Rata-rata
10 cm	0,33 c
20 cm	0,24 b
30 cm	0,20 b
40 cm	0,13 a
50 cm	0,11 a

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikan 5%, dan dengan melihat notasi yang telah tersaji, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan dengan kedalaman 10 cm berbeda nyata terhadap perlakuan yang lainnya. Sementara perlakuan dengan kedalaman 20 cm tidak berbeda nyata dengan perlakuan 30 cm, tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 40 cm dan 50 cm tidak berbeda nyata.

Menurut Satchell (1974) dalam Wijoyono (2009) dekomposisi adalah kegiatan atau proses penguraian dan pemisahan bahan-bahan organik menjadi bagian yang hancur. Dekomposisi merupakan proses penting dalam fungsi ekologis. Organisme yang telah mati mengalami penghancuran menjadi pecahan-pecahan yang lebih kecil, dan akhirnya menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (Nybakken, 1993).

Proses dekomposisi dimulai dari proses penghancuran atau pemecahan struktur fisik yang dilakukan oleh hewan pemakan bangkai (*scavenger*) terhadap tumbuhan dan menyisakan sebagai bahan organik mati menjadi serasah, debris atau detritus dengan ukuran yang lebih kecil. Secara biologi bakteri yang melakukan proses secara enzimatik terhadap partikel-partikel organik. Bakteri mengeluarkan enzim protease, selulase, ligninase yang digunakan untuk menghancurkan molekul-molekul organik kompleks seperti protein dan karbohidrat dari tumbuhan yang telah mati.

Menurut Mason (1977) dalam Wijoyono (2009) terdapat 3 tahap proses dekomposisi serasah, yaitu:

1. Proses pelindihan (*leaching*), yaitu mekanisme hilangnya bahan-bahan yang terdapat pada serasah atau detritus akibat curah hujan atau aliran air.
2. Penghawaan (*wathering*), merupakan mekanisme pelapukan oleh faktor-faktor fisik seperti pengikisan oleh angin atau pergerakan molekul air.
3. Aktivitas biologi yang menghasilkan pecahan-pecahan organik oleh makhluk hidup yang melakukan dekomposisi.

### **Kedalaman 10 cm**

Dari hasil analisis laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata* selama 10 minggu seperti yang tampak pada lampiran 4, dapat dilihat bahwa semakin dalam tanah maka laju dekomposisinya

semakin lambat. Pada kedalaman 10 cm laju dekomposisi serasah *A. lanata* selama 70 hari sebesar 0,29-0,39 gram/hari. Ini disebabkan karena pada kedalaman 10 cm, mikroorganisme aerobik sangat melimpah, dimana mikroorganisme tersebut membantu dalam proses perombakan bahan organik dalam tanah. Seperti yang dikemukakan oleh Askari (2010) pada kedalaman tanah 3-8 cm keberadaan organisme tiap gram tanah  $\times 10^3$  yaitu bakteri aerob 7.800, bakteri anaerob 1.950, actinomycetes 2.080, dan fungi 119.

Dalam profil tanah yang normal lapisan tanah atas merupakan sumber unsur-unsur hara makro dan mikro esensial bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu juga berfungsi sebagai sumber bahan organik untuk menyokong kehidupan mikroba. Keberadaan mikroba tanah dapat memainkan peranan sangat penting bagi perkembangan dan kelangsungan hidup tanaman. Aktivitasnya tidak saja terbatas pada penyediaan unsur hara, tetapi juga aktif dalam dekomposisi serasah dan bahkan dapat memperbaiki struktur tanah (Setiadi, 1996 dalam Nadalia D, 2009).

Proses dekomposisi dan keberadaan mikroorganisme juga dipengaruhi oleh keadaan iklim atau keadaan lingkungan seperti oksigen, cahaya, kelembaban, suhu, pH dan salinitas. Dari hasil pengukuran faktor kondisional lingkungan pada lokasi penelitian (lampiran 2), diperoleh pH tanah 6,4, kelembaban 25%, suhu 31°C, dan salinitas 28 ppt. Idawaty (1999) dalam Bahri (2006) menambahkan bahwa mikroorganisme dapat dengan cepat merombak serasah menjadi bahan organik jika pH tanah 5,5 atau lebih sedangkan jika pH di bawah 5,5 maka pertumbuhan mikroba akan terhambat sehingga laju dekomposisi serasah juga akan menurun.

Pada kedalaman 10 cm masih dekat dengan permukaan tanah sehingga aerasinya lancar dan ketersediaan oksigennya sangat melimpah. Oksigen diperlukan dekomposer untuk mendekomposisikan bahan organik. Menurut Isaac *et al.*, (1993) dalam Handayanto (2007), bahwa sebaran jamur di profil tanah sangat ditentukan oleh ketersediaan karbon organik. Jika jamur memerlukan karbon dan oksigen, jamur biasanya diumpai pada profil tanah bagian atas.

### **Kedalaman 20 cm**

Secara umum, aktivitas mikroorganisme dalam suatu profil tanah sangat ditentukan oleh ketersediaan substrat energi dan unsur hara anorganik. Disamping itu pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme ditentukan oleh sifat fisik dan kimia tanah (Askari, 2010).

Dari hasil penelitian diperoleh laju dekomposisi pada kedalaman 20 cm yaitu 0,19-0,29 gram/hari. Pada kedalaman 20 cm keberadaan mikroorganisme masih banyak (bakteri aerob 1.800, bakteri anaerob 379, actinomycetes 245, dan fungi 50 tiap gram tanah  $\times 10^3$ ) karena pada kedalaman 20 cm masih dekat dengan permukaan tanah yang ketersediaan oksigennya masih cukup. Menurut Saunder (1980) proses dekomposisi bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama ketersediaan oksigen terlarut khususnya bakteri aerobik. Oksigen

diperlukan dekomposer untuk mendekomposisikan bahan organik. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Idawaty (1999) dalam Bahri (2006) bahwa semakin banyak bahan organik yang tersedia di dalam tanah, maka semakin tinggi pula oksigen yang dibutuhkan untuk merombaknya. Ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Buhang (2005) bahwa kedalaman tanah menentukan kadar bahan organik, dimana kadar bahan organik terbanyak pada lapisan tanah bagian atas atau lapisan tanah setebal 20 cm (15-20%), semakin ke bawah semakin berkurang bahan organiknya.

Selain dipengaruhi oleh oksigen dan ketersediaan bahan organik, aktivitas mikroorganisme pengurai juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya. Dari hasil pengamatan faktor kondisional lingkungan pada kedalaman 20 cm yaitu pH (6,3), suhu (31°C), kelembaban (30%) dan salinitas (28 ppt). Setiap spesies mikroorganisme mempunyai persyaratan tertentu untuk pertumbuhannya dan jika lingkungannya tidak sesuai, pertumbuhan atau aktivitasnya akan menurun sehingga mempengaruhi total populasinya. Misalnya temperatur, sangat mempengaruhi kecepatan semua proses yang terjadi di dalam mikroorganisme. Ma'shum, *et al.* (2003) dalam Nadalia (2009) mengemukakan bahwa faktor lingkungan seperti pH tanah, bahan anorganik, kandungan bahan organik dan kelembaban tanah merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan fungi. Peran utama fungi dalam kaitan dengan kesuburan tanah adalah merombak dan membantu membentuk agregat tanah.

Wijoyono (2009) melaporkan bahwa, proses dekomposisi oleh bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama ketersediaan oksigen terlarut khususnya bagi bakteri aerobik. Salinitas juga dapat berperan dalam membantu proses dekomposisi karena salinitas juga dapat menentukan kelimpahan jumlah makroorganisme.

### **Kedalaman 30 cm**

Dari hasil analisis, diperoleh laju dekomposisi pada kedalaman 30 cm selama 70 hari sebesar 0,20-0,22 gram/hari. Pada kedalaman ini laju dekomposisinya lambat, ini disebabkan karena pada kedalaman ini ketersediaan oksigen sudah sedikit sehingga keberadaan mikroorganisme aerob juga sedikit. Bukan hanya mikroorganisme aerob yang berkurang tetapi mikroorganisme anaerob, actinomycetes, fungi dan alga juga semakin berkurang dibandingkan dengan kedalaman 10 cm dan 20 cm. Oksigen diperlukan dekomposer untuk mendekomposisikan bahan organik. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Idawaty (1999) dalam Bahri (2006) bahwa semakin banyak bahan organik yang tersedia di dalam tanah, maka semakin tinggi pula oksigen yang dibutuhkan untuk merombaknya.

Selain mikroorganisme, laju dekomposisi juga dipengaruhi oleh faktor kondisi lingkungan. Faktor kondisional lingkungan pada kedalaman 30 cm yaitu pH (6), suhu (31°C), kelembaban (39%), dan salinitas (28 ppt). Suhu adalah salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan

organisme, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1998).

Selain suhu, tegangan permukaan juga mempengaruhi keberadaan suatu mikroorganisme, tegangan permukaan berkaitan dengan kelembaban dimana distribusi mikroorganisme dalam tanah tidak merata dan terutama terdapat pada bagian organik dari partikel tanah yang mengandung cukup air. Dalam hal ini bahan organik sebagai sumber nutrisi dan air berfungsi dalam metabolisme mikroorganisme.

### **Kedalaman 40 cm**

Pada kedalaman 40 cm laju dekomposisinya sudah semakin lambat (0,11-0,15 gram/hari). Ini disebabkan karena keberadaan mikroorganisme yang semakin berkurang. Organisme tanah berperan penting dalam mempercepat penyediaan hara dan juga sebagai sumber bahan organik tanah. Mikroorganisme tanah sangat nyata perannya dalam hal dekomposisi bahan organik pada tanaman tingkat tinggi. Dalam proses dekomposisi sisa tumbuhan dihancurkan atau dirombak menjadi unsur yang dapat digunakan tanaman untuk tumbuh. Mikroorganisme akan merusak tumbuhan sampai hilangnya sebagian  $O_2$  dan apabila mikroorganisme sedikit maka laju dekomposisinya pun lambat.

Faktor kondisional lingkungan pada kedalaman 40 cm yaitu pH (6), kelembaban (40 %), suhu ( $31^{\circ}C$ ), dan salinitas (29). Salinitas juga mempengaruhi keberadaan mikroorganisme. Semakin tinggi tingkat salinitas maka semakin sedikit mikroorganisme yang mampu beradaptasi dan dapat bertahan hidup. Menurut Muslimin (1996) dalam Bahri (2007) bahwa, mikroorganisme yang terdapat pada perairan dipengaruhi oleh faktor fisik maupun kimia seperti tekanan hidrostatik, sinar, pH, salinitas dan suhu. Salah satu respon mikroorganisme terhadap salinitas adalah tidak dapat bertoleransi dan akan mati pada kondisi salinitas tinggi. Selain itu air juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme sebab air merupakan komponen utama dari protoplasma. Air yang berlebih akan membatasi pertukaran gas sehingga menurunkan suplai  $O_2$ , sehingga lingkungan akan menjadi anaerob.

pH mempengaruhi tidak saja aktivitas mikroorganisme tetapi juga keragaman spesiesnya. Aktivitas enzim mikroba tergantung pada ion  $H^+$ , oleh karena itu pH tanah mempengaruhinya. Pada umumnya kebanyakan mikroorganisme tumbuh optimum pada kisaran pH 6-8. Meskipun demikian mikroorganisme juga masih dapat tumbuh dengan baik di luar kisaran pH tersebut (Askari, 2010).

### **Kedalaman 50 cm**

Laju dekomposisi pada kedalaman 50 cm sudah sangat lambat yaitu sebesar 0,10-0,14 gram/hari. Hal ini dikarenakan pada kedalaman 50 cm kelembaban tanah tinggi, pH semakin asam dan

salinitas semakin tinggi, serta ketersediaan bahan organik juga semakin berkurang. Ini akan mempengaruhi keberadaan mikroorganisme. Kecepatan mikroorganisme tanah dalam menggunakan bahan organik jika kondisi lingkungan sesuai, maka dengan naiknya kadar bahan organik di dalam tanah makin besar pula kecepatan dekomposisinya. Buhang (2005) menyatakan bahwa semakin dalam tanah maka, semakin berkurang bahan organiknya, sehingga keberadaan mikroba juga semakin berkurang. Selain bahan organik, keberadaan oksigen terlarut juga berkurang, sementara oksigen diperlukan dekomposer untuk mendekomposisikan bahan organik. Ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh I.K Rengki (2011) bahwa, semakin dalamnya tanah maka keberadaan mikroorganisme oksigenik atau aerobik akan semakin berkurang. Ini disebabkan oleh ketersediaan oksigen yang semakin berkurang.

Hal ini senada dengan yang dilaporkan oleh Wijoyono (2009) bahwa, pada tingkat salinitas lebih dari >30 ppt didapatkan jumlah koloni bakteri paling sedikit bila dibandingkan dengan salinitas 0-10 ppt, 10-20 ppt dan 20-30 ppt. Hal ini dapat dijelaskan bahwa tingkat salinitas >30 ppt dianggap ekstrim sehingga bakteri tidak mampu tumbuh secara optimal.

## KESIMPULAN

Penelitian ini disimpulkan sebagai berikut:

1. Kedalaman tanah berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah jenis *Avecennia lanata*.
2. Tiap kedalaman tanah memiliki jenis dan jumlah mikroorganisme yang berbeda-beda, kondisi ini akan dapat berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah.
3. Tingkat kedalaman 10 cm yang paling berpengaruh terhadap laju dekomposisi serasah *Avecennia lanata* yaitu sebesar 0,29-0,39 gram/hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Produktivitas Serasah Mangrove di Daerah Tanggul Tiare. Jepara.* getskripsi.com/tag/. Diakses tanggal 23 Februari 2011.
- Aksornkoe, S. 1993. *Ecology and Management of Mangroves.* The IUCN Wetlands Programme. Bangkok. Thailand
- Arief. A. 2003. *Hutan Mangrove.* Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Askari W. 2010. *Tanah sebagai Habitat Mikroorganisme.* [http:// wordpress.com](http://wordpress.com)
- Bahri A.F. 2007. *Analisis Kandungan Nitrat dan Fosfat Pada Sedimen Mangrove yang Termanfaatkan di kec. Mallusetasi kab. Barru.*
- Bengen, D. G. 2003. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove.* PKSPL. IPB. Bogor
- Buhang R.S. 2005. *Komposisi Kandungan Bahan Organik Sedimen Lahan Mangrove Sebelah Timur Desa Tiwoho Kecamatan Wori.* Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. FPIK UNSRAT. Manado.

- Gardner F.P, Pearce R.B, dan Mitchell R.L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan. UI Press. Jakarta.
- Gultom I. Marlina. 2009. *Laju Dekomposisi Serasah Daun Rhizophora mucronata Pada Berbagai Tingkat Salinitas*. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Handayani I.P, P. Prawito dan P. Lestari. 1999. *Daya Suplai Nitrogen dan Fraksionasi Pool Carbon-Nitrogen Labil pada Lahan Kritis*. Laporan Kemajuan Riset Unggulan Terpadu VII Tahun I. Lipi - L Penelitian UNIB.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1998. *Pengantar Oseanografi*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Jakarta
- Kusmana, C. 2000. *Ekologi Mangrove*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- I.K Rengki. 2011. *Ekosistem Mangrove*. <http://rengkiik.blogspot.com.html>. Diakses pada tanggal 15 juli 2011.
- Nadalia D. 2009. *Perbedaan Karakteristik Tanah Pada Lahan Reklamasi Pascatambang Dengan Tanah Asli Tanpa Top Soil (Studi Kasus di PT. Inco Sorowako, Sulawesi Selatan)*. Program Studi Ilmu Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Noor, Y. R., M. Khazali dan I.N.N. Suryadiputra. 1999. *Panduan Pengenalan mangrove di Indonesia*. Wetlands International-Indonesia Programe. Bogor.
- Nybakken J.W. 1993. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Gramedia. Jakarta.
- Setyosari P. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Kencana. Malang.
- Sueroyo. 1993. *Pertumbuhan Mangrove dan Permasalahannya*. Buletin Ilmiah INSTIPER. Yogyakarta.S
- Sugandi E dan Sugiarto. 1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wijoyono. 2009. *Keanekaragaman Bakteri Serasah Daun Avicennia Marina Yang Mengalami Dekomposisi Pada Berbagai Tingkat Salinitas Di Teluk Tapian Nauli*. Universitas Sumatera Utara. Medan. Diakses pada tanggal 12 Maret 2011
- Yunasfi. 2006. *Dekomposisi Serasah Daun Avicennia marina oleh Bakteri dan Fungi pada Berbagai Tingkat Salinitas*. Disertasi. Bogor: Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Diakses paa tanggal 10 Januari 2011



E-ISSN-2580-7129  
Print- ISSN-1978-610X

## TECHNO: JURNAL PENELITIAN

Jurnal homepage: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno>  
Volume 06 Nomor 01 Mei 2017

### DAFTAR NAMA PENELAHAH AHLI (MITRA BESTARI)

Semua naskah yang dimuat dalam TECHNO: JURNAL PENELITIAN Volume 06 Nomor 01 Mei 2017, telah ditelaah oleh penyunting ahli (Mitra Bestari). Nama mitra bestari sebagai berikut.

No	Nama	Bidang Keahlian	Asal Universitas
1	Onrizal, S.Hut., M.Si., Ph.D.	Forest ecology and conservation	Universitas Sumatera Utara
2	Dr. Ir. Harmonis Rante, ST., MT.	Teknik Sipil	Universitas Cenderawasih
3	Ahmad Zubair Sultan, Ph.D	Manufacturing Tech	Politeknik Negeri Ujung Pandang
4	Ahmad Rizal Sultan, ST, MT, Ph.D	Teknik Elektro	Politeknik Negeri Ujung Pandang
5	Dr. Sulfahri	Biologi	Universitas Hasannudin

Editor TECHNO: JURNAL PENELITIAN memberikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada para penelaah ahli (Mitra Bestari) atas bantuan dan kerjasamanya.

# PEDOMAN PENULISAN

## Judul Naskah Publikasi Maksimum 12 Kata dlm bhs.Ind

(Center, Book Antiqua 16, maks 12 kata Bhs. Ind. or 10 words in English )

**Penulis Pertama<sup>\*1</sup>, Penulis Kedua, Penulis Ketiga<sup>3</sup> dst...**

<sup>1,2</sup>Institution/affiliation; addres, telp/fax of institution/affiliation

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA Unkhair, Ternate

e-mail: <sup>\*</sup>[nnn@nnnnnnnn.nnn](mailto:nnn@nnnnnnnn.nnn), <sup>2</sup> [nnn@nnnnnnnn.nnn](mailto:nnn@nnnnnnnn.nnn) x, <sup>3</sup> [nnn@nnnnnnnn.nnn](mailto:nnn@nnnnnnnn.nnn)

### *Abstrak*

Abstrak Maksimal 200 kata berbahasa Indonesia dan berbahasa Inggris dicetak miring dengan Times New Roman 10 point. Abstrak harus jelas, deskriptif dan harus memberikan gambaran singkat masalah yang diteliti. Abstrak meliputi **alasan pemilihan topik atau pentingnya topik penelitian, metode penelitian dan ringkasan hasil penelitian**. Abstrak harus diakhiri dengan komentar tentang pentingnya hasil atau kesimpulan singkat.

**Kata kunci:** 3-5 kata kunci (dimiringkan)

### **PENDAHULUAN**

Pendahuluan menguraikan latar belakang permasalahan yang diselesaikan, isu-isu yang terkait dengan masalah yg diselesaikan, ulasan penelitan yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yg relevan dengan penelitian yang dilakukan.

### **METODE PENELITIAN**

Penyajian metode memerlukan acuan pustaka, apabila sudah pernah dipublikasi sebelumnya dan hal ini mencerminkan seberapa valid metode yang digunakan. Dalam bab ini memuat lokasi, penelitian, bahan dan alat, metode penelitian, prosedur kerja dan analisis data.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

### **TABEL DAN GAMBAR**

#### **Tabel**

Judul tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dalam bahasa Indonesia dengan jelas dan singkat. Tabel harus diberi nomor. Penggunaan tanda koma (,) dan titik (.) pada angka di dalam tabel masing-masing menunjukkan nilai pecahan desimal dan kebulatan seribu. Penggunaan garis vertikal dalam tabel sebaiknya dihindari. Seperti contoh berikut:



## **SARAN**

Saran-saran untuk untuk penelitian lebih lanjut untuk menutup kekurangan penelitian. Tidak memuat saran-saran diluar untuk penelitian lanjut.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada xxx yang telah memberi dukungan **financial** terhadap penelitian ini atau penulis mengucapkan terima kasih kepada pembantu peniliti pada saat proses pengmpulan informasi (data) baik di laboratorium maupun di lapangan.

## **PENULISAN DAFTAR PUSTAKA**

**Buku** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, *judul buku* (harus ditulis miring) volume (jika ada), edisi (jika ada), nama penerbit dan kota penerbit .

Robert, B. C., 2005, *Digital Learning Processing*, Vol. 1, Ed.2, Prentice Hall, New Jersey.

**Buku Terjemahan** dengan urutan penulisan: Penulis asli (nama depan, tengah. (disingkat), belakang. (disingkat)), tahun buku terjemahan, *judul bukuterjemahan* (harus ditulis miring), volume (jika ada), edisi (jika ada), (diterjemahkan oleh : nama penerjemah), nama penerbit terjemahan dan kota penerbit terjemahan.

Ramulan, S. K., 2004, *Pedidikan Indoneia*, Vol. 1, Ed.2, diterjemahkan oleh Poroco, Offset, Yogyakarta.

**Artikel dalam Buku** dengan urutan penulisan: Penulis artikel, tahun, *judul artikel* (harus ditulis miring), nama editor, *judul buku* (harus ditulis miring), volume (jika ada), edisi (jika ada), nama penerbit dan kota penerbit.

Wyatt, J. C, dan Spiegelhalter, D., 1991, *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*, Clayton, P. (ed.): *Proc. 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Vol 1, Ed. 2, McGraw Hill Inc, New York.

### ***Pustaka dalam bentuk artikel dalam majalah ilmiah:***

Urutan penulisan: Penulis, tahun, judul artikel, *nama majalah* (harus ditulis miring sebagai singkatan resminya), nomor, volume dan halaman.

Alves, R.R.N., and I.L. Rosa., 2008, Medicinal animals for the treatment of asthma in Brazil. *J Altern Complem Med*. Vol.14 (4): 350-351

### ***Pustaka dalam bentuk artikel dalam seminar ilmiah:***

**Artikel dalam prosiding seminar** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, judul artikel, *Judul prosiding Seminar* (harus ditulis miring), kota seminar, tanggal seminar.

Wyatt, J. C, Spiegelhalter, D, 2008, *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*, *Proceeding of 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Washington, May 3.

**Pustaka dalam bentuk Skripsi/Tesis/Disertasi** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, judul skripsi, *Skripsi/Tesis/Disertasi* (harus ditulis miring), nama fakultas/ program pasca sarjana, universitas, dan kota.

Prasetya, E., 2006, Case Based Reasoning untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan, *Tesis*, Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.

**Pustaka dalam bentuk Laporan Penelitian:**

Urutan penulisan: Peneliti, tahun, judul laporan penelitian, *nama laporan penelitian* (harus ditulis miring), nama proyek penelitian, nama institusi, dan kota.

Ivan, A.H., 2005, Desain target optimal, *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*, Proyek Multitahun, Dikti, Jakarta.

**Pustaka dalam bentuk artikel dalam internet** (tidak diperkenankan

melakukan sitasi artikel dari internet yang tidak ada nama penulisnya):

**Artikel majalah ilmiah versi cetakan** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, judul artikel, *nama majalah* (harus ditulis miring sebagai singkatan resminya), nomor, volume dan halaman.

Wallace, V. P. , Bamber, J. C. dan Crawford, D. C. 2000. Classification of reflectance spectra from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminate analysis and artificial neural network. *Journal Physical Medical Biology* , No.45, Vol.3, 2859-2871.

**Artikel majalah ilmiah versi online** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, judul artikel, *nama majalah* ((harus ditulis miring sebagai singkatan resminya), nomor, volume, halaman dan alamat website.

Xavier Pi-Sunyer, F., Becker, C., Bouchard, R.A., Carleton, G. A., Colditz, W., Dietz, J., Foreyt, R. Garrison, S., Grundy, B. C., 1998, Clinical Guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults, *Journal of National Institutes of Health*, No.3, Vol.4, 123-130, :[http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1998/11001/paper\\_treatment\\_of\\_obesity.pdf](http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1998/11001/paper_treatment_of_obesity.pdf).

**Artikel umum** dengan urutan penulisan: Penulis, tahun, judul artikel, *alamat website* (harus ditulis miring), diakses tanggal ...

Borglet, C, 2003, Finding Association Rules with Apriori Algorithm, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburg.de/~borglet/apriori.pdf>, diakses tgl 23 Februari 2007.

**Catatan.** Daftar Pustaka hanya memuat semua pustaka yang diacu pada naskah tulisan, bukan sekedar pustaka yang didaftar. Pustaka ditulis berdasarkan pada urutan abjad.



9 772580 712000