



## DINAMIKA TEKNIK MESIN: JURNAL KEILMUAN DAN TERAPAN TEKNIK MESIN

p-ISSN: 2088-088X  
e-ISSN: 2502-1729

### IMPACT FACTOR



SUBMIT YOUR MANUSCRIPT
REGISTER YOURSELF
EDITORIAL TEAM
REVIEWERS
GUIDELINE FOR AUTHORS
AIMS, FOCUS, AND SCOPE
ETHICAL PUBLICATION
STATISTICS
ARTICLE PROCESSING CHARGE
REVIEW PROCESS
LICENSE
DOWNLOAD TEMPLATE
SAMPLE ISSUE
VISITOR STATISTICS
GUIDELINE FOR REVIEWERS
OPEN ACCESS POLICY

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES  
ANNOUNCEMENTS COPYRIGHT WITHOUT RESTRICTIONS JOURNAL CONTACT  
ARCHIVING

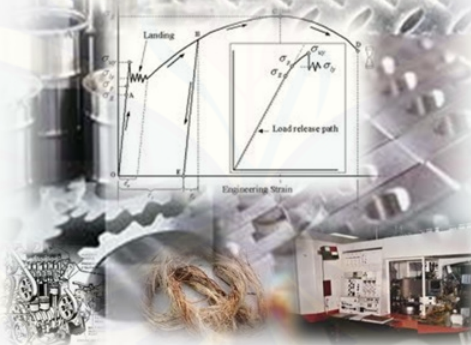
Home > Vol 12, No 1 (2022)

### DINAMIKA TEKNIK MESIN

**DINAMIKA TEKNIK MESIN:** Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin, p-ISSN: 2088-088X, e-ISSN: 2502-1729, is a peer-reviewed, scientific journal published by Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram. The aim of this journal is to publish high-quality articles dedicated to all aspects of the latest outstanding developments in the field of mechanical engineering. Its scope encompasses the material and composite, production, design, and energy conversion. It was first published in 2011. Beginning with issue 1 of volume 1 (2011), DINAMIKA TEKNIK MESIN (short form as DTM) publishes two issues a year. Since January 2016, the journal has been published in online and it can be accessed at [dinamika.unram.ac.id](http://dinamika.unram.ac.id). The journal registered in the CrossRef system with Digital Object Identifier (DOI) prefix 10. 29303. The Journal has been indexed by ROAD, Google Scholar, Neliti, GARUDA, OneSearch, ACADEMIA, BASE, IPI, Sinta, and Mendeley

### DINAMIKA TEKNIK MESIN

JURNAL KEILMUAN DAN TERAPAN TEKNIK MESIN



Authors should submit only papers that have been carefully proofread and following the author guidelines. Manuscripts are accepted with the understanding that they are **original** or **extended version** of previously published papers in conferences. Before submission please make sure that your paper is prepared using the journal paper template. The authors must refer to DTM Journal for writing format and style (**Please download and use the template for initial manuscript submission**). This ensures fast processing and publication. Any papers that are not fulfilling the requirements based on the author guidelines are rejected.

#### Editorial address:

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. Phone: +62(0370)636087, WA: 082111738971.

E-mail: [dinamikateknimesin@gmail.com](mailto:dinamikateknimesin@gmail.com)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

### ANNOUNCEMENTS

#### ARTICLE PROCESSING CHARGE (APC)

Starting in April 2022, the article processing charge (APC) is IDR 400.000 (Four hundred thousand IDR). The corresponding author will get one hard copy of the issue.

Posted: 2021-08-06

[More...](#)

THE PUBLICATION OF DINAMIKA TEKNIK MESIN: JURNAL KEILMUAN DAN TERAPAN TEKNIK MESIN IS CONDUCTED IN APRIL AND IN OCTOBER, DUE TO CHANGES IN INTERNAL REGULATIONS.

#### OPEN JOURNAL SYSTEMS

#### FONT SIZE

#### LANGUAGE

Select Language

English  Submit

#### USER

Username

Password

Remember me

#### NOTIFICATIONS

View

Subscribe

#### JOURNAL CONTENT

Search Scope

All

Browse

By Issue

By Author

By Title

By Sections

By Identify Types

Journal Help

**HOW TO REGISTER  
AND SUBMIT A  
MANUSCRIPT**

**HOW TO REVIEW  
A MANUSCRIPT**

**HOW TO SUBMIT A  
REVISED  
MANUSCRIPT**

Abstracting/  
Indexing



p-ISSN: 2088-088X  
 e-ISSN: 2502-1729

**IMPACT  
 FACTOR**



- SUBMIT YOUR MANUSCRIPT
- REGISTER YOURSELF
- EDITORIAL TEAM
- REVIEWERS
- GUIDELINE FOR AUTHORS
- AIMS, FOCUS, AND SCOPE
- ETHICAL PUBLICATION
- STATISTICS
- ARTICLE PROCESSING CHARGE
- REVIEW PROCESS
- LICENSE
- DOWNLOAD TEMPLATE
- SAMPLE ISSUE
- VISITOR STATISTICS
- GUIDELINE FOR REVIEWERS
- OPEN ACCESS POLICY

- HOME
- ABOUT
- LOGIN
- REGISTER
- SEARCH
- CURRENT
- ARCHIVES
- ANNOUNCEMENTS
- COPYRIGHT WITHOUT RESTRICTIONS
- JOURNAL CONTACT
- ARCHIVING

Home > Archives > Vol 8, No 2 (2018)

## VOL 8, NO 2 (2018)

### DINAMIKA TEKNIK MESIN

#### TABLE OF CONTENTS

##### ARTICLES

Kekuatan mekanik komposit diperkuat serat alam selulosa N. H. Sari	PDF 52-57
Pengaruh diameter lubang bubbles generator pada pengikatan karbon dioksida dengan larutan kalium hidrosida 4 molar M.N. Bachrudin, H. Sutjahjono, M.E. Ramadhan	PDF 58-63
Pengaruh variasi komposisi arang kelapa dan kayu berpenguat serat ijuk terhadap sifat fisik dan mekanik komposit kanvas rem S. Salman, A.A.A. Triady, M.A. Rahman	PDF 64-68
Pengaruh tebal kaca terhadap kinerja kolektor surya pelat datar dengan menggunakan absorber batu granit M. Wirawan, M. Mirmanto, F. Pramudia, I.G.A.K.C Adhi, R. Sutanto	PDF 69-76
Uji sifat fisik dan kimia bioetanol dari jagung (Zea mays L) H.S. Tira, M. Mara, Z. Zulfitri, M. Mirmanto	PDF 77-82
Variasi sudut pemasangan tabung kompresor terhadap unjuk kerja pompa hidram R. Sutanto, K. Wardani, I.B. Alit, M. Wirawan	PDF 83-88
Pengujian variasi jumlah blade fiberglass kincir angin type horizontal untuk pemompa air garam A. Sifa, B. Badruzzaman, T. Endramawan, I. Maolana, A.R. Muhammad	PDF 89-97
Analisis penggunaan alat magnetisasi bahan bakar secara elektromagnetik terhadap unjuk kerja mesin empat langkah satu silinder I.M. Mara, I.W. Joniarta, I.B. Alit, I.M.A. Sayoga, I.M. Nuarsa	PDF 98-103
Pengaruh variasi campuran bahan bakar tongkol jagung dan tempurung kelapa terhadap unjuk kerja tungku biomassa I.W. Joniarta, M. Wijana, A.A. Alit Triadi, I.B.K.T.H. Iswara, I.G.A.K.C. Adhi	PDF 104-113
Simulasi tegangan pada pengaruh putaran roda terhadap speed bump menggunakan metode FEM R. Hidayat, M.B. Haryono	PDF 114-120
Sampul Dinamika Teknik Mesin Vol. 8, No.2 Dinamika Dinamika Teknik Mesin	PDF 0

Online 2 Vis. today 15  
 Visits 52 036 Pag. today 44

After being re-accredited, the Journal of Dinamika Teknik Mesin, still has sinta 3 (S3) which is valid until 2025, but certificates and decrees have not been issued.

OPEN JOURNAL SYSTEMS

FONT SIZE

LANGUAGE

Select Language  
 English

USER

Username   
 Password   
 Remember me

NOTIFICATIONS

View  
 Subscribe

JOURNAL CONTENT

Search Scope  
 All

Browse

By Issue  
 By Author  
 By Title  
 By Sections  
 By Identify Types

Journal Help

**HOW TO REGISTER  
 AND SUBMIT A  
 MANUSCRIPT**

**HOW TO REVIEW  
 A MANUSCRIPT**

**HOW TO SUBMIT A  
 REVISED  
 MANUSCRIPT**

Abstracting/  
 Indexing





Dinamika Teknik Mesin

Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin  
<http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/index>



**Pengaruh diameter lubang bubbles generator pada pengikatan CO<sub>2</sub> dengan larutan kalium hidroksida 4 molar**

M.N. Bachrudin, H. Sutjahjono\*, M.E. Ramadhan

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jln. Kalimantan 37, Jember, Kode Pos: 68121, Telp. (0331) 410243 Fax (0331) 484977.

Email: hary.enconvers@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 27 October 2017

Accepted 15 February 2018

Available online 1 July 2018

Keywords:

Bubble generator

Bubble

Purification

Hole diameter



Bubble generator is an alternative technology for bubble producers. One of many other functions of bubble generator is as a purification tool. Type of bubble generator that's used in this research is Jet Column bubble generator. The diameter of the bubble hole generator affects the length of bubble life, the length of the bubble trajectory, the bubble shape, and the purification process absorption of CO<sub>2</sub>. The methods used in the purification process are making a solution 4 KOH molar, making purification tool, installing the output holes, gas purification process and gas testing performed repeated three times in each test process. The output bubble generator hole diameters are 0.08 mm, 0.12 mm and 0.16 mm. The result shows that the greater the diameter of the bubble hole generator of 0.12 mm makes the length of bubble life shorter, the time is 1,77 s and for the smallest hole diameter of 0.08 mm makes the length of the bubble life at about 3.21 s. The hole diameter of 0.08 mm results in the length of bubble trajectory of 1554.289 mm that is longer than that of the hole diameter of 0.16 mm. The smaller hole diameter produces bubbles with an average length of 6.441 mm and bubble diameter of 1.237 mm. CO<sub>2</sub> gas content decreased from 26.8% to 0.00%, and levels of hydrocarbon content increased by 5540 ppm.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini semakin pesat. Teknologi yang sedang mengalami pertumbuhan dengan pesat mempunyai kecenderungan pada pengembangan teknologi alternatif atau teknologi yang *renewable* (terbaharukan). Diantara sekian banyak penerapan teknologi yang sedang marak menjadi bahan pembicaraan di lembaga

penelitian negara maju seperti Jepang adalah *Micro Bubbles* (Laksana, 2008).

*Bubble Generator* adalah sebuah alat penghasil gelembung yang berguna untuk proses pemurnian pada gas-gas yang mengandung CO<sub>2</sub> seperti biogas. Gelembung tersebut dihasilkan dari sebuah pipa yang berlubang sehingga dapat menghasilkan gelembung. Seperti keterangan di atas *Bubble* atau gelembung disini ditimbulkan



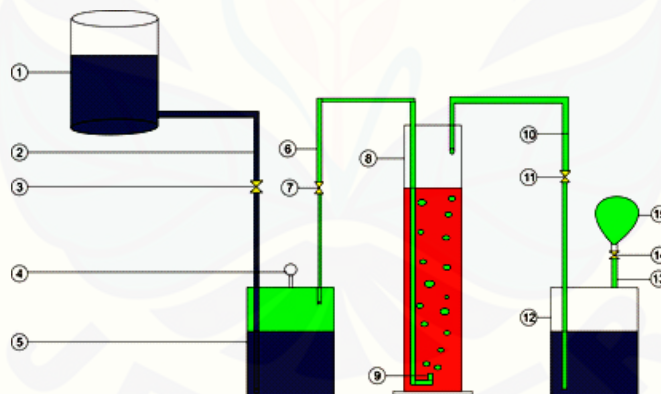
dari lubang kecil dari tempat keluarnya *bubble* tersebut. Terdapat empat jenis generator gelembung mikro dengan cara kerja yang berbeda, yaitu generator gelembung mikro elektrolisis (*electrolytic microbubble generator*), material porous (*porous plate*), bola dalam tabung (*spherical body in a flowing water tube*), dan venturi (*venturi tube type microbubble generator*) (Warjito & Elizabeth, 2010)

Gelembung mikro adalah gelembung dengan ukuran kurang dari 200  $\mu\text{m}$ . Gelembung dengan diameter lebih dari 200  $\mu\text{m}$  tetapi kurang dari 1 mm disebut *small bubble*. Sedangkan gelembung dengan diameter lebih dari 1 mm disebut *large bubble*. Aplikasi gelembung (*bubble*) sendiri pada saat ini, secara umum orang belum banyak yang tahu. Beberapa kendala yang terjadi pada gelembung sendiri bisa dari diameter lubang, kecepatan naiknya gelembung, dan seberapa lama gelembung mampu bertahan agar tidak pecah atau meletus. Dalam pengolahan air limbah, perangkat untuk menghasilkan gelembung mikro adalah disebut *Microbubble Generator* (MBG) (Budhijanto dkk., 2015). Mikro gelembung sering digunakan dalam berbagai proses industri (Andriy dkk., 2015). Beberapa contoh termasuk industri anggur

tekanan ke dalam larutan kimia KOH 4 M di dalam sebuah akuarium kaca. Diameter penghasil gelembung tersebut akan terbagi menjadi beberapa ukuran. Ukuran-ukuran tersebut akan mempengaruhi lama tinggal, kecepatan dan cepat atau tidaknya gelembung tersebut dalam mengikat CO<sub>2</sub> yang ada di dalam kandungan bahan bakar. Dimana nantinya gelembung akan bereaksi menjadi suatu produk baru yakni berupa garam, garam tersebut adalah hasil pengikatan dari KOH 4 M dengan CO<sub>2</sub>.

#### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu melakukan pengamatan langsung untuk memperoleh data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi diameter lubang *bubble generator* pada lama tinggal *bubble*, panjang lintasan *bubble* dan hasil purifikasi. Metode yang digunakan untuk pengumpulan dan pengolahan data adalah dengan menggunakan data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari pengujian dan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari literatur. Tahap penelitian dan prosedur pengujian adalah sebagai berikut:



1. Timba bak, 2. Selang 1/4", 3. Katup Pressure gauge 4. Stoples, 5. Selang 1/4", 6. Katup, 7. Alat purifikasi, 8. Selang 1/4", 9. Bubble Generator, 10. Selang 1/4", 11. Katup, 12. Stoples, 13. Selang 1/4", 14. Katup, 15. Penampungan gas akhir

Gambar 1. Skema alat penelitian

(Devantine dkk., 2007), pengolahan air limbah (Terasaka dkk., 2011) dan meningkatkan pertumbuhan organisme aerobik (Ago dkk., 2005).

Penelitian ini akan mempelajari bagaimana pengaruh diameter penghasil gelembung terhadap pengikatan gelembung yang akan diberi

#### 1. Tahap Pembuatan Larutan KOH 4 Molar

Tahap pembuatan KOH dengan molaritas 4 M yakni dengan membeli KOH murni berwujud bubuk. KOH tersebut akan dilarutkan dengan air suling (*aquades*) sebanyak 3 liter pada tabung reaksi, dimana 4 M didapat dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

Mr KOH = 56 gram/mol (Ar K=39, O=16, H=1)  
Air suling = 3 liter.

$$molKOH = \frac{Mol}{Volume\ air\ suling(L)} \quad (1)$$

$$4M = \frac{massaKOH}{56 \frac{gr}{mol}} \frac{1}{3L} \quad (2)$$

Jadi untuk membuat KOH 4 M dengan volume air suling 3 liter membutuhkan KOH sebesar 672 gram.

## 2. Tahap Pembuatan Alat Purifikasi CO<sub>2</sub> Jenis Bubble Jet Column

Tahap pembuatan alat pengikatan CO<sub>2</sub> yaitu dengan menggunakan kaca transparan berukuran panjang 55 cm, lebar 5 cm dan tebal 3 mm, kaca tersebut dibentuk balok dan direkatkan dengan lem kaca, kemudian selang akuarium dipasang di balok kaca tersebut, sebelum selang dipasang, selang tersebut telah diberi pembuat gelembung dengan tiga tipe ukuran yang berbeda yaitu 0,08 mm, 0,12 mm dan 0,16 mm. Jadi dalam alat ini, akan dilakukan 3 kali percobaan keluaran gelembung meliputi ukuran lubang *bubble generator*, selengkapnya untuk alat ini dapat dilihat pada gambar 2.

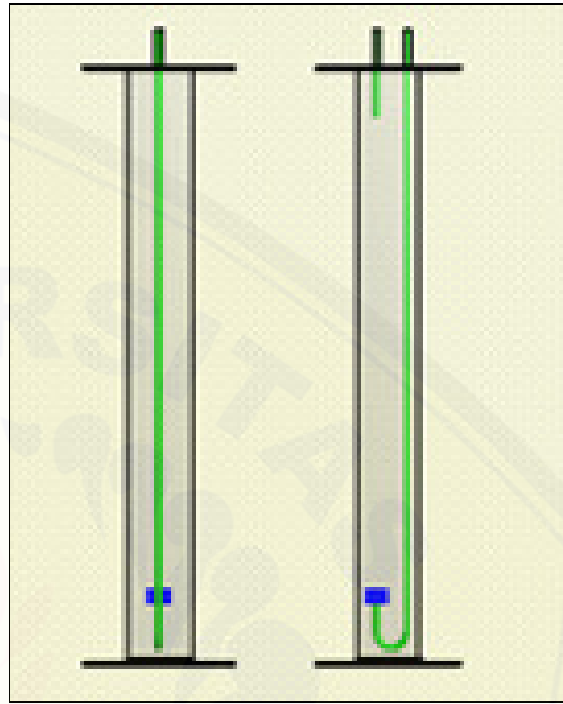
## 3. Tahap Pemasangan Lubang Keluaran Gelembung Pada Alat Purifikasi

Lubang *bubble* pada alat purifikasi ini ada tiga ukuran diameter yakni: 0,08 mm, 0,12 mm dan 0,16 mm dan memiliki panjang jarum 11 mm, 30 mm dan 35 mm. Lubang keluaran dari gelembung sendiri menggunakan jarum suntik, sehingga akan memudahkan dalam proses pemasangan instalasi hanya tinggal memasangkan ke saluran selang akuarium yang sudah disiapkan sebelumnya.

## 4. Tahap Proses Purifikasi

Tahap pengikatan CO<sub>2</sub> yang perlu diperhatikan adalah alat pencampur CO<sub>2</sub> dan bahan bakar gas apakah tidak ada kebocoran, selang *input* dan *output*, pengeleman akuarium kaca supaya tidak terjadi kebocoran larutan KOH dan penampung gas setelah proses pengikatan agar proses penelitian tidak terjadi permasalahan. Langkah percobaannya adalah langkah pertama campurkan antara bahan bakar gas dan CO<sub>2</sub> dengan menggunakan pompa pneumatik. Setelah itu mendesain instalasi alat purifikasi, apabila sudah terpasang maka

memasukkan KOH 4 M ke dalam tabung purifikasi. Maka percobaan dapat dilakukan.



Gambar 2. Alat purifikasi

## 5. Tahap Pengujian Gas Hasil Purifikasi

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan gas ke dalam alat purifikasi dengan memberikan tekanan kepada gas yang akan dipurifikasi. Gas yang dipurifikas akan keluar dari *nozzle* yang mempunyai variasi tiga diameter yaitu 0,08 mm, 0,12 mm dan 0,16 mm. Setelah gas melalui proses purifikasi gas akan tertampung pada wadah plastik. Gas yang tertampung di dalam plastik akan diuji dengan alat *Gas Analyzer*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan data sesuai dengan metode penelitian. Maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

### Pengujian Kadar CO<sub>2</sub> Hasil Purifikasi

Pada tabel 1. akan ditunjukkan hasil dari pengujian kadar gas CO<sub>2</sub> hasil purifikasi.

Tabel 1. Perbandingan prosentase CO<sub>2</sub> sebelum dan setelah purifikasi

No	Diameter Lubang (mm)	Luas Lubang (mm <sup>2</sup> )	Kadar CO <sub>2</sub> sebelum purifikasi (%)	Kadar CO <sub>2</sub> sesudah purifikasi (%)
1	0,08	0,005024	26,8	0,00
2	0,12	0,011304	26,8	0,00
3	0,16	0,020096	26,8	0,00

Dari tabel 1. Perbandingan prosentase CO<sub>2</sub> sebelum dan setelah purifikasi dapat dilihat kadar CO<sub>2</sub> sebelum dipurifikasi adalah sebesar 26,8% dan setelah purifikasi dengan variasi diameter lubang keluaran gelembung adalah 0,00%, sehingga CO<sub>2</sub> terikat habis oleh KOH 4 Molar yang akan meningkatkan kadar hidrokarbon dari 1596 ppm menjadi 5540 ppm yang akan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan prosentase HC sebelum dan setelah purifikasi

No	Diameter Lubang (mm)	Luas Lubang (mm <sup>2</sup> )	Kadar HC sebelum purifikasi (ppm)	Kadar HC sesudah purifikasi (ppm)
1	0,08	0,005024	1974	5540
2	0,12	0,011304	1974	4670
3	0,16	0,020096	1974	2420

### Pengujian Lama Tinggal Bubbles

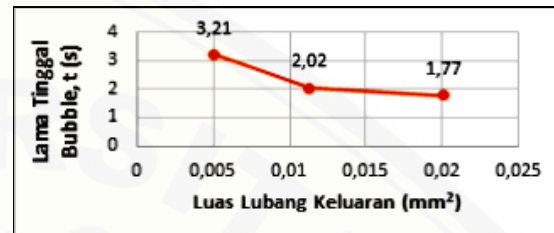
Proses pengujian lama tinggal bubbles dilakukan sebanyak tiga kali dengan mengambil sampel bubble, yang akan ditampilkan pada tabel 3 dan gambar 3.

Tabel 3. Lama tinggal bubble

No	Diameter Lubang	Luas Lubang	Lama Tinggal Bubble, t (s)
----	-----------------	-------------	----------------------------

	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	
1	0,08	0,005024	3,21
2	0,12	0,011304	2,02
3	0,16	0,020096	1,77

Dari hasil pengujian yang diperoleh pada tabel 3. Maka akan di gambarkan dalam bentuk grafik 3.



Gambar 3. Lama tinggal bubble

Dari gambar 3. didapatkan hasil bahwa luas lubang keluaran dari yang paling kecil sebesar 0,005024 mm<sup>2</sup> akan memiliki lama tinggal 3,21s dan luas lubang keluaran yang paling besar sebesar 0,020096 mm<sup>2</sup> memiliki lama tinggal sebesar 1,77 s. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar luas lubang keluaran bubble generator maka lama tinggal bubble semakin sebentar.

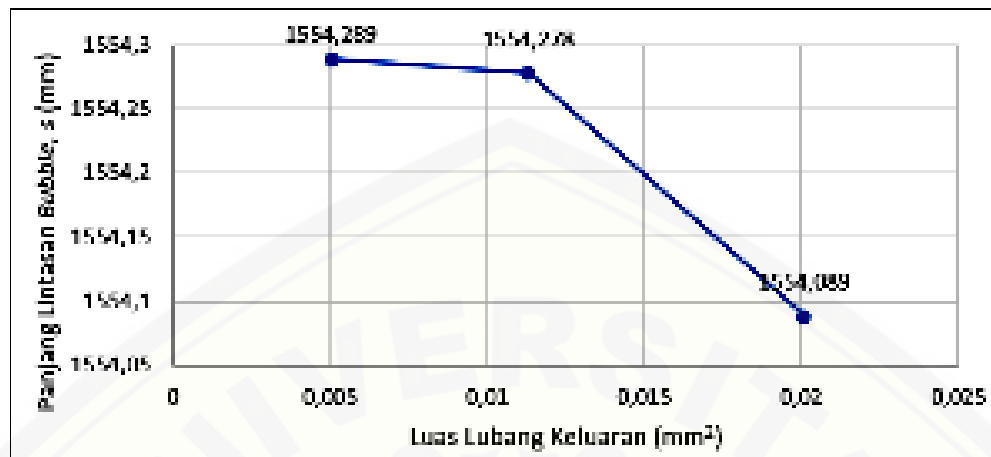
### Pengujian Panjang Lintasan Bubbles

Pengujian panjang lintasan bubbles dilakukan dengan mengambil sampel bubbles untuk mempermudah pengukuran. Bubbles direkam dengan menggunakan kamera dengan ketinggian tertentu untuk mengetahui gerak bubbles.

Tabel 4. Panjang lintasan bubble

No	Diameter Lubang (mm)	Luas Lubang (mm <sup>2</sup> )	Panjang Lintasan Bubble, s (mm)
1	0,08	0,005024	1554,289
2	0,12	0,011304	1554,278
3	0,16	0,020096	1554,089





Gambar 4. Lama tinggal *bubble*

Dari hasil pengujian yang diperoleh pada tabel 2. Maka akan di gambarkan dalam bentuk gambar 4. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa garis trennya menurun, untuk luas lubang sebesar 0,00524 mm<sup>2</sup> memiliki panjang lintasan sebesar 1554,289 mm sedangkan untuk luas lubang yang paling besar yaitu 0,020096 mm<sup>2</sup> meliki panjang lintasan sebesar 1554,088 mm dengan prosentase penurunan panjang lintasan sebesar 0,017%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar lubang keluaran maka panjang lintasan yang dihasilkan bubble akan semakin pendek. Karena pada disebabkan oleh gaya apung (*buoyancy*). Ketika gaya apung membesar maka akan mempercepat *bubble* untuk naik ke permukaan sehingga mengakibatkan panjang lintasan *bubble* semakin mendekat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada skripsi yang berjudul Pengaruh Diameter Lubang *Bubble Generator* Pada Pengikatan CO<sub>2</sub> Dengan Larutan Kalium Hidroksida 4 Molar dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan purifikasi menggunakan larutan KOH 4 M dapat menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam gas yang akan dipurifikasi. Karena CO<sub>2</sub> berkurang maka dapat meningkatkan nilai kalor pada gas tersebut.
2. Lama tinggal *bubble* dari variasi diameter lubang keluaran yang paling kecil hingga yang

terbesar adalah semakin tidak lama atau semakin sebentar dikarenakan gelembung yang dihasilkan akan semakin besar, oleh Karena semakin besar gelembung yang dihasilkan maka semakin besar gaya apung yang terdapat pada gelembung tersebut.

3. Proses purifikasi sangat mempengaruhi bentuk geometri dari gelembung karena pada proses purifikasi terjadi reaksi kimia yang akan membuat bentuk gelembung tidak bulat sempurna.
4. Bentuk geometri *bubble* dari variasi diameter lubang keluaran yang terkecil hingga yang terbesar adalah semakin membesar diameter *bubble* dan bentuknya tidak bulat sempurna melainkan seperti tabung.
5. Panjang lintasan dipengaruhi oleh ukuran diameter dari *bubble*, semakin besar diameter *bubble* maka panjang lintasan akan semakin kecil

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang ke dua penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ago K.-i., Nagasawa K., Takita J., Itano R., Morii N., Matsuda K., Takahashi K., 2005, Development of an aerobic cultivation

- system by using a microbubble aeration technology, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 38(9), 757–762.
- Budhijanto W., Deendarlianto D., Kristiyani H., Satriawan D., 2015, Enhancement of aerobic wastewater treatment by the application of attached growth microorganisms and microbubble generator, *Int. Journal of Technology*, 6(7), 1101–1109.
- Devatine A., Chiciuc I., Poupot C., Mietton-Peuchot M., 2007, Micro-oxygenation of wine in presence of dissolved carbon dioxide, *Chemical Engineering Science*, 62(17), 4579–4588.
- Gordiychuk A., Svanera M., Benini S., Poesio P., 2016, Size distribution and sauter mean diameter of micro bubbles for a venturi type bubble generator, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 70, 51-60.
- Laksana M., 2008, Micro-bubble generator dengan metode spherical ball dalam pipa beraliran, Skripsi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Terasaka K., Haribayashi A., Nishino T., Fujioka S., Kobayashi D., 2011, Development of microbubble aerator for waste water treatment using aerobic activated sludge, *Chemical Engineering Science*, 66(14), 3172–3179.
- Warjito, Elizabeth N., 2010, Pengembangan generator gelembung mikro jenis tabung venture, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang.