# Analisa Variasi Bentuk Kincir Paddle Wheel *photovoltaic* pada Kultivasi Mikroalga terhadap Pemakaian Energi Listrik

## WINFRONTSTEIN NAIBAHO, WELMAR OLFAN BASTEN BARAT, ROMSON H NAIBAHO

#### ABSTRACT

Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam kegagalan produksi mikroalga adalah buruknya kualitas air selama masa pemeliharaan. Salah satu penyebab memburuknya kualitas air adalah kekurangan oksigen yang sehingga membahayakan mikroalga yang dapat menghambat pertumbuhan sel sehingga dapat menurunkan produksitifitasnya. Atas dasar itu diperlukan usaha untuk dilakukan penyegaran kembali air atau aerasi untuk membantu meningkatkan kadar dissolved oxygen (DO) di wadah pertumbuhan mikroalga menggunakan alat kincir (Paddle Wheel). Pengembangan desain daun kincir aerator yang memiliki efisiensi optimum diperlukan guna mengurangi konsumsi daya listrik yang tinggi dan melihat pertumbuhan sel yang lebih efefktif. Atas permasalahan tersebut pada penelitia ini akan dianalisa variasi kincir paddle wheel. Variasi bentuk kincir yang digunakan yaitu berbentuk lurus dan lengkung terhadap aerator yang tersedia diharapkan mampu memiliki nilai speed, Jangkauan Area dan yang optimum dan meningkatkan jumlah oksigen yang terlarut (DO). Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen . Berdasarkan penelitian kali ini diperoleh peningkatan nilai pertumbuhan sel terjadi pada variasi bentuk kincir paddle wheel Lurus sebesar 122

Keywords: Paddle Wheel; Mikroalga; Photovoltaic; Kultivasi

#### PENDAHULUAN

Kondisi dunia yang dilanda krisis dalam bidang energy,pangan dan air. Krisis energy tersebut mendorong untuk memanfaatkan energy disekitar dan energy terbarukan untuk mengantisipasi kelangkaan tersebut. Mikroalga diyakini mampu menyediakan stok pangan dan energy dalam waktu yang singkat,teknologi mikroalga membutuhkan lahan yang tidak terlalu luas dan mudah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Mikroalga merupakan sejenis makhluk hidup unisel berukuran 1 mikrometer sampai ratusan micrometer dan memiliki klorofil, hidup di air tawar atau air laut, membutuhkan karbon dioksida, dan nutrient serta cahaya untuk berfotosintesis. Dalam kultivasi mikroalga bertujuan untuk meningkatkan atau memperbanyak jumlah sel mikroalga sehingga diperoleh biomassa sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Beberapa system kultivasi mikroalga yang sering digunakan yaitu : open pond , dan close pond. Paddle Wheel merupakan proses mixing, dan pada proses mixing adalah bagian yang tidak kalah penting dalam pembuatan kolam raceway dalam kultivasi mikroalga yang berguna untuk mengaduk nutrisi dan pengaduk bagian sel mikroalga agar mendapat cahaya matahari yang seragam serta mencampur udara segar lebih cepat terdifusi dalam media. Masalah yang terjadi dalam kultivasi mikroalga yaitu proses mixing / pengadukan menggunakan energy listrik. Energi listrik saat ini menggunakan energy fosil dalam bentuk bahan bakar minyak yang sudah mengalami krisis. Penggunaan energy untuk menciptakan energy tidak menjadi solusi. Masalah selanjutnya yang terjadi yaitu belum diketahui bentuk kincir yang efisien terhadap konsumsi energy listrik untuk pertumbuhan mikroalga. Tujuan penelitian tahun pertama yaitu memprediksi bentuk dan jumlah sudu yang efektif secara jangka panjang dan menengah berdasarkan konsep teori sesuai persamaan masing-masing variabel dan penggunaan solar cell untuk menggerakkan paddle wheel. **Tujuan** penelitian tahun kedua vaitu menggunakan solar cell sebagai daya heater untuk pengeringan mikroalga pada tahap produksi.

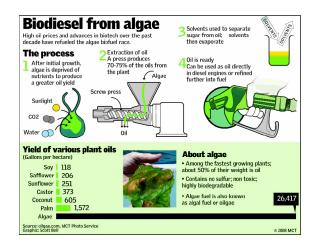
Metode analisis dalam penelitian ini mengunakan analisis experimental dengan membuat bentuk sudu lengkung dan lurus paddle wheel solar cell terhadap daya listrik yang digunakan. Hasil penelitian yang diharapkan ditemukannya bentuk sudu paddle wheel dengan solar cell yang efisien.

#### LATAR BELAKANG

Perkembangan penelitian energy terbarukan saat ini sangat berkembang dengan pesat . untuk menanggulangi krisis energi. Sehingga upaya penyediaan bahan bakar alternative menjadi sangat penting yaitu melalui bahan bakar nabati. Pengembangan bahan bakar nabati telah dilakukan seperti penggunaan CPO(Crude Palm Oil). soybean, canola, coconut, dan mikroalga. Salah satu bahan baku yang paling banyak memiliki potensi dan aman bagi lingkungan adalah mikroalga. Penelitian mikroalga di Indonesia terus dilakukan melalui Kementerian Riset dan Teknologi. Kementrian ESDM,LIPI,serta beberapa Universitas di Indonesia.

Mikroalga disebut energy generasi ketiga karena memiliki potensi sebagai bahan baku penghasil energi, Mikroalga tidak menghasilkan limbah yang berdampak buruk bagi lingkungan sehingga kualitas air dan udara tidak terpengaruh untuk kehidupan makhluk hidup.

Potensi yang dimiliki mikroalga yaitu bahan baku penghasil energy terbarukan. Pertumbuhan mikroalga lebih cepat dari beberapa tumbuhan lain penghasil minyak seperti kelapa sawit, bunga matahari, kedelai, serta jagung. Kondisi kultur mikroalga sangat mempengaruhi produksi lipid yang akan dihasilkan. Produksi lipid sangat bergantung pada faktor pembatas seperti unsur hara (nutrient), pH, cahaya, salinitas, dll. Penelitian ini memanfaatkan kondisi di atas, dimana sistem kultivasi yang diterapkan adalah sistem kultivasi open raceway ponds [1]. Metode kultivasi Open raceway ponds sangat tepat dilakukan agar pemanfaatan sinar matahari dalam kegiatan fotosintesis menjadi optimal, ditambah lagi dengan penggunaan mesin paddle wheel yang berfungsi untuk melakukan pengadukan (mixing) dan menciptakan laju aliran di media kultivasi untuk tujuan pemerataan nutrien serta aerasi diharapkan mampu mengubah proses biosintesis dalam menghasilkan kandungan lipid sehingga memberikan hasil yang maksimal dan sesuai dengan target yang diharapkan. Salah satu turunan produk bioenergy mikroalga yaitu biodiesel, bioethanol, biobuthanol, serta SVO (Straight Vegetable Oil). Biomass yang dihasilkan mikroalga langsung digunakan untuk mesin diesel yang telah dimodifikasi.



Gambar 1. Proses pembuatan biodiesel dari mikroalga dengan cara pressing Sumber: www. kaskus.co.id

Mikroalga adalah salah satu solusi terbaik untuk menjadi bahan baku energi alternatif (biofuel). Mikroalga Nannochloropsis sp. merupakan salah satu spesies mikroalga yang memiliki kandungan lipid yang tinggi. Masalah yang dihadapi saat ini adalah sistem budidaya skala massal, seperti sistem budidaya kolam raceway terbuka, dimana operasional masih tinggi terutama kebutuhan energi listrik, sedangkan produktivitas masih rendah. Penggunaan paddle wheel dalam pengadukan bertujuan untuk menghindari pengendapan dan menimbulkan arus pada media budidaya agar nutrisi serta aerasi yang diharapkan dapat optimal[2].

Permasalahan yang utama dalam penelitian ini adalah penggunaan energy listrik untuk menggerakkan paddle wheel untuk pertumbuhan mikroalga . Tujuan khusus tahun pertama menganalisis pengaruh bentuk sudu mesin paddle wheel terhadap laju pertumbuhan serta produksi lipid. Tujuan kedua yaitu menganalisis tingkat efisiensi energy listrik pada mesin paddle wheel dan menentukan lama operasional paddle wheel. Urgensi penelitian ini sangat penting, dimana ditemukan daya penggerak paddle wheel dengan photovoltaic proses pengadukan/mixing mikroalga dan variasi bentuk kincir yang efisien selama kultivasi hingga produksi sumber energy terbarukan (mikroalga)

Penelitian ini memiliki relevansi dengan RIRN 2017-2045 dalam bidang Energi. Pada Tema Energi terbarukan system smart grid dan manajemen konservasi energy. Kemudian sesuai dengan PRN 2020-2024 pada tema energy ramah lingkungan. Penelitian ini merupakan penelitian payung sesuai dengan roadmap peneliti yaitu konversi energi.

## 2.1 Mikroalga

Mikroalga pada umumnya merupakan kelompok tumbuhan berukuran renik yang harus dioptimalkan mengingat kelimpahannya dialam perairan Indonesia amat terbatas, namun dengan penggunaanya cukup luas maka perlu dilakukan kultur mikroalga secara berkesinambungan.

### 2.2 Kultivasi Mikroalga

Kultivasi merupakan suatu teknik menumbuhkan untuk mikroalga dalam lingkungan tertentu yang terkontrol. Kultivasi bertujuan untuk menyediakan spesies tunggal pada kultur massal mikroalga untuk tahap Pengembangan pemanenan. kultivasi dilakukan mulai dari skala laboratorium sampai penerapan yang dilakukan di industry. Kultivasi mikroalga dibedakan menjadi dua, open pond dan closed pond photobioreactor. Pada penelitian ini menggunakan cara Open Pond . Pada setiap tingkatan pemeliharaan mulai dari semi - outdoor hingga open raceway ponds besar volume strain mikroalga adalah sebesar 1:10 dari volume total. Untuk

### 2.3 Kincir Air (Paddle Wheel)

Kincir air (paddle wheel) termasuk ke dalam salah satu jenis aerator vang menggunakan motor penggerak berenergi listrik yang menerapkan teknik permukaan. Kincir air ini merupakan kincir yang biasanya digunakan di tambak atau kolam perikanan untuk menghasilkan arus dan gelombang udara yang stabil di dalam air. Bentuk Kincir dalam penelitian ini berbentuk lurus dan lengkung.

## 2.4 Analisis Penggunaan Paddle Wheel

Saat kincir menggerakkan cairan maka terjadi kecepatan fluida, konsumsi daya yang lebih rendah diperlukan untuk mencapai target penghematan energi. Oleh karena itu, istilah efisiensi kincir diperkenalkan untuk mewakili karakteristik ekonomi dan energi untuk kincir. Efisiensi kincir merupakan parameter yang paling rumit untuk diestimasi. Kincir yang digunakan harus memiliki kemampuan untuk mengaerasi dan mensirkulasi air di pembesaran dan budidaya.

## 2.5 Photovoltaic(PV)

Sistem energi terbarukan Photovoltaic (PV) menawarkan alternatif baru bagi konsumen mengenai bagaimana daya dapat disediakan. Sistem PV bereaksi terhadap cahaya dengan mengubah sebagian energi radiasi menjadi listrik. Photovoltaic tidak memerlukan bahan bakar untuk beroperasi, tidak menghasilkan polusi, memerlukan sedikit perawatan, dan bersifat modular .Keuntungan lain dari sistem PV meliputi: input energi surya tak terbatas.

## **METODA**

## 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar di Jalan Sangnawaluh No.4 Kecamatan. Siantar Timur. Lama waktu penelitian yang direncanakan adalah 12 bulan.

#### 3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- 1. Photovoltaic 100 WP
- 2. Dissolved oxygen
- 3. Solar Charge Controler
- 4. Voltmeter
- 5. Motor DC

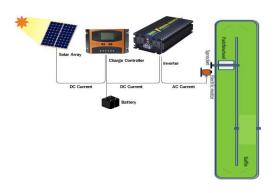
#### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan sebagai berikut:

- 1. Kaca 10 mm 2 lembar
- 2. Strain Mikroalga (Nannoclhoropsissp.)
- 3. Pupuk Walne
- 4. Pupuk (N,P,K)
- 5. Kaporit
- 6. Methanol
- 7. Silica gel
- 8. NaOH
- 9. Guillard
- 10. Alkohol
- 11. Lugol
- 12. quades
- 13. Kawat Las
- 14. Lem Silicon 7 botol
- 15. Besi hollow 6 batang
- 16. kabel 1 gulung
- 17. Cat Hitam 2 kaleng
- 18. AKI Mobil 12 Volt
- 19. Besi Pejal 1 batang
- 20. Trafo las 1 buah

## 3.3 Perancangan mesin bentuk dan jumlah sudu paddle wheel dengan solar cell

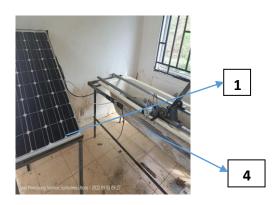
Setelah perakitan komponen mesin paddle wheel dengan solar cell, maka akan terlihat seperti gambar 3.1. Skema mesin paddle wheel dengan solar cell ini dengan jelas menggambarkan proses dalam pertumbuhan mikroalga.

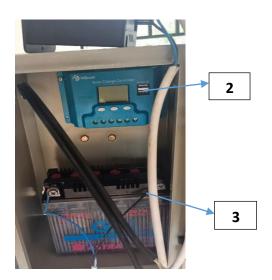


Gambar 3.1 Skema system mesin paddle wheel dengan solar cell

#### ANALISA DAN PEMBAHASAN

# 4.1. Rancangan Dinamo Paddle Wheel Energi Surya





**Gambar 4.1.** Aliran proses dinamo paddle Wheel Energi Surya

## Keterangan:

- 1. Panel surya 100 Wp dengan tipe Monocristalline berfungsi untuk merubah energi panas matahari menjadi energi listrik.kemudian listrik di alirkan ke *Solar Charger Controller*.
- 2. Solar Charger Controller 10 A, berfungsi untuk melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai agar masa pemakaian baterai dapat di maksimalkan.
- 3. Baterai 7Ah 12V untuk menyimpan dan meneruskan arus listrik output inverter,Inverter 300 Watt untuk merubah arus DC baterai menjadi arus AC untuk kemudian di teruskan ke dinamo paddle whell,

4. Dinamo paddle whell. akan memutar aliran microalga.

#### **Beban Dinamo Paddle Whell**

Beban pemakaian dinamo paddle whell tenaga surya portable ini adalah 125 watt. Ditunjukan pada table spesifikasi berikut :

Tabel 4.1 Beban Pemakaian PLTS

Menghitung Tegangan dan Arus Panel Surya

Menghitung hasil Tegangan (V) dan Arus (A) dari penggukuran panel selama 11 jam berkala dengan cuaca cerah diarea persawahan di Universitas HKBP Nommensen Pemtangsiantar.

**Tabel 4.2**. Hasil Tegangan dan Arus Pada Panel Surva

Waktu	Intensitas cahaya(Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
	meter		
09.00	407	12,10	3
10.00	518	18,40	3,3
11.00	592	20,64	3,9
12.00	612	21,50	4,5
13.00	578	20,07	3,9
14.00	554	19,71	3,9
15.00	511	19,20	4,2
16.00	500	18,92	4,2
17.00	400	18,40	3,9
18.00	350	13,00	3,3

## Keterangan:

- Tegangan meningkat pada pukul 09.00 -12.00 WIB dan mulai menurun pada pukul 13.00 – 18.00 WIB.
- Tegangan dan Arus panel surya tertinggi pada pukul 12.00 WIB mencapai 21,50 V dan 4,5 A.

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat di simpan, perlu mengkonversikan Ah menjadi Wh atau daya per jam (Watt-Hours).

Sehingga dapat mengetahui kapasitas baterai yang ada.

Dengan menggunakan spesifikasi baterai 12V - 7Ah. Daya dapat di temukan dengan :

 $P = I \times V$ 

P = 7 Ah x 12 V

P = 84 Wh

Keterangan: P = Daya per jam (Wh)

I = Kuat arus per jam (Ah)

V = Tegangan baterai (V)

Jenis		Tegangan	Daya	Arus	Waktu
Beban	Jumlah	(Volt)	(Watt)	(Amper e)	(Jam)
Dinamo paddle whell	1	200	15 Watt	01.03	11

## Menentukan Kapasitas Panel Surya

Untuk sistem PLTS dengan daya 1000 Watt ke bawah, faktor 20% harus ditambahkan ke pembebanan sebagai pengganti rugi-rugi sistem dan untuk faktor keamanan (Dunlop, 1997). Oleh karena itu ampere-jam beban yang sudah ditentukan dikalikan dengan 1,20 sehingga.

 $ET = EB \times Rugi dan safety factor$ 

 $= EB \times 1,20$ 

= 15 wh x 1,20

= 18 wh

#### Keterangan:

EB = Energi beban 15 Wh (watt jam perhari)

ET = Energi total beban (watt jam perhari) Rugi dan safety factor = 1,20

Pengambilan Data Cahaya Matahari dan Suhu

Pengambilan data ini bertujuan untuk sebagai acuan dalam menentukan efektivitas dari penggunaan PLTS diarea persawahan pada rentan waktu 10 jam di keadaan cerah dengan pengukuran besaran intensitas cahaya (Lux) di sesuaikan dengan perkiraan cuaca BMKG setempat dan penentuan suhu.

**Tabel 4.4.** Data Besaran Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu

No	Kondisi	Jam	Lux	Suhu <sup>0</sup> C
	Mataha			
	ri			
1	Cerah	09:00	407	27
2	Cerah	10:00	518	28
3	Cerah	11:00	592	29
4	Cerah	12:00	600	32
5	Cerah	13:00	568	31
6	Cerah	14:00	554	28
7	Cerah	15:00	511	27
8	Cerah	16:00	500	26
9	Cerah	17:00	490	25,80
10	Cerah	18:00	300	25,70

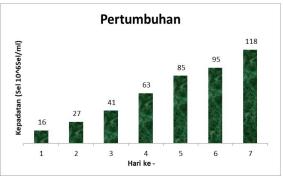
## Efektivitas Penggunaan Dinamo paddle whell dengan variasi Kincir Terhadap Perkembangan Microalga

Pada hasil pengukuran selama 10 jam telah didapat grafik hasil dari tegangan beban dan arus sebagai pengaplikasian PLTS dengan dinamo paddle whell portabel.

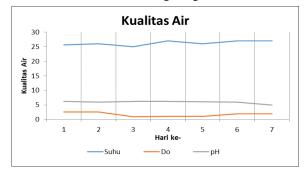
Tabel 4.6 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Kincir Lengkung

DATA PENGUKURAN PADA WAKTU TERAKHIR PENGUJIAN DAN PERTUMBUHAN

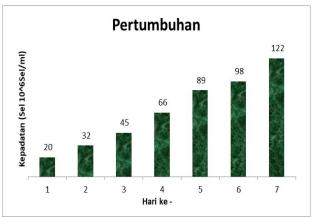
Hari	Kepadatan (Sel/ml)	Kualitas Air		
Ke-		Suhu	Do	pН
1	16	25.6	2.6	6.2
2	27	26	2.6	6
3	41	25	1	6.2
4	63	27	1.1	6.2
5	85	26	1.1	6.1
6	95	27	2	6
7	118	27	2	5



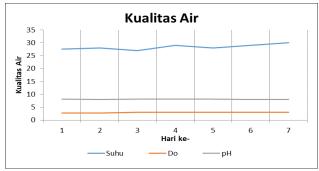
Gambar 4.2 Grafik Kepadatan vs Hari pada kincir Lengkung



Gambar 4.3 Grafik Kualitas Air vs Hari pada kincir Lengkung



Gambar 4.4 Grafik Kepadatan vs Hari pada kincir Lurus



Gambar 4.5 Grafik Kualitas Air vs Hari pada kincir Lengkung

#### KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian untuk variasi bentuk paddle whell terhadap konsumsi energy listrik, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- Daya pada baterai yang digunakan yaitu sebesar : 84 Wh dan data intensitas matahari terbesar terjadi pada jam 12.00 WIB
- Kita dapat mengetahui nilai tegangan Aki pada Kolektor Surya untuk menyalakan beban
- Kita dapat melihat berapa lama AKI dapat bertahan ketika sumber Daya dari Panel Surya (Cahaya Matahari) sudah tidak ada
- Besar ukuran pertumbuhan mikroalga dengan variasi kincir terdapat pada kincir dengan model Lurus yaitu sebesar 122 sel/ml dengan suhu 30°C dan pH air 8

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada anggota peneliti, Dekan Fakultas Teknik Dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan dan seluruh rekan-rekan dosen program studi teknik mesin yang telah membantu dalam penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Belakang, "Pendahuluan," pp. 1–38, 2010.
- [2] "Paddle Wheel," *Sci. Am.*, vol. 13, no. 35, pp. 278–278, 1858, doi: 10.1038/scientificamerican05081858-278d.
- [3] J. S. Setyono, F. H. Mardiansjah, and M. febrina K. Astuti, "Potensi pengembangan energi baru dan energi terbarukan di kota semarang," *Riptek*, vol. 13, no. 2, pp. 177–186, 2019.
- [4] J. T. Mesin, F. T. Industri, and U. Trisakti, "Kagoshimaken köritsu shö chügakkö kyöshokuin chöki jinji idö no

- hyōjun.," pp. 1–11, 1974.
- [5] H. Hadiyanto, M. M. Azimatun Nur, and G. D. Hartanto, "Cultivation of chlorella sp. As biofuel sources in palm oil mill effluent (POME)," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–49, 2012, doi: 10.14710/ijred.1.2.45-49.
- [6] Y. Li, Q. Zhang, Z. Wang, X. Wu, and W. Cong, "Evaluation of power consumption of paddle wheel in an open raceway pond," *Bioprocess Biosyst. Eng.*, vol. 37, no. 7, pp. 1325–1336, 2014, doi: 10.1007/s00449-013-1103-3.
- [7] S. S. Sawant, S. N. Gosavi, H. P. Khadamkar, C. S. Mathpati, R. Pandit, and A. M. Lali, "Energy efficient design of high depth raceway pond using computational fluid dynamics," *Renew. Energy*, vol. 133, pp. 528–537, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2018.10.016.
- [8] R. Slade and A. Bauen, "Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects," *Biomass and Bioenergy*, vol. 53, no. 0, pp. 29–38, 2013, doi: 10.1016/j.biombioe.2012.12.019.
- [9] S. Sivakaminathan *et al.*, "Light guide systems enhance microalgae production efficiency in outdoor high rate ponds," *Algal Res.*, vol. 47, no. September 2019, p. 101846, 2020, doi: 10.1016/j.algal.2020.101846.
- [10] S. Bahri, R. Setiawan, W. Hermawan, and M. Yunior, "Perkembangan Desain dan Kinerja Aerator Tipe Kincir," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 2, no. 1, p. 21685, 2014, doi: 10.19028/jtep.02.1.
- [11] Y. Chisti, "Biodiesel from microalgae," *Biotechnol. Adv.*, vol. 25, no. 3, pp. 294–306, 2007, doi: 10.1016/j.biotechadv.2007.02.001.
- [12] D. Kumar and S. Sarkar, "A review on the technology, performance, design optimization, reliability, technoeconomics and environmental impacts of hydrokinetic energy conversion systems," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 58, pp. 796–813, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.247.

PENULIS:

## Winfrontstein Naibaho

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, Pematang Siantar.

Email: winnaibaho@gmail.com

## Welmar Olfan Basten Barat

Manajemen Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Fakultas Teknik Dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Universitas HKBP Nommensen Pematang Siantar, Pematang Siantar.

## Romson H Naibaho

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, Pematang Siantar.