

**STUDI EKSPERIMENTAL EVALUASI DIAMETER  
MEMBRAN OPEN-CELL FOAM DALAM MICROBUBBLE  
GENERATOR TIPE VENTURI**

**TUGAS AKHIR**



**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik**

**Disusun Oleh :**

**Rengga Wijaya**

**NIM. 210608012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

**2025**

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan sebuah skripsi dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL EVALUASI *DIAMETER MEMBRAN OPEN-CELL FOAM* DALAM *MICROBUBBLE GENERATOR* TIPE *VENTURI* ”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik.

Dengan tersusunya laporan tugas akhir ini penulis berharap kepada Bapak /Ibu pembimbing berkenan meluangkan waktu untuk membina dan membimbing pembuatan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Kedua Orang Tua penulis ayahanda Sunawi dan Ibunda Dewi endang suwaseh yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, dan motivasi tanpa henti. Berkat dorongan dan dukungan mereka yang terus-menerus, penulis dapat bertahan dan berhasil menyelesaikan seluruh proses penyusunan tugas akhir dengan baik.
2. Ibu Alviani Hesthi Permata Ningtyas, S.T., M.Sc. selaku Kaprodi TeknikMesin Universitas Muhammadiyah Gresik Atas bimbingan, kebijakan, dan dukungan akademik yang diberikan sehingga proses penyusunan tugas akhir dapat berjalan lancar.
3. Bapak Ilham Arifin Pahlawan S.ST., M.Sc selaku Dosen pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan serta saran bermakna selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Rilo Chandra Muamadin S.T., M.T selaku dosenTeknik mesin Universitas Muhammadiyah Gresik.
5. Teman – teman seperjuangan skripsi Bagus, Rozik, Renal, Dimas, Adit, Andri, Ervil dan teman teman Angkatan 2021 yang telah memberikan dorongan positif, dukungan moral, kebersamaan selama proses penulisan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah mendukung dalam penulisan laporan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
7. Untuk penulis, Rengga Wijaya, terima kasih telah bertahan sampai sejauh ini. karena sudah memilih untuk terus bangkit, bukan berhenti. Perjalanan ini belum selesai, tapi kamu sudah melakukan yang terbaik.

Demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak. Semoga Laporan Tugas Akhir dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL *EVALUASI DIAMETER MEMBRAN OPEN-CELL FOAM* DALAM *MICROBUBBLE GENERATOR TIPE VENTURI*” ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi pembaca.

Gresik, 19 Desember 2025

Rengga Wijaya

NIM. 210608012



## ABSTRAK

### Studi Eksperimental Evaluasi Diameter Membran *Open-Cell Foam* Dalam *Microbubble Generator Tipe Venturi*

Disusun Oleh :

**Rengga Wijaya**

**NIM. 210608012**

Ketersediaan oksigen terlarut memainkan peran krusial dalam mendukung keberhasilan budidaya ikan air tawar. Teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi aerasi adalah *microbubble generator (MBG)*, yang mampu menghasilkan *microbubble*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi kinerja *nozzle microbubble generator* tipe *venturi* yang dikombinasikan dengan *membran foam open-cell*, serta menganalisis dampak variasi diameter *membran foam* terhadap pola distribusi *microbubble*. Metode penelitian meliputi desain *nozzle venturi* dengan mekanisme buka-tutup, pembuatan *nozzle* menggunakan teknologi pencetakan 3D SLA, dan uji eksperimental di akuarium dengan berbagai variasi *membrane foam*. Parameter yang dievaluasi meliputi jarak distribusi gelembung mikro, lebar sudut distribusi, dan luas area distribusi berdasarkan analisis gambar menggunakan perangkat lunak *ImageJ*. Hasil menunjukkan bahwa penerapan *membran foam open-cell* memiliki dampak signifikan terhadap kualitas pembentukan *microbubble*. Membran foam dengan ukuran berdiameter  $s=12$  (10.56mm, 10.92mm dan 11.4mm,) menghasilkan sebarang paling jauh dan luas area distribusi sebaran *Microbubble* tertinggi, sedangkan membran foam dengan berdiameter kecil  $s = 3$  mm (2.64mm, 2.73mm, dan 2.85 mm) cenderung menghasilkan lebar sudut sebaran *Microbubble* yang lebih luas. Selain itu, penerapan mekanisme buka-tutup pada *nozzle venturi* ditemukan dapat memudahkan pemeliharaan tanpa mengurangi efektivitas perangkat. Secara keseluruhan, integrasi *nozzle venturi* dan *membran foam open-cell* dapat meningkatkan efektivitas pembentukan *microbubble*, sehingga berpotensi menjadi sistem aerasi yang lebih efisien untuk budidaya ikan air tawar.

Kata kunci : budidaya ikan air tawar, *microbubble generator*, *microbubble*, *3D print*, *imageJ*.

## **ABSTRACT**

### ***Experimental Study on the Evaluation of Open-Cell Foam Membrane Diameter in a Venturi-Type Microbubble Generator***

*The availability of dissolved oxygen plays a crucial role in supporting the success of freshwater fish farming. One technology that can improve aeration efficiency is the microbubble generator (MBG), which is capable of producing microbubbles. This study aims to design and evaluate the performance of a venturi-type microbubble generator nozzle combined with an open-cell foam membrane, as well as to analyze the impact of foam membrane diameter variations on microbubble distribution patterns. The research methods included the design of a venturi nozzle with an open-close mechanism, the manufacture of the nozzle using SLA 3D printing technology, and experimental testing in an aquarium with various foam membrane variations. The parameters evaluated include the microbubble distribution distance, distribution angle width, and distribution area based on image analysis using ImageJ software. The results show that the application of open-cell foam membranes has a significant impact on the quality of microbubble formation. Foam membranes with a diameter of  $s=12$  (10.56 mm, 10.92 mm, and 11.4 mm) produced the furthest distribution and the highest microbubble distribution area, while foam membranes with a small diameter of  $s = 3$  mm (2.64 mm, 2.73 mm, and 2.85 mm) tended to produce a wider microbubble distribution angle. In addition, the application of an open-close mechanism on the venturi nozzle was found to facilitate maintenance without reducing the effectiveness of the device. Overall, the integration of the venturi nozzle and open-cell foam membrane can improve the effectiveness of microbubble formation, thus potentially becoming a more efficient aeration system for freshwater fish farming.*

*Keywords: freshwater fish farming, microbubble generator, microbubble, 3D printing, ImageJ.*

## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKEDIMISI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian .....	2
1.4 Manfaat penelitian .....	2
1.5 Batasan masalah .....	3
1.6 Sistematika penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Microbubble</i> .....	5
2.2 <i>Microbubble generator (MBG)</i> .....	5

2.3	<i>Orifice</i> .....	5
2.4	Prinsip kerja <i>venturi</i> .....	6
2.5	<i>Membran open-cell foam</i> .....	6
2.6	<i>Microbubble</i> sebagai pendukung kelangsungan hidup ikan air tawar .....	7
2.7	Perancangan dan pengembangan produk .....	7
2.7.1	<i>Desain of experiment (DOE)</i> .....	8
2.7.2	<i>3D print</i> .....	8
2.7.3	<i>Modeling</i> .....	9
2.8	Desain <i>microbubble generator (MBG)</i> tipe <i>venturi</i> dengan <i>membran foam</i> .....	10
2.8.1	<i>Komponen dan prinsip desain</i> .....	10
2.8.2	<i>Pengembangan alternatif desain</i> .....	10
2.8.3	<i>Konsep Matriks (Concept Matrix)</i> .....	11
2.8.4	<i>Pugh matrix</i> .....	11
2.8.5	<i>Decision matriks</i> .....	11
2.8.6	<i>Ranking konsep</i> .....	12
2.9	Penelitian terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN .....		14
3.1	Alur penelitian.....	14
3.2	Studi literatur .....	17
3.3	Alat dan bahan .....	17
3.4	Desain produk .....	18
3.4.1	Konsep produk.....	18
3.4.2	Konsep <i>nozzle venturi</i> .....	18
3.4.3	Pengembangan produk.....	21
3.4.4	Pemilihan konsep.....	21
3.4.5	Desain <i>membran foam</i> .....	25

3.5	<i>Desain CAD 3D</i> .....	26
3.6	STL format .....	26
3.7	<i>Chitubox</i> .....	26
3.7.1	Pembersihan .....	27
3.7.2	Pengeringan .....	28
3.8	Pengujian produk <i>nozzle venturi</i> .....	28
3.8.1	<i>Desain sekema microbubble generator</i> .....	28
3.8.2	Perakitan <i>microbubble generator</i> .....	28
3.9	Visual sebaran <i>microbubble</i> .....	29
3.10	Analisis data sebaran <i>microbubble imageJ</i> .....	29
3.11	Kesimpulan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil <i>desain</i> dan fabrikasi <i>membran open-cell foam</i> .....	33
4.1.1	Hasil desain konsep dan CAD 3D.....	33
4.1.2	Hasil konsep desain dan foam membran yang digunakan.....	33
4.1.3	Foto nozzle dan <i>membran</i> setelah jadi .....	33
4.1.4	Hasil pengujian <i>membran open cell</i> dengan system buka tutup pada system <i>nozzle venturi</i> .....	36
4.2	Metode pengolahan data dan Analisa data .....	37
4.2.1	Data jauh sebaran <i>microbubble</i> yang di dapatkan dari <i>software microbubble</i> .....	37
4.2.2	Data lebar sudut sebaran <i>microbubble</i> .....	43
4.2.3	Data luas area sebaran <i>microbubble</i> .....	49
BAB V PENUTUPAN.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59

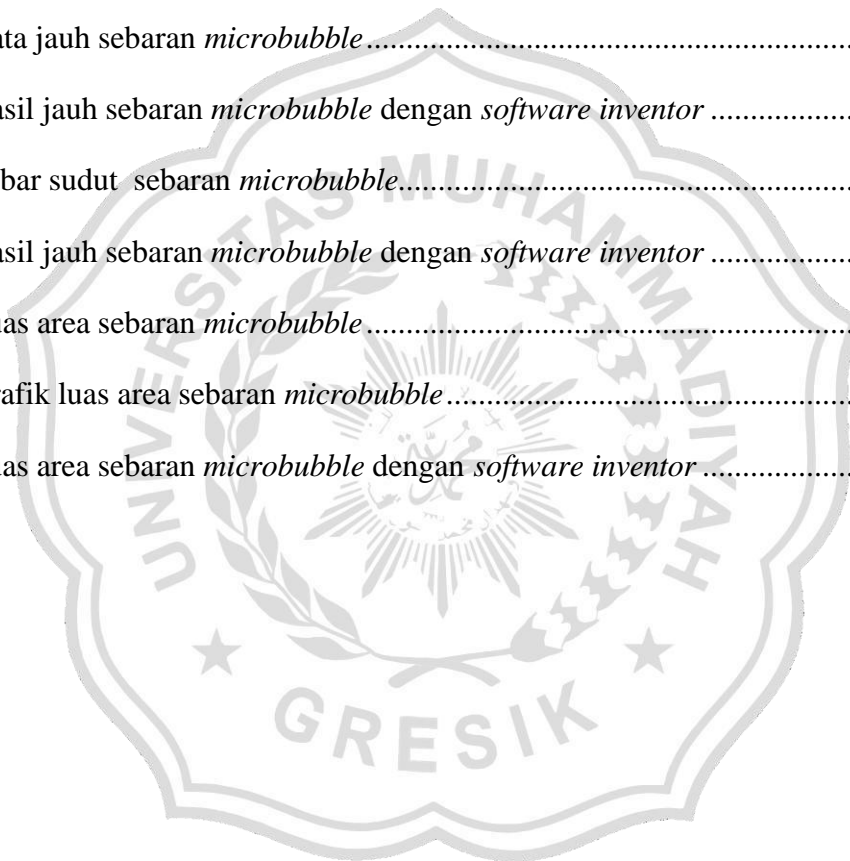


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Profil aliran melewati plat orifice tipis dan tebal.....	6
Gambar 2. 2 Component 3D modeling.....	9
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian .....	15
Gambar 3. 2 Desain peneliti terdahulu .....	19
Gambar 3. 3 Desain nozzle dengan mekanisme buka-tutup yang digunakan.....	20
Gambar 3. 4 Variasi desain foam porous membran .....	26
Gambar 3. 5 slincing nozzle microbubble generator venturi kombinasi dengan membran foam .....	27
Gambar 3. 6 Skema Microbubble generator.....	28
Gambar 3. 7 Set yang digunakan.....	30
Gambar 3. 8 Hasil threshold.....	30
Gambar 3. 9 Jarak jauh sebaran.....	31
Gambar 3. 10 Jarak sudut sebaran.....	31
Gambar 3. 11 Area sebaran.....	32
Gambar 4. 1 Hasil sistem buka tutup nozzle .....	37
Gambar 4. 2 Grafik jauh sebaran microbubble.....	38
Gambar 4. 3 Pengaruh rongga pada jauh sebaran microbubble.....	39
Gambar 4. 4 Grafik lebar sudut jauh sebaran microbubble .....	44
Gambar 4. 5 Pengaruh rongga pada lebar sudut sebaran microbubble .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	12
Tabel 3.1 <i>Matrix konsep</i> .....	21
Tabel 3. 2 <i>Pugh matrix</i> dan <i>Decision matrix</i> .....	24
Tabel 4. 1 Hasil cetak 3D <i>foam membran</i> .....	33
Tabel 4. 2 Hasil cetak 3D <i>membrane foam open cell</i> dengan system buka tutup pada system <i>nozzle venturi</i> .....	35
Tabel 4. 3 Data jauh sebaran <i>microbubble</i> .....	37
Tabel 4. 4 Hasil jauh sebaran <i>microbubble</i> dengan <i>software inventor</i> .....	40
Tabel 4. 5 Lebar sudut sebaran <i>microbubble</i> .....	43
Tabel 4. 6 Hasil jauh sebaran <i>microbubble</i> dengan <i>software inventor</i> .....	46
Tabel 4. 7 Luas area sebaran <i>microbubble</i> .....	49
Tabel 4. 8 Grafik luas area sebaran <i>microbubble</i> .....	50
Tabel 4. 9 Luas area sebaran <i>microbubble</i> dengan <i>software inventor</i> .....	54

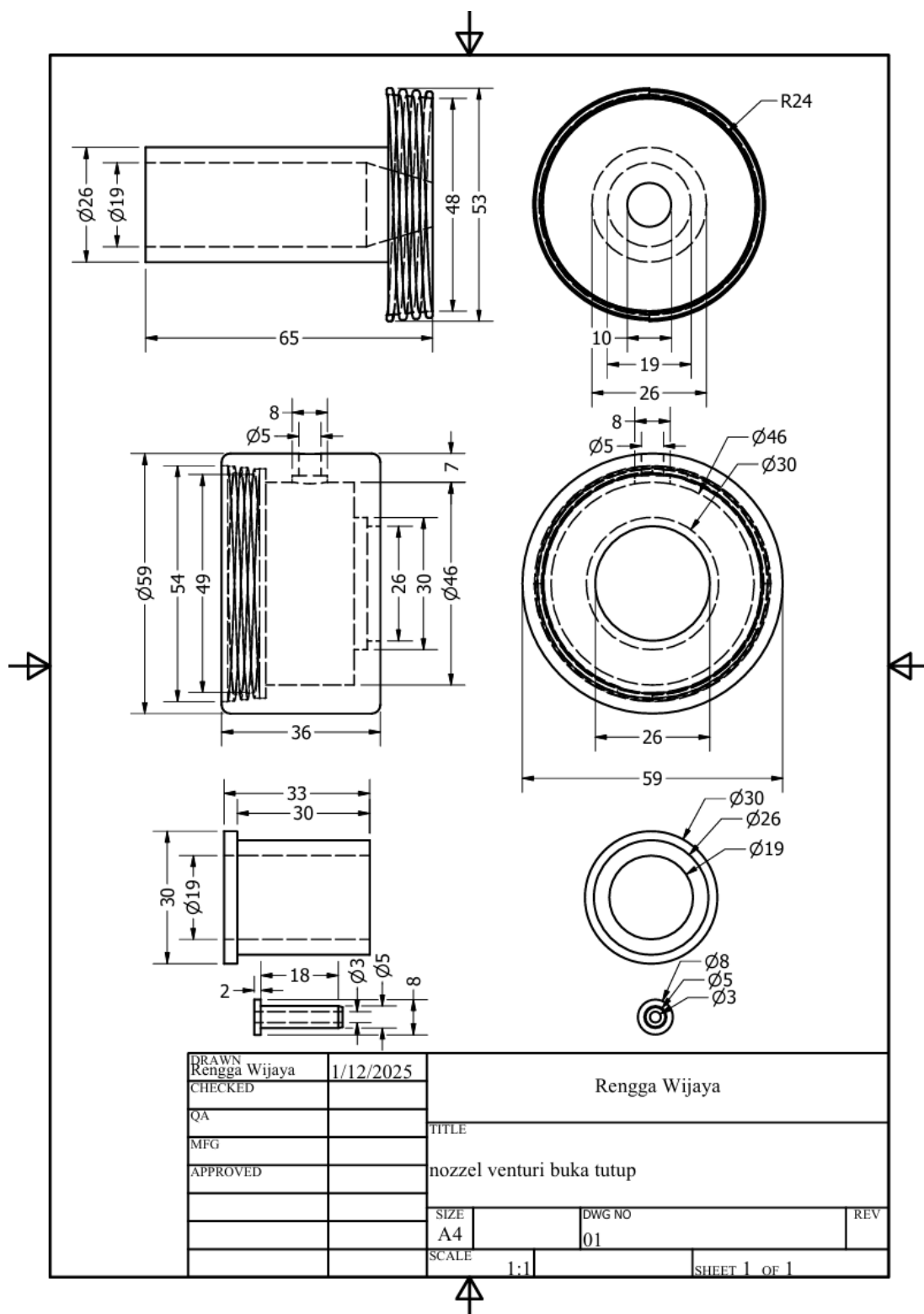


## LAMPIRAN

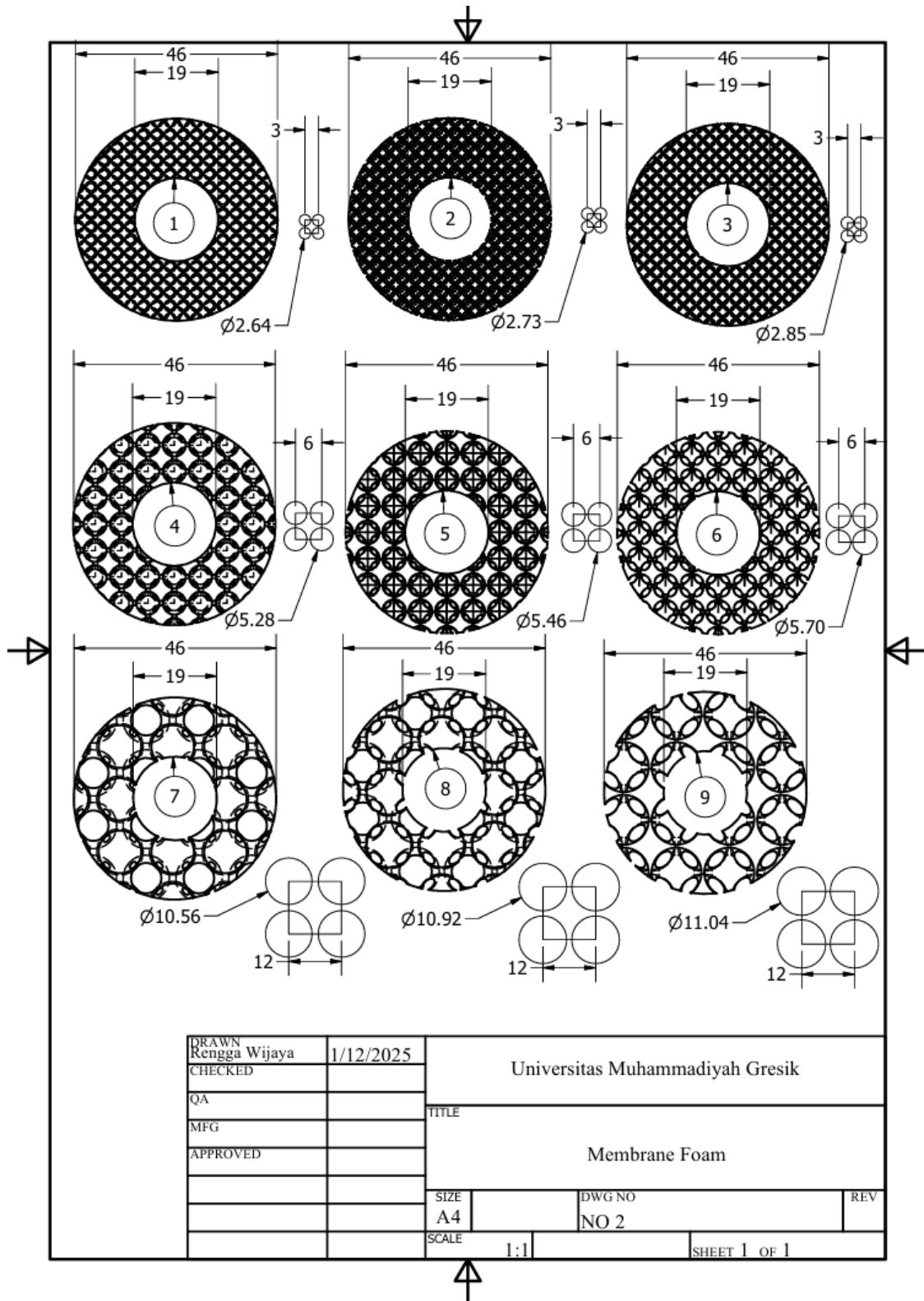
Gambar lampiran 1. 1 <i>Desain nozzle microbubble venturi</i> kombinasi <i>membrane foam</i> ..	62
Gambar lampiran 1. 2 <i>Desain membrane foam</i> .....	63
Gambar lampiran 1. 3 Hasil cetak <i>nozzle venturi</i> sistem buka tutup .....	64
Gambar lampiran 1. 4 Hasil cetak <i>membran foam</i> .....	64
Gambar lampiran 1. 5 Alat untuk dirakit di <i>microbubble generator</i> .....	65
Gambar lampiran 1. 6 Foto sebaran <i>microbubble</i> .....	65
Gambar lampiran 1. 7 Foto hasil <i>imageJ</i> .....	66



## DAFTAR LAMPIRAN



Gambar lampiran 1. 1 *Desain nozzle microbubble venturi kombinasi membrane foam.*



Gambar lampiran 1. 2 Desain membran foam.



Gambar lampiran 1. 3 hasil cetak *nozzle venturi sistem buka tutup*



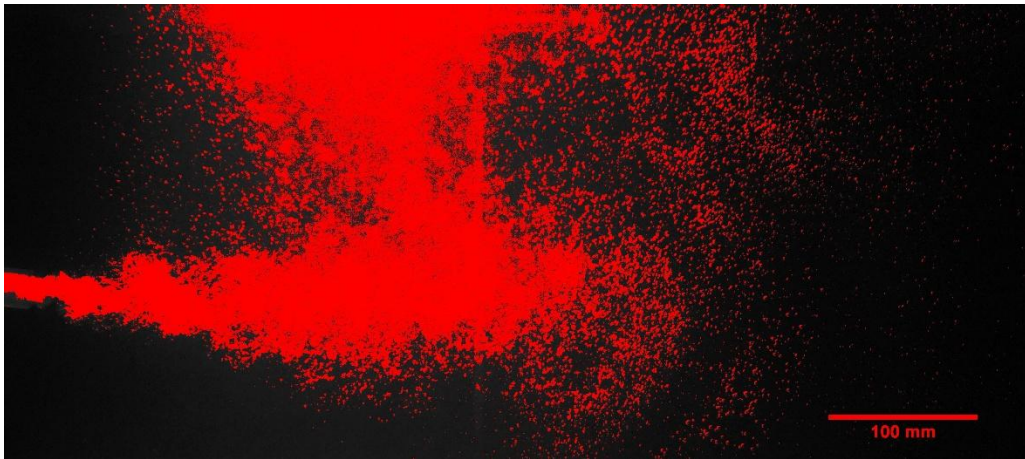
Gambar lampiran 1. 4 hasil cetak *membran foam*.



Gambar lampiran 1. 5 alat untuk dirakit di *microbubble generator*.



Gambar lampiran 1. 6 foto *sebaran microbubble*.



Gambar lampiran 1. 7 foto hasil *imageJ*.