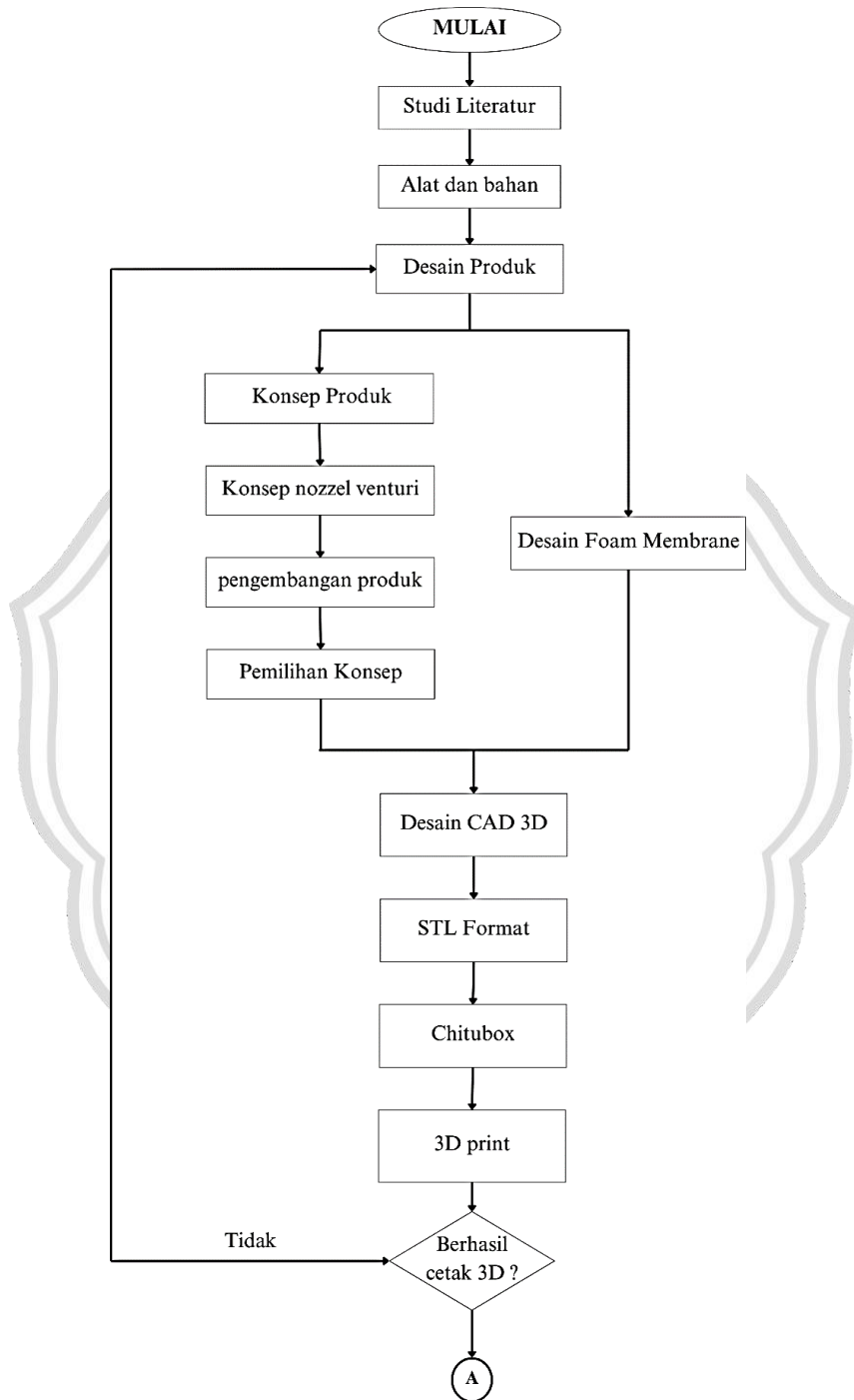
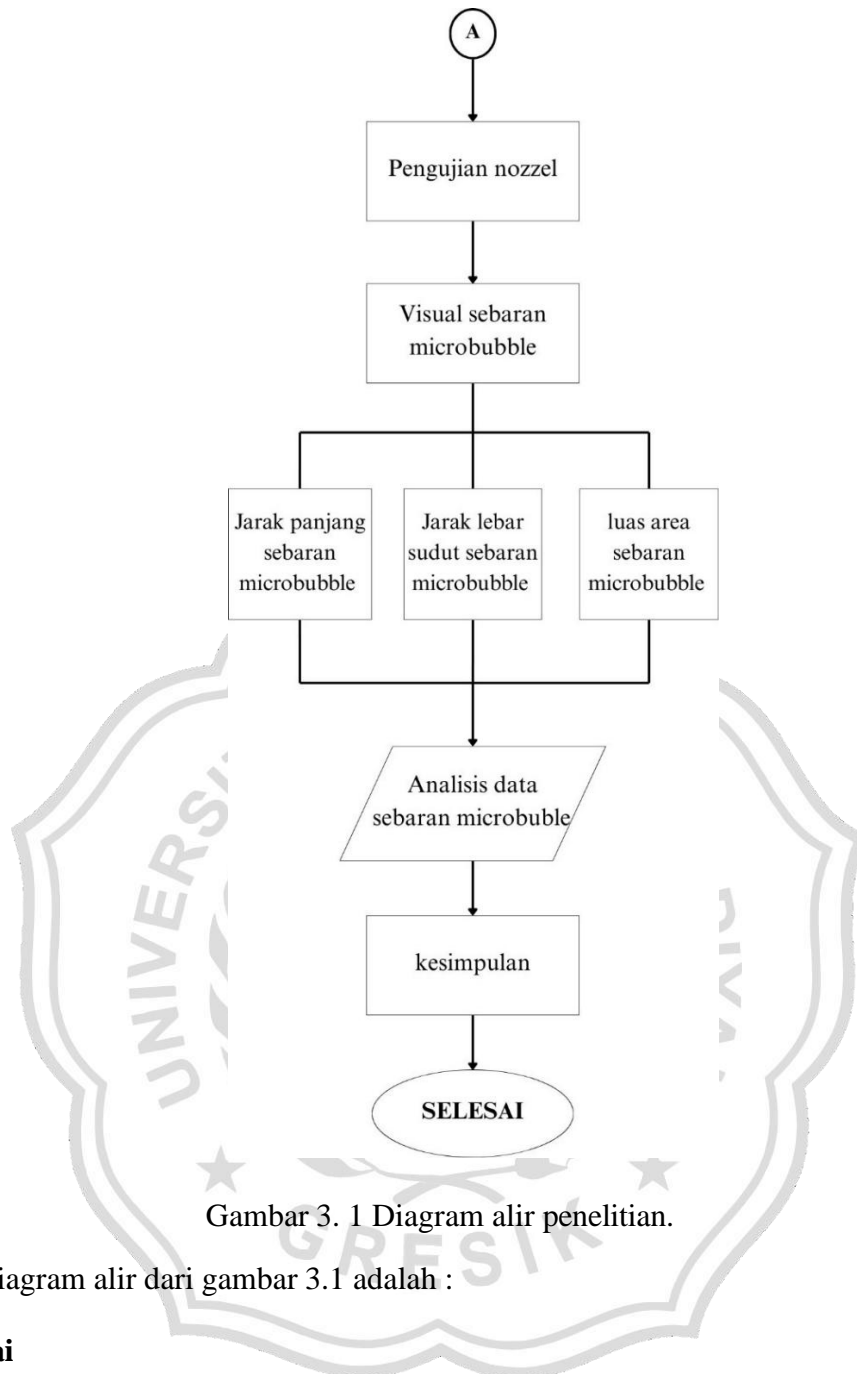


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alur penelitian





Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.

Penjelasan diagram alir dari gambar 3.1 adalah :

1. Mulai

Penelitian dimulai dengan menyusun rencana untuk Langkah yang akan dilaksanakan

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pegumpulan informasi dan teori terkait *microbubble*, *venturi*, *foam membran* , serta refrensi desain dari penelitian terdahulu.

3. Alat dan bahan

Menentukan alat dan bahan eksperimen, termasuk material 3D printing, *foam membran* , dan komponen pendukung lainnya.

4. Desain produk

Memulai proses perancangan awal *nozzle microbubble* generator tipe *venturi* yang akan di kembangkan.

5. Konsep produk

Menyusun beberapa konsep desain *microbubble generator* berdasarkan data dan kebutuhan penelitian.

6. Konsep *nozzle venturi*

Menentukan rancangan dasar *nozzle venturi* dan karakteristik yang akan di gunakan.

7. Pengembangan produk

Melakukan penyempurnaan desain dari konsep awal menjadi konsep yang lebih matang.

8. Pemilihan konsep

Memilih konsep terbaik berdasarkan analisis, kebutuhan performa, dan ketercapaian produksi.

9. Desain *foam membran*

Merancang variasi desain *membrane foam* yang akan di kombinasikan dengan *nozzle venturi*.

10. Desain CAD 3D

Konversikan konsep yang dipilih menjadi model tiga dimensi menggunakan perangkat lunak CAD.

11. STL format

Berkas desain CAD dikonversi ke format STL untuk proses *slicing*.

12. Chitobox

File berkas desain CAD dikonversi ke format STL untuk proses *slicing*.

13. 3D print

Lakukan pencetakan 3D pada desain yang telah disiapkan.

14. Berhasil cetak 3D ?

Jika tidak berhasil, kembalilah ke tahap penyempurnaan desain. Jika berhasil, lanjutkan ke tahap pengujian.

15. Pengujian *nozzle*

Uji kinerja *nozzle venturi* yang telah dicetak.

16. Visual sebaran *microbubble*

Amati pola distribusi mikrogelembung secara visual. Dengan parameter Panjang distribusi *microbubble*, Lebar sudut *microbubble*, dan luas area *microbubble* yang dihasilkan.

17. Analisis data sebaran *microbubble*

Data *visual* dianalisis untuk menilai kualitas performa *nozzle* dan *membrane foam* .

18. Kesimpulan

Menarik kesimpulan mengenai efektivitas desain yang di hasilkan berdasarkan hasil analisis.

19. Selesai

Penelitian berakhir setelah semua proses evaluasi selesai.

3.2 Studi Literatur

Mengkaji jurnal, buku, dan artikel ilmiah terkait mekanisme pembentukan *Microbubble*, prinsip kerja *nozzle*, serta parameter desain penting seperti bentuk geometri, diameter lubang, dan laju aliran.

3.3 Alat dan bahan

1. *Inventor*.
2. *Chitubox*.
3. *Imagej*.
4. Aquarium ukuran P 443 cm x L260 cm x T 65 cm.
5. Pompa tipe morris MFM 130A.
6. *Valve*.
7. *Flow* meter air.
8. *Flow* meter udara.

9. Pipa dengan diameter 1 ½ inch dan 1 inch.
10. Pipa PU dengan 6 mm.
11. *3D Print SLA LCD Creality LD-002.*
12. Resin Esun dengan tipe standar resin.
13. Cairan IPA (isopropil alkohol).
14. Kamera sony *mirrorless A6000.*
15. *Resin Cleaner tipe liqcreate.*
16. Lampu uv.
17. Cutter.
18. Tisu.

3.4 Desain produk

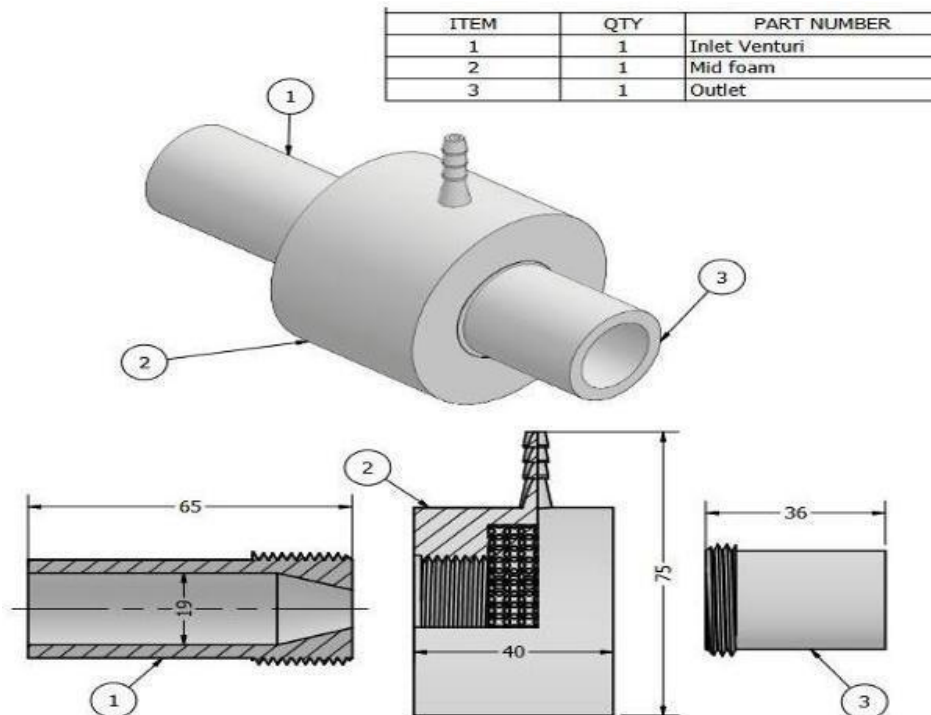
Dalam penelitian ini produk yang akan di kembangkan adalah *nozzle venturi* dengan *membran open-cell* yang memiliki fungsi optimal, desain ergonomis, serta di lengkapi dengan mekanisme bongkar pasang untuk memudahkan perawatan dan penggantian *membran foam* Ketika mengalami penyumbatan atau kotor.

3.4.1 Konsep produk

Dalam penelitian ini produk yang akan di desain adalah *nozzle* tipe *venturi* yang di kombinasikan dengan *membran foam open-cell* dengan tujuan untuk sebagai komponen utama dalam system pembentukan *Microbubble* untuk meningkatkan aerasi kolam ikan.

3.4.2 Konsep *nozzle venturi*

Dalam penelitian ini menghasilkan desain *nozzle* yang dilengkapi system buka tutup yang di kombinasikan dengan *membran foam* sebagai sarana pembentukan *Microbubble*. Desain ini merupakan penyempurnaan dari penelitian sebelumnya, dimana rancangan awal belum menggunakan mekanisme buka-tutup, sehingga proses pembersihan atau penggantian *membran foam* kurang efisien. Inovasi dalam penelitian ini memfasilitasi pemisah dan pembersihan *membrane foam* dengan mudah untuk meningkatkan efisiensi operasi serta mengurangi biaya pemeliharaan. Adapun desain yang akan di gunakan adalah sebagai berikut :



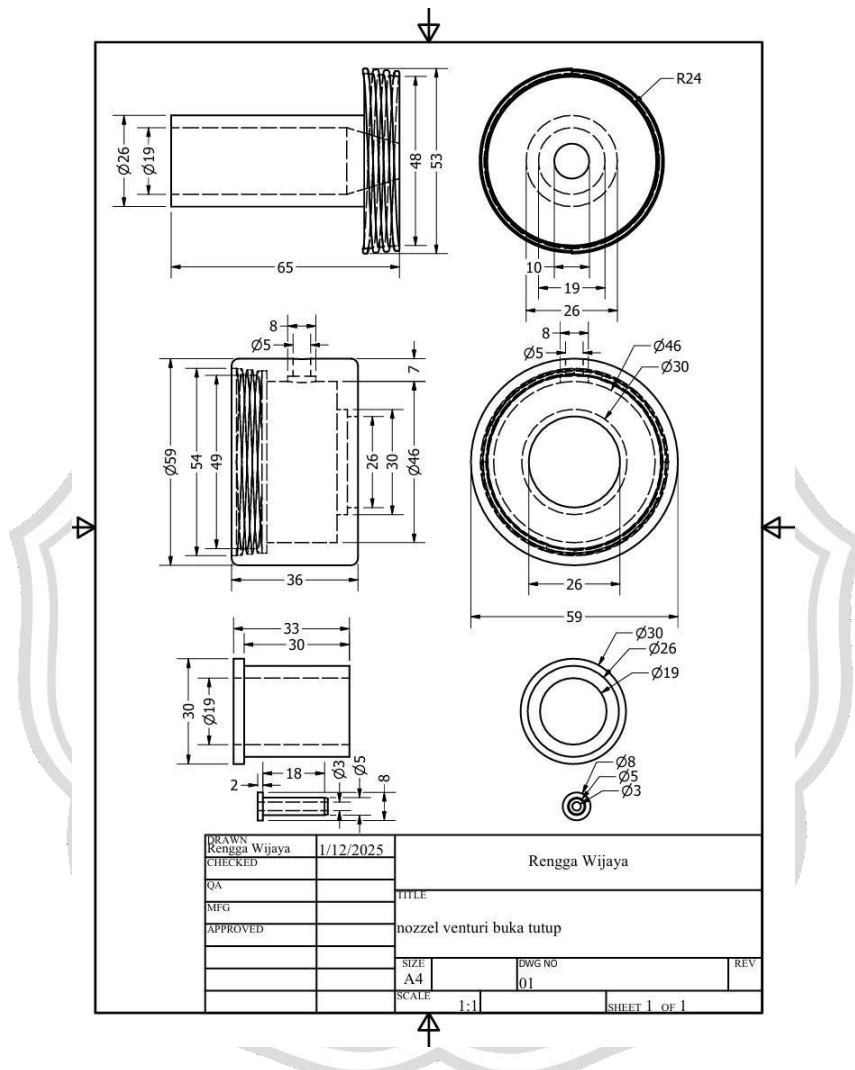
Gambar 3. 2 Desain peneliti terdahulu.

Gambar 3.2 memiliki Bagian *inlet* yang memiliki prinsip *venturi* untuk meningkatkan kecepatan dan menurunkan tekanan, sehingga udara dapat terhisap melalui *inlet* udara bagian atas. Panjang *inlet* ini 65 mm dengan diameter dalam 19 mm dan di bagian ujung 10 mm di buat mengerucut, untuk sambungan ulir di buat ulir clmp 1 seperti baut.

Untuk bagian mixing chambers berfungsi sebagai ruang percampuran udara dan air. Di dalamnya terdapat media *open-cell foam* berdiameter lebar 40 mm dan tinggi keseluruhan dengan *inlet* udara 75 mm yang berperan memecah udara menjadi gelembung mikro saat melewati *foam-foam*nya. Bagian ini juga dilengkapi *inlet* udara bagian atas untuk aliran udara bagian luar. Bagian pada diameter *mixing chambers* berdiameter luar 45 mm dan memiliki tebal ketebalan 20 mm. untuk sambungan *mixing chambers* menggunakan ulir clap 1 seperti baut. Bagian *outlet* berfungsi menyalurkan campuran air dan udara yang telah membentuk *Microbubble* ke luar. Komponen ini memiliki Panjang 36mm dengan diameter luar 26mm dan diameter dalam 18 mm . Untuk bagian bongkar pasang didesain dengan ulir supaya memudahkan proses penyambungan antara outlet dan *mixing chambers*.

Pada desain yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 merupakan pengembangan dari prinsip *Venturi*, yang telah banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya untuk menghasilkan, *microbubble*. Inovasi utama dalam desain ini meliputi *inlet* air, *inlet* udara, mixing chambers dan output *Microbubble* yang dilengkapi dengan media *open-cell foam membrane* sebagai

pemecah gelembung, akan tetapi desain ini masih perlu perbaikan untuk meningkatkan kinerjanya system, khususnya pada bagian *membran foam* yang cenderung mengalami penurunan efesiensi apabila terjadi penyumbatan atau penumpukan kotoran. Maka di gambar 3.3 di desain dengan sistem sambungan dengan mekanisme buka-tutup agar proses penggantian *membrane foam* dapat di lakukan dengan muda dan efesien biaya.



Gambar 3. 3 Desain nozzle dengan mekanisme buka-tutup yang digunakan.

Gambar 3.3 memperlihatkan desain *nozzle* yang terdiri atas 4 komponen utama yaitu *inlet* udara, *mixing chambers*, *inlet* air, dan *outlet*, yang memiliki komponen penting dalam proses pembentukan *Microbubble*. Pada *inlet* air berfungsi sebagai saluran masuknya air yang bertekanan, komponen ini memiliki Panjang 65 mm dengan diameter luar 26 mm, dan diameter dalam 19 mm sementara itu bagian ujung di desain penyempitan dengan ukuran 10 mm untuk menciptakan efek *venturi* yang meningkatkan kecepatan aliran sekaligus menurunkan tekanan, sehingga udara dapat terhisap pada bagian udara *inlet* udara.

Bagian *inlet* udara terletak di bagian atas alat yang berfungsi sebagai saluran masuk udara dari luar ke dalam system melalui selang kecil, ukuran diameter luar dari *inlet* udara 5 mm dan diameter dalam 33 mm dan memiliki Panjang 20 mm. udara yang masuk melalui *inlet* air kemudian dialirkan menuju ruang pencampuran *mixing chamber* berada di bagian tengah alat dengan bentuk silinder berdiameter luar 55 mm dengan diameter dalam 46 mm dan Panjang 36 mm. bagian ini berfungsi sebagai ruang pencampuran antara air dan udara, dimana terjadinya aliran dua fase dan geseran fluida yang memecah udara menjadi gelembung berukuran mikro (*Microbubble*). Selanjutnya, *outlet* berfungsi menyalurkan luaran campuran udara dan air yang telah membentuk *Microbubble*, bagian ini memiliki Panjang 33mm dengan diameter luar 26 mm dan diameter dalam 19 mm.

Secara keseluruhan, desain *nozzle* ini memiliki prinsip kerja di mulai dengan air bertekanan masuk melalui *inlet* air, kemudian adanya penyempitan yang menyebabkan efek *venturi* untuk menurunkan tekanan dan menyebabkan udara dari *inlet* air terhisap. Udara dan air kemudian akan bercampur secara turbulen di dalam *mixing chambers*, yang akan menghasilkan *Microbubble*. Setelah tercampur dan menjadi gelembung berukuran mikro, gelembung tersebut keluar melalui *outlet* sehingga alat ini mampu meningkatkan efisiensi proses aerasi pembentukan *Microbubble* yang stabil dan merata.

3.4.3 Pengembangan produk

Pengembangan produk pada tahap ini yakni, mengembangkan *nozzle* tipe *venturi* dengan kombinasi *membran foam open-cell*. Perbedaan desain peneliti terdahulu rancangan rancangan awal belum dilengkapi mekanisme buka-tutup, desain yang di kembangkan pada penelitian ini telah menggunakan system buka-tutup untuk mempermudah proses pembersihan dan perawatan *membrane foam*. Inovasi ini di harapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional serta memperpanjang pemakaian alat.

3.4.4 Pemilihan konsep

Pada tahap ini, peneliti dapat menggunakan konsep yang telah melewati proses seleksi. Dari ketiga konsep yang telah dianalisis, peneliti memilih Konsep 2 karena memperoleh poin tertinggi berdasarkan hasil peringkat dan *Pugh Matrix*. Terdapat seleksi konsep, *pugh matrix* dengan *decision matrix* yang di gunakan adalah :

Tabel 3.1 *Matrix konsep*.

Matrix konsep			
Faktor desain	Penelitian terdahulu	Penelitian terbaru	Tujuan
System buka-tutup	Belum dilengkapi mekanisme buka–tutup.	Sudah menerapkan mekanisme buka–tutup.	Untuk mempermudah proses pembersihan dan perawatan <i>foam membran</i> .
<i>Inlet Air</i>	Desain masih sederhana dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada bagian <i>inlet</i> udara.	Desain telah diperbaiki untuk mengurangi risiko patahan dan meningkatkan durabilitas.	Meminimalisir terjadinya patah pada <i>inlet</i> udara
<i>Mixing chamber</i>	Memiliki ulir bongkar pasang, namun belum mendukung fleksibilitas pergantian <i>membran foam</i> .	Menggunakan sistem buka–tutup sehingga <i>mixing chamber</i> dapat dibongkar pasang dan memungkinkan pergantian <i>membran foam</i> .	Efisiensi hisapan, pencampuran udara dan pergantian <i>foam membran</i>
<i>Inlet udara</i>	<i>Inlet</i> udara menyatu dengan <i>mixing chamber</i> .	<i>Inlet</i> udara bersifat modular (bongkar pasang).	Untuk mempercepat dan memperlebar laju gas
<i>Outlet Microbubble</i>	menggunakan sistem ulir akan tetapi masih kurang efisien pada proses manufaktur (3D printing)	Menggunakan sistem bongkar pasang dan lebih efisien pada proses manufaktur (3D printing). di bagian print 3D	Mempengaruhi <i>distribusi</i> dan keluaran gelembung
Bentuk oriface	Menyatu dengan <i>mixing chamber</i> .	bisa di bongkar pasang dengan <i>mixing chamber</i>	Mempengaruhi kecepatan aliran, tekanan <i>diferensial</i> , pola <i>turbulens</i>
Mode fabrikasi	<i>3D printing</i>	<i>3D printing</i>	Terkait presisi dan skala produksi
System pemasangan	Menggunakan sambungan berulir konvensional.	Menggunakan kombinasi sambungan berulir, sistem clamp, dan mekanisme bongkar pasang.	Efisiensi <i>maintenance</i> dan mobilitas

Pada tabel 3.1 merupakan perbandingan *desain nozzle* antara penelitian sebelumnya dan penelitian saat ini menunjukkan kemajuan signifikan dalam konstruksi dan kinerja komponen. Penelitian sebelumnya tidak memiliki mekanisme buka-tutup, sehingga perawatan dan pembersihan *membran foam* kurang efisien. Namun, penelitian saat ini telah mengintegrasikan sistem buka-tutup yang menyederhanakan dan mempercepat pembongkaran dan perawatan, terutama untuk *membran foam*.

Desain saluran masuk udara sebelumnya sederhana dan rentan terhadap kerusakan, terutama pada sambungan yang rentan patah. Desain yang dikembangkan dalam penelitian saat ini telah disempurnakan untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan daya tahan komponen, sehingga mengurangi risiko patah pada *inlet* udara. *Mixing chambers* pada penelitian

sebelumnya hanya memiliki sistem pemasangan dasar dan tidak mendukung penggantian membran foam fleksibel. Desain saat ini menggabungkan mekanisme buka-tutup yang memungkinkan pembongkaran yang lebih mudah dan mendukung pencampuran cairan yang efisien serta penggantian *membrane foam* secara rutin.

Saluran masuk udara pada desain sebelumnya terintegrasi langsung dengan ruang *mixing chambers*, sehingga kurang fleksibel. Dalam penelitian ini, saluran *inlet* udara dirancang secara modular dan dapat dipasang serta dilepas, dengan tujuan mempercepat laju aliran gas dan memperluas *distribusi* udara yang masuk ke dalam sistem. Untuk *outlet microbubble*, desain sebelumnya menggunakan sistem ulir yang kurang efisien untuk pencetakan 3D. Pengembangan terbaru memanfaatkan sistem pemasangan yang lebih selaras dengan karakteristik manufaktur aditif, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas *distribusi microbubble* yang dihasilkan.

Bentuk *membrane foam* pada studi sebelumnya terintegrasi dengan ruang pencampuran, sementara studi ini dirancang agar dapat dilepas dan dipasang, memungkinkan optimalisasi bentuk membran foam untuk mencapai kecepatan aliran, perbedaan tekanan, dan pola turbulensi yang lebih baik. Meskipun kedua desain menggunakan metode fabrikasi pencetakan 3D, studi ini menawarkan peningkatan presisi melalui optimalisasi *geometri* komponen dan penyesuaian toleransi pencetakan. Terakhir, sistem pemasangan pada studi sebelumnya menggunakan sambungan ulir konvensional, sementara studi ini menggunakan kombinasi sambungan ulir, sistem pengunci, dan mekanisme pemasangan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan, menyederhanakan pemasangan, dan meningkatkan mobilitas perangkat, terutama selama penggunaan operasional jangka panjang.

Setelah menyelesaikan proses konsep dengan mengacu parameter desain yang telah ditetapkan, perbedaan desain peneliti sebelumnya yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi. Untuk menetapkan konsep yang paling sesuai dan praktik sebagai desain akhir, dibutuhkan pendekatan evaluasi yang lebih terstruktur dan dapat diukur. Maka pada Langkah berikutnya, *pugh matrix* diterapkan sebagai instrument untuk memberikan bobot numerik dan membandingkan berbagai kriteria desain.

Metode *pugh Matriks* menilai setiap opsi desain berdasarkan aspek kinerja utama, seperti mempermudah proses pembersihan dan perawatan *membrane foam*, Terkait ketepatan proses fabrikasi produksi dan hasil *microbubble*. Dengan metode ini, proses pemilihan konsep tidak lagi bersifat subjektif semata, melainkan melibatkan analisis perbandingan yang

sistematis, sehingga memungkinkan penetapan konsep optimal sebagai desain akhir secara obyektif yang kemudian akan diterapkan dalam fase pembuatan prototipe dan uji coba. Seperti pada Tabel 1.3 dibawah ini :

Tabel 3. 2 *Pugh matrix* dan *decision matrix*.

Faktor Desain	Bobot	Desain peneliti terdahulu	Desain peneliti terbaru	Tujuan
System buka-tutup	20	0	1	Untuk mempermudah proses pembersihan dan perawatan <i>foam membran</i> .
<i>Inlet</i> Air	10	1	1	Meningkatkan kecepatan hisap
<i>Mixing chamber</i>	15	0	1	Efisiensi hisapan & pencampuran udara
<i>Inlet</i> udara	10	0	1	untuk mempercepat dan memperlebar laju gas
<i>Outlet Microbubble</i>	10	1	1	Mempengaruhi distribusi dan keluaran gelembung
Bentuk oriface	10	1	1	Mempengaruhi kecepatan aliran, tekanan diferensial, pola turbulens
Mode fabrikasi	15	1	1	Terkait presisi dan skala produksi
System pemasangan	10	0	1	Efisiensi maintenance dan mobilitas
Total Skor		45	100	

Table 3.2 merupakan perbandingan antara desain peneliti terdahulu dan desain yang di Kembangan pada penelitian ini, ada delapan factor utama yang di gunakan yaitu system buka-tutup, *inlet* air, *mixing chamber*, *inlet* udara, *outlet microbubble*, bentuk *oriface*, biaya produksi, serta system pemasangan.

Dalam hal faktor sistem buka-tutup, penelitian sebelumnya tidak menerapkan mekanisme ini (skor 0), sedangkan desain saat ini telah mengadopsinya (skor 1). Inovasi ini bertujuan untuk mempermudah proses pembersihan dan pemeliharaan *membrane foam*, yang dapat meningkatkan efisiensi produk. *Inlet* masuk air memperoleh skor yang sama (1) pada kedua desain, karena masing-masing dirancang untuk meningkatkan kecepatan cairan melalui prinsip *Venturi* . Dalam *mixing chamber*, Desain sebelumnya tidak mengoptimalkan proses pencampuran udara dan air (skor 0), sedangkan desain terbaru telah diperbaiki dengan konfigurasi ruang pengaduk yang lebih efektif (skor 1) dalam proses buka-tutup. Modifikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi hisap dan kualitas pencampuran udara dan air.

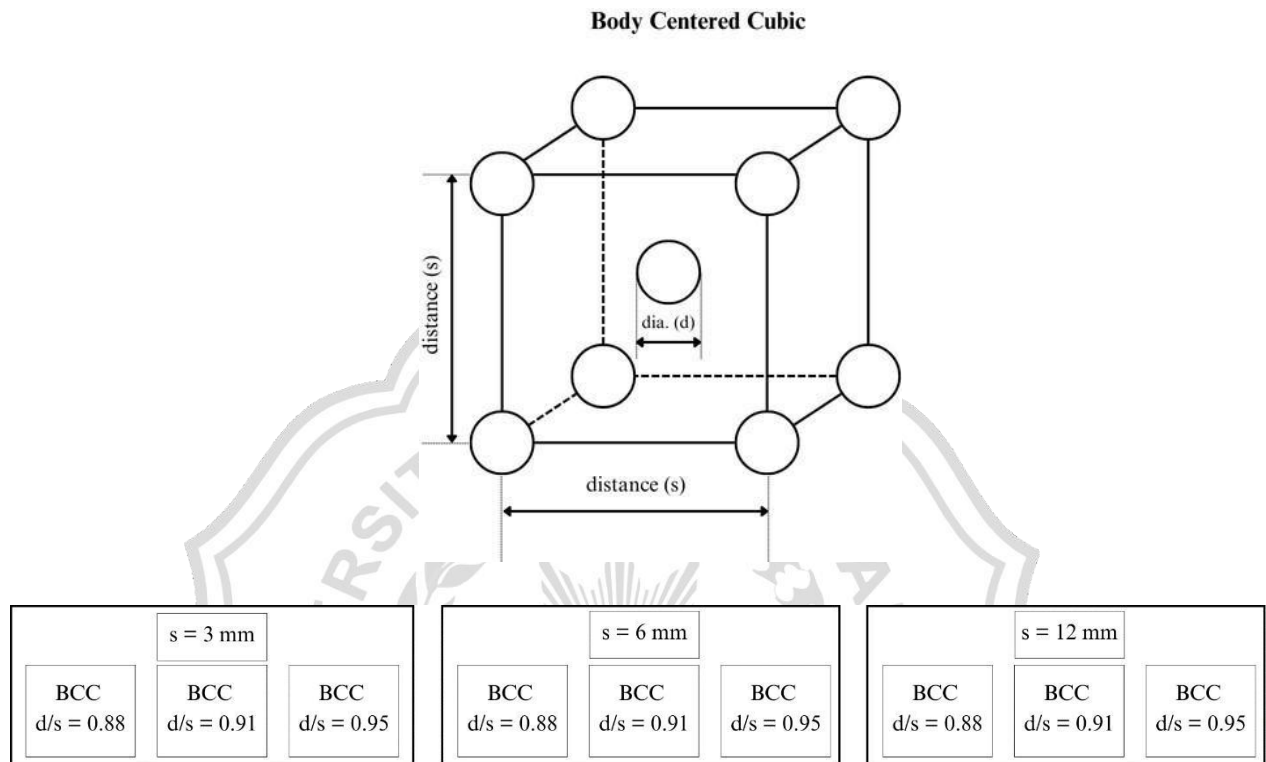
Untuk faktor masuknya udara, desain sebelumnya tidak memiliki sistem pengontrol udara yang optimal (skor 0), sedangkan desain terbaru telah ditingkatkan (skor 1) untuk mempercepat dan memperluas laju aliran gas yang masuk ke ruang campuran serta keunggulan di pergantian *inlet* udara apabila terjadi patah.

Faktor *output mikrobubble* menunjukkan nilai yang sama untuk kedua desain (skor 1), karena keduanya mampu menghasilkan *distribusi* dan *output mikrobubble* yang memadai. Dalam hal bentuk lubang, kedua desain juga menerima skor yang sama (1). Hal ini menunjukkan bahwa baik desain sebelumnya maupun desain saat ini telah mempertimbangkan pengaruh bentuk lubang terhadap laju aliran, perbedaan tekanan, dan pola turbulensi yang dihasilkan. Selain itu, dalam hal biaya produksi, kedua desain menerima skor yang sama (1), karena keduanya menggunakan bahan yang relatif mudah diperoleh dan proses manufaktur yang serupa, dengan perbedaan utama terletak pada tingkat presisi dan skala produksi. Terakhir, terkait faktor sistem pemasangan, desain sebelumnya tidak dirancang untuk pemasangan dan pelepasan yang mudah (skor 0), sedangkan desain saat ini dilengkapi dengan mekanisme pemasangan yang lebih efisien (skor 1), mempermudah proses perawatan dan meningkatkan mobilitas sistem.

Secara keseluruhan, desain terbaru memperoleh total skor 100, sedangkan desain terdahulu hanya mencapai 45, yang ditunjukkan bahwa pengembangan rancangan dengan system buka-tutup dan optimalisasi beberapa komponen utama berhasil meningkatkan kinerja, efisiensi, serta kemudahan perawatan alat *Microbubble generator* tipe *venturi* dengan kombinasi *membran foam open-cell*.

3.4.5 Desain membran foam

Pada tahap ini peneliti menentukan spesimen membran foam yang akan digunakan sekama prosen pengujian, adapun 3 spesimen membran foam yang akan di gunakan sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Variasi desain foam porous membran .

Gambar diatas merupakan distance dan BCC (body centered cubic) untuk di gunakan sebagai 3 spesimen membran foam yang di gunakan peneliti.

- a. Distance : dengan variasi (s = 3mm, 6mm, 8mm).
- b. Body Centered Cubic : dengan rasio (d/s = 0.88 , d/s = 0.91 , d/s = 0.95).

3.5 Desain CAD 3D

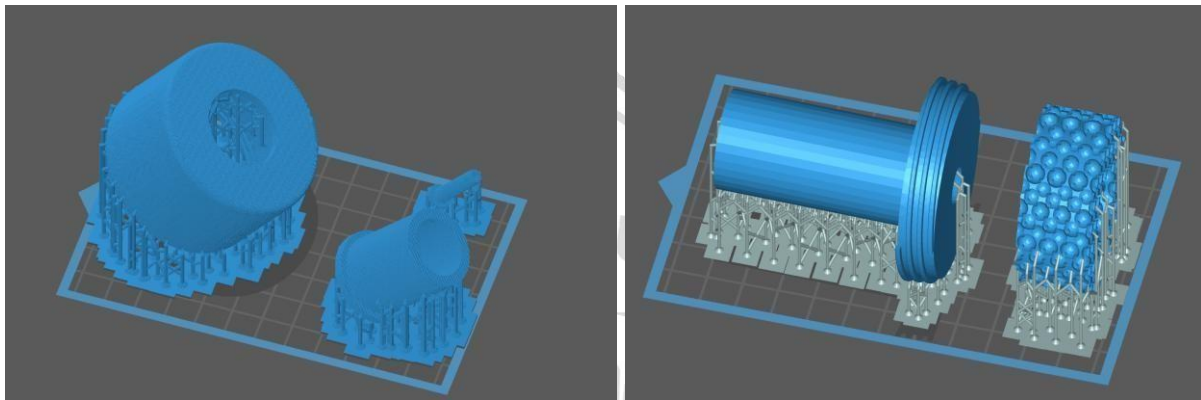
Pada tahap ini peneliti menggunakan CAD untuk membuat desain atau visual objek dalam bentuk digital menggunakan aplikasi inventor, setelah mendesain selesai, unggah file desain tersebut ke printer 3D. Nantinya, printer akan membaca desain tersebut dan mencetaknya hingga mendapatkan desain sesuai dengan gambar 3D.

3.6 STL format

Sebelum melakukan proses tiga dimensi, Langkah pertama desain bentuk, file di ekspor dari file ipt ke stl.

3.7 Chitubox

Proses produksi dimulai dengan pembuatan desain CAD 3D, kemudian dilakukan *slincing* lapisan dengan parameter yang disesuaikan untuk bahan cetak menggunakan aplikasi *chitubox* seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3. 5 *slincing nozzle microbubble generator venturi* konbinasi dengan *membran foam*

Setelah desain CAD 3D dilakukan *slincing* tahap Selanjutnya, semua komponen dicetak menggunakan print er 3D SLA LCD. Produk cetakan 3D memiliki bentuk yang sesuai dengan desain, dengan detail yang memadai dan toleransi dimensi yang tepat. Tahap akhir melibatkan pengangkatan struktur penyangga dan verifikasi ulang dimensi untuk memastikan semua komponen dapat dirakit dengan benar menggunakan *3D print* .

Tahap ini peneliti menggunakan 3D print tipe Print ing SLA dengan sebuah teknologi produksi suatu objek tiga dimensi yang melalui proses layer-by-layer printing. Teknologi tersebut memungkinkan penggunaanya mencetak suatu model digital menjadi sebuah objek fisik yang sama dengan desain aslinya. Mulai dari objek yang mudah hingga objek geometri yang rumit dapat dilakukan dengan 3D print ing. Setelah melakukan cetak 3D peneliti melakukan pembersihan dan pengeringan yang di jelaskan di seperti di bawah ini :

3.7.1 Pembersihan

Setelah proses pencetakan 3D, peneliti melakukan tahap pembersihan dengan cara menghilangkan sisa material yang masih menempel pada hasil cetakan. Pembersihan dilakukan menggunakan larutan *resin IPA (Isopropyl Alcohol)* agar permukaan hasil cetakan menjadi lebih bersih dan siap digunakan pada tahap berikutnya.

3.7.2 Pengeringan

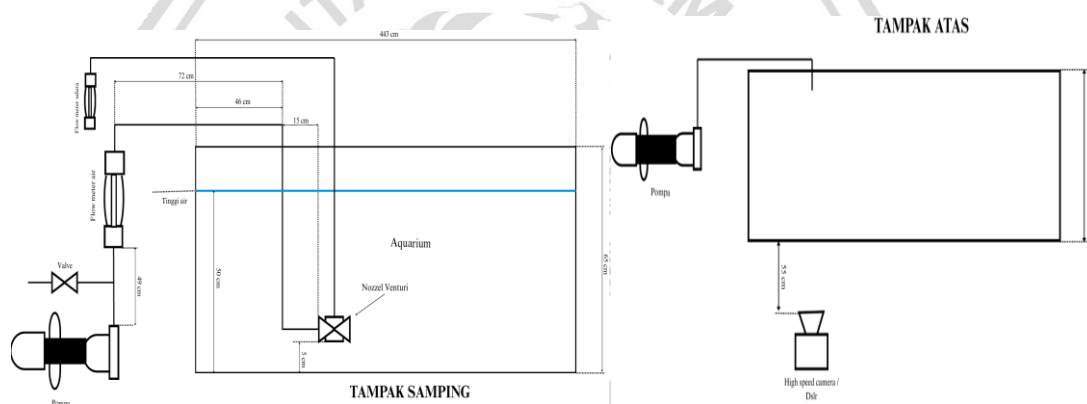
Proses yang dilakukan setelah pembersihan material melakukan proses pengeringan hasil cetakan menggunakan sinar ultraviolet atau paparan sinar matahari langsung. Pengeringan dilakukan untuk memperoleh hasil cetakan yang keras dan kuat.

3.8 Pengujian produk *nozzle venturi*

Pada tahap ini peneliti melakukan simulasi sebaran *Microbubble* dengan merakit *Microbubble generator* di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik, dengan menyiapkan desain skema dan alat yang akan di rakit pada aquarium.

3.8.1 Desain sekema *Microbubble generator*

Pada desain perakitan *Microbubble generator* yang di gunakan pada penelitian ini. Desain yang akan di gunakan peneliti sebagai pedoman dalam proses perakitan dan pengujian *nozzle* adalah seperti gambar di bawah :



Gambar 3. 6 Skema *Microbubble generator*

3.8.2 Perakitan *Microbubble generator*

Pada tahap ini peneliti melakukan proses perakitan dengan desain skema gambar 3.6 *Microbubble generator* (MBG) yang digunakan untuk pengujian. Perakitan di lakukan dengan menggunakan beberapa komponen utama, yaitu :

1. Aquarium ukuran P 443 cm x L260 cm x T 65 cm
2. Pompa tipe morris MFM 130A
3. *Valve*
4. *Flow meter* air
5. *Flow meter* udara
6. Pipa dengan diameter 1 ½

7. Pipa dengan diameter 1
8. Pipa PU dengan 6 mm

3.9 Visual sebaran *Microbubble*

Pengujian ini dilakukan menggunakan rangkaian *microbubble generator* (MBG) tipe *venturi* dengan kombinasi *membran foam* yang ada di laboratorium universitas Muhammadiyah Gresik,

Adapun tahapan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Merangkai *microbubble generator* di akuarium berukuran 443 cm × 260 cm × 65 cm.
2. Menyalakan *inverter* dan mengatur frekuensi 30 HZ.
3. Mengatur debit air air sebesar 50 LPM.
4. Mengatur aliran udara sebesar 1 LPM.
5. Untuk menangkap hasil *microbubble* menggunakan kamera Sony A6000 dan pencahayaan LED Godox.
6. Pengambilan setiap sebaran dengan *membran foam* yang berbeda, dilakukan 5 kali.
7. Menyiapkan Variasi *membran foam* yang digunakan yang memiliki diameter 2.73mm, 2.64mm, 2.85mm, 5.28mm, 5.46mm, 5.70mm, 10.56mm, 10.92mm, dan 11.04mm.
8. Mengulangi tahapan pengambilan data nomor 2 hingga nomor 6 sesuai dengan variasi *membran foam* yang di gunakan.
9. Untuk analisis gambar dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microbubble* untuk memperoleh parameter jarak jauh sebaran *microbubble*, lebar sudut sebaran *microbubble* dan luas area sebaran *microbubble*.

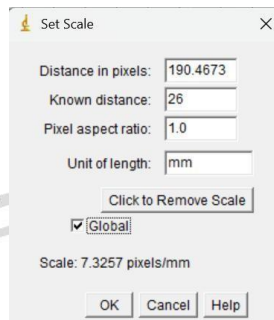
3.10 Analisis data sebaran *Microbubble image*

Analisis hasil kinerja *Microbubble generator* tipe *venturi* dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *Microbubble*. Gambar hasil pengujian yang diperoleh melalui dokumentasi kamera diproses menggunakan *Microbubble* untuk dikonversi menjadi data numerik. Melalui pengolahan ini, dapat diukur parameter-parameter utama seperti jarak sebaran, lebar sebaran, serta jumlah *Microbubble* yang terbentuk. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis secara kuantitatif sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih objektif mengenai performa alat yang diuji.

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microbubble* untuk memperoleh ukuran jauh sebaran *microbubble*, lebar sudut sebaran *membran*, dan luas area sebaran *microbubble* dari gambar yang dihasilkan selama pengujian.

Berikut langkah-langkah analisis data menggunakan aplikasi *image j* :

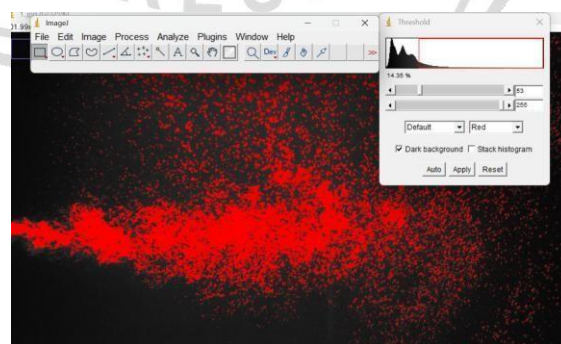
1. File → *Open* → pilih file foto sebaran *microbubble*.
2. Klik *straight* → Klik *Analyze* → *Set Scale*.



Gambar 3. 7 set yang digunakan.

Gambar 3.7 Set yang digunakan seperti di atas, dengan *known distance* 26, *pixel aspect ratio* 1.0 dan *unit of length* mm → klik *global* (untuk satuan yang selanjutnya) dan klik OK.

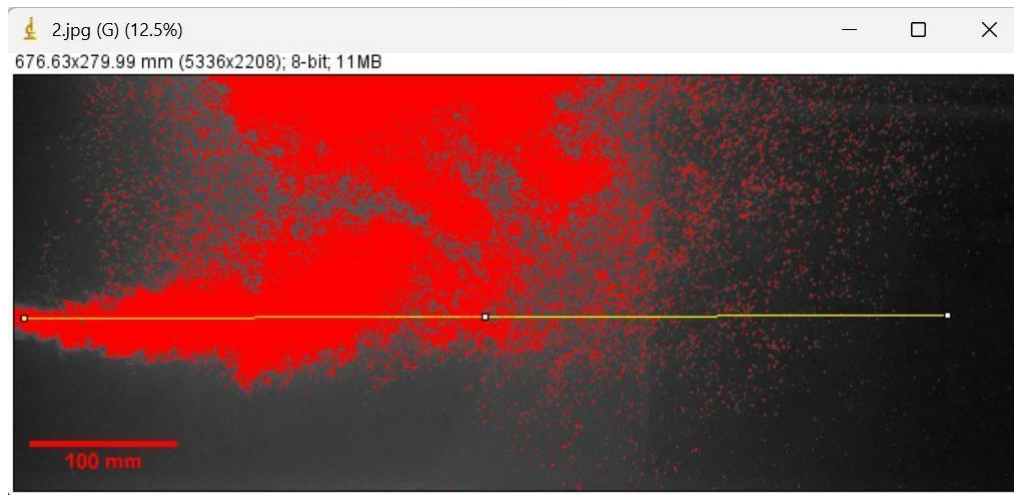
3. Setelah set ukuran di tentukan bisa klik *Rectangular Selection Tool* untuk Sorot area yang akan dianalisis.
4. Selanjutnya klik *Image* → *Crop*.
 - Ubah ke *grayscale*
5. Klik *Image* → *Type* → 8-bit
6. Atur Threshold seperti gambar di bawah ini untuk meperjelas gambar 3.8.



Gambar 3. 8 hasil *threshold*.

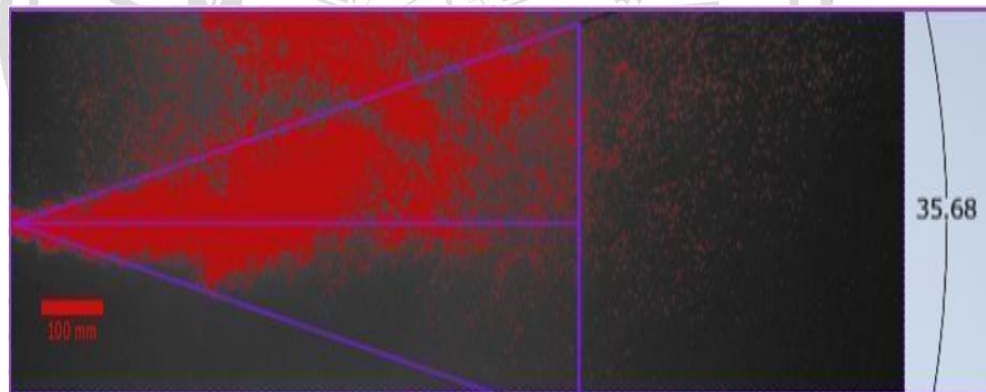
Untuk mengolah data mentah seperti gambar 3,8 klik *Image* → *Adjust* → *Threshold* → Klik *Apply*.

7. Untuk mengambil jarak jauh sebaran klik → Klik *straight* → tarik dari ujung *nozzle* sampai jarak jauh sebaran microbubble (ulangi sampai 5-7 kali untuk mendapatkan data yang akurat), seperti gambar 3.9 di bawah ini.



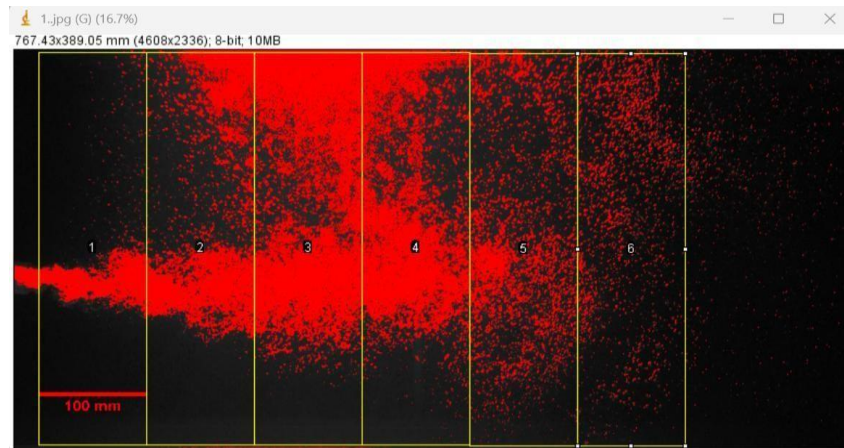
Gambar 3. 9 jarak jauh sebaran.

8. Ulangi untuk mengambil sudut sebaran klik → Klik *straight* → tarik dari sebaran sampai ujung sebaran secara membentuk sudut (ulangi sampai 5-7kali untuk mendapatkan data yang akurat), seperti gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3. 10 jarak sudut sebaran.

9. Ulangi untuk mengambil area sebaran klik → *rectangle* → klik *analyze* → *tools* → *roi manager* → *add* → dan *copy* sampai 6 kali mendapatkan data, seperti gambar 3.11.



Gambar 3. 11 area sebaran.

10. Simpan data yang muncul untuk kemudian di analisis.

3.11 Kesimpulan

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan data dari hasil desain *membrane foam*. Data yang didapatkan kemudian dikelompokkan dan ditata secara sistematis sehingga nantinya data yang tersaji dapat dianalisa dan dijelaskan secara ilmiah. Tahap ini merupakan tahap dimana dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang didapatkan.