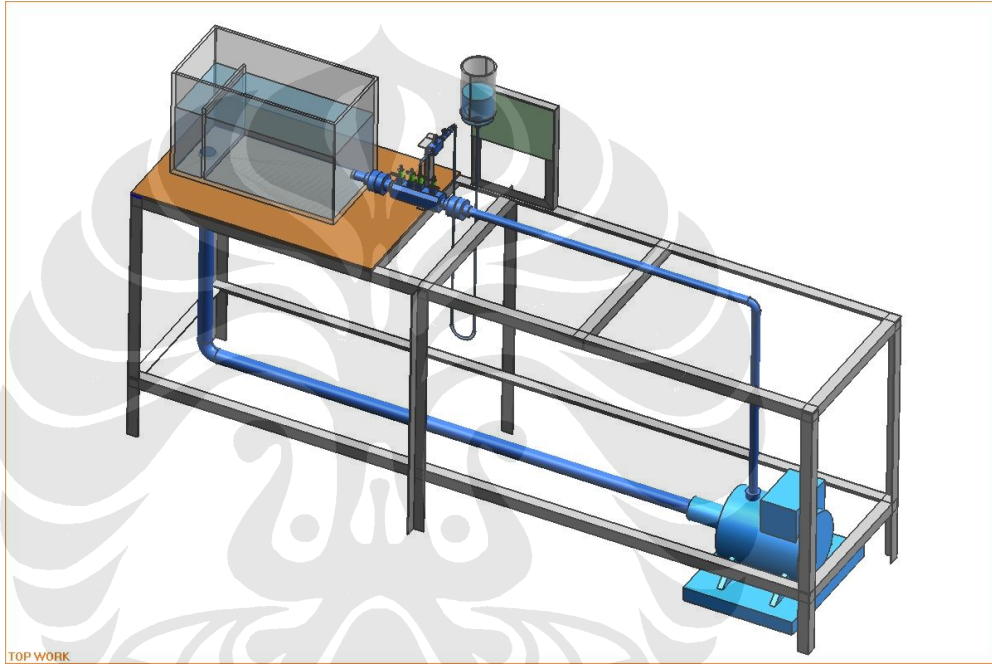


BAB III

SET-UP ALAT UJI

Rangkaian alat penelitian MBG dibuat sebagai waterloop (siklus tertutup) dan menggunakan pompa sebagai penggerak fluida. Pengamatan pembentukan *micro bubble* yang terjadi di daerah *down stream* pada *test section* dilakukan pada bagian bak *acrylic* 60 x 30 x 40 cm.



Gambar 3.1 Diagram Skematik Peralatan Uji *Micro Bubble Generator*

3.1 BAGIAN – BAGIAN MICRO BUBBLE GENERATOR

Komponen-komponen utama dari alat penelitian ini adalah frame, pompa, sistem pemipaan, Inverter, *test section*, bejana berhubungan, tangki (bak) pengamatan dan alat ukur tekanan.

3.1.1 Rangka (*Frame*)

Rangka disusun dari besi profil yang berlubang dengan dimensi 60 x 60 x 3 mm. Material tersebut dipilih karena harganya relatif murah, instalasinya mudah dan cukup rigid untuk menopang konstruksi rangkaian alat MBG.

3.1.2 Pompa

Berfungsi untuk mengalirkan fluida yang digunakan dalam MBG.

Spesifikasi pompa yang digunakan:

Merk : Voss
Debit : 300 liter/menit
Total head : 20,5 m
Output : 400 W
Input : 220 V / 50 Hz / 1 PH
Rpm : 2850 rpm
Diameter pipa : 1.5"

3.1.3 Inverter

Berfungsi untuk mengubah kecepatan putaran motor dari pompa sehingga debit dari pompa dapat divariasikan.

Spesifikasi *inverter* yang digunakan:

Merk : *LS Industrial Systems*
Daya : 0.75 kW (1 HP)
Input : 200-230 V / 1 PH / 9,2 A / 50 Hz
Output : 0-400 Hz / 3 PH / 5 A



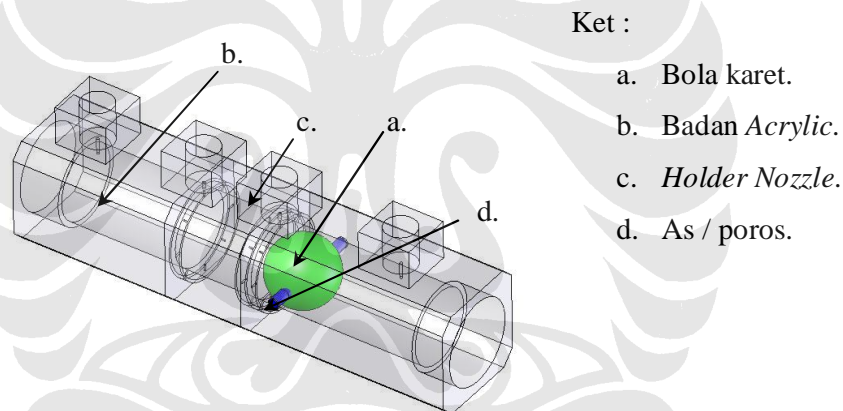
Gambar 3.2 INVERTER

3.1.4 Test Section

Test Section adalah alat yang berfungsi menghasilkan *micro bubble*. *Test Section* terbuat dari bahan Acrylic tembus pandang, dan terdapat 1 (satu) buah bola terpasang didalamnya yang berfungsi untuk menurunkan tekanan aliran air di daerah down stream sampai pada tekanan vakum (dibawah tekanan atmosfer). Jika tekanan di daerah down stream dalam pipa menjadi lebih rendah dibanding tekanan udara luar, maka uadara (gas) dari luar akan terhisap masuk ke dalam pipa melalui lubang disekitar dinding pipa .Udara tersebut akan didispersikan (dipecahkan) dalam ukuran yang lebih kecil akibat dari aliran turbulen yang terjadi.

Dimensi *Test Section* secara umum adalah 220 x 40 x 40 mm, diameter dalam 28mm. Adapun diameter bola adalah 26 mm.

Beberapa bagian dari *Test Section*, antara lain :



Ket :

- a. Bola karet.
- b. Badan Acrylic.
- c. Holder Nozzle.
- d. As / poros.

Gambar 3.3 *Test Section*

Perbandingan ratio antara diameter bola karet (D_1) dengan diameter lubang (D_2) adalah $D_1 = 26$ mm; $D_2 = 28$ mm, $D_2 = 1.08 D_1$. Rasio tersebut cukup untuk mendapatkan *pressure drop* pada bagian *Test Section*, sehingga udara luar dapat secara otomatis terhisap kedalam *Test*

Perhitungan *Pressure Drop* Pada *Test Section*

Berdasarkan persamaan Bernoulli di Bab II, poin 2.3.1 maka nilai *pressure drop* yang diinginkan dapat dihitung secara teoritis.

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} : 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q : 300 \text{ L/min} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s} \text{ [kemampuan pada pompa]}$$

$$\text{Diameter Test Suction (D}_1\text{)} = 0,028 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Bola (D}_2\text{)} = 0,026 \text{ m}$$

$$D_1 > D_2$$

$$Q_1 = A_1 \times V_1$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{0,005}{\frac{\pi}{4} \times (0,028)^2} = 8,12 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$A_2 = \text{Luas Penampang Pipa} - \text{Luas Penampang Bola}$$

$$= \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (0,028^2 - 0,026^2)$$

$$= 8,482 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{A_1 \cdot V_1}{A_2} = \frac{0,00062 \times 8,12}{0,0000848} = 59,367 \text{ m/s}$$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_3} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + Z_2 \text{ (dari persamaan 2.4)}$$

Asumsi $Z_1 = Z_2$; dan $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\frac{P_1}{\rho_1 \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho_2 \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g}$$

$$\frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho_2 \cdot g} - \frac{P_1}{\rho_1 \cdot g}$$

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g}$$

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{20} = \frac{P_2 - P_1}{1000 \cdot 10}$$

$$P_2 - P_1 = \frac{(V_1^2 - V_2^2) \cdot 10000}{20} \quad (\text{dari persamaan 2.5})$$

$$P_2 - P_1 = \frac{(8,12^2 - 59,367^2) \cdot 10000}{20}$$

$$P_2 - P_1 = -1729253,14 \text{ N/m}^2 = -17,2925314 \text{ bar}$$

Jadi dari perhitungan diatas, didapatkan *pressure drop* di *Test Section* sebesar -17,29253 bar.

3.1.5 Bak pengamatan

Bak pengamatan terbuat dari bahan *acrylic* tebal 8 mm, dengan dimensi 600 x 300 x 400 mm, terdapat partisi (sekat) sebagai pembatas antara saluran buang dan tempat pengamatan *micro bubble*.

3.1.6 Fully Develop Area (Area Pengkondisian Aliran)

Pengkondisian aliran pipa bertujuan agar aliran air yang masuk Test Section memiliki profil kecepatan yang hampir seragam (*Fully Develop Area*), atau tidak terkena efek turbulensi dari pompa.

Adapun perhitungan penentuan area pengkondisian aliran, diambil berdasarkan referensi pada Bab II, persamaan 2.3, yaitu :

Penentuan bilangan Reynolds, di mana :

$$R_e = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu} \quad (\text{dari persamaan 2.1})$$

Diketahui :

ρ_{air}	: 1000 kg/m ³
Q	: 300 L/min = 0,005 m ³ /s (kondisi max. kemampuan pompa)
μ	: 7,975 x 10 ⁻⁴ N.s/m ² (untuk kondisi air pada suhu 30 ^o)
D	: 1 inci = 0,0254 m

Maka :

$$Q = A \bar{V}$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{0,005}{\pi \cdot (0,0127)^2} = 9,86 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{1000 \times 9,86 \times 0,0254}{7,975 \times 10^{-4}} = 314036,36$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diketahui bahwa aliran yang keluar dari pompa adalah Turbulen, karena $Re > 4000$.

Setelah diketahui jenis aliran fluida keluaran dari pompa, maka penentuan panjang area pengkondisian aliran dapat ditentukan, yaitu :

$$\frac{\lambda_e}{D} = 4,4 (Re)^{1/6} \quad (\text{dari persamaan 2.3})$$

$$\lambda_e = 4,4 (Re)^{1/6} \times D$$

$$\lambda_e = 4,4 (314036,36)^{1/6} \times 0,0254$$

$$\lambda_e = 0,92 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, area pengkondisian aliran dari pompa menuju *Test Section* adalah 1 m.

Berdasarkan hasil perhitungan, dirancang jarak *Test Section* ke pompa lebih dari 1 m, dengan maksud area pengkondisian aliran dapat tercapai.

3.1.7 Digital Camera

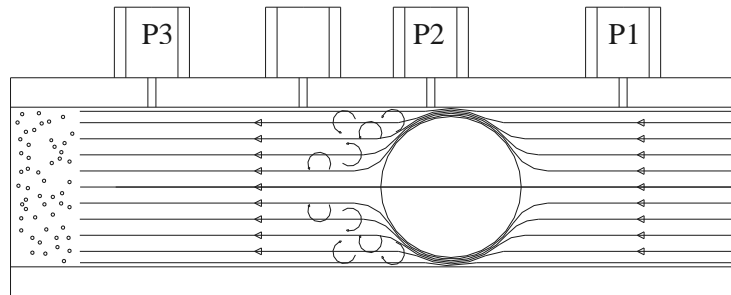
Kamera digital digunakan untuk mengambil gambar dari *micro-bubbles* yang dihasilkan, sedangkan Video digunakan untuk melihat hasil *micro-bubbles* yang terjadi pada tiap-tiap percobaan. Adapun Kamera yang digunakan adalah SONY DSC-H7 8 megapixel.

3.1.8 Tambahan (*peripheral*)

Peralatan tambahan adalah 3 buah lampu pijar 100 Watt yang digunakan untuk membantu proses pencahayaan pada saat pengambilan gambar. Alat tambahan lainnya adalah kertas HVS putih untuk membantu mengisolasi daerah pengamatan yang akan digunakan untuk visualisasi gelembung.

3.1.9 Alat Ukur Tekanan Pada *Test Section*

Pengukuran tekanan pada test section dilakukan di tiga titik yaitu titik P1, P2 dan P3 seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.4 Skema Pengukuran Tekanan

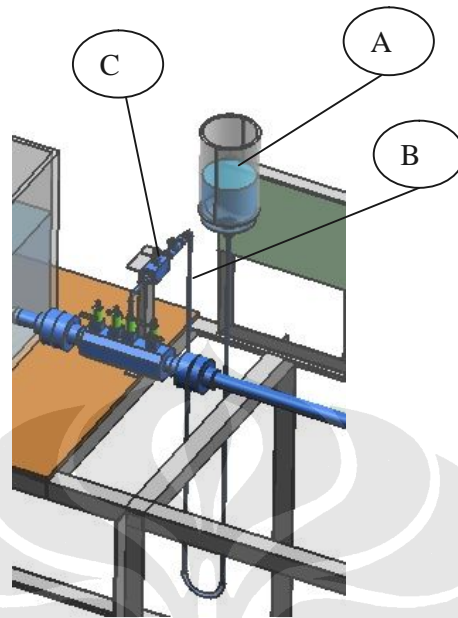
Pengukuran pada titik P1 menggunakan Pressure Gauge, dimana pada titik ini diukur tekanan air sebelum melalui bola.

Pengukuran pada titik P2 menggunakan manometer raksa, dimana pada titik ini diukur tekanan vakum yang terjadi diarea setelah puncak bola.

Pengukuran pada titik P3 menggunakan manometer raksa, dimana pada titik ini diukur tekanan air pada ujung akhir Test Section

3.1.10 Alat Bantu Pengukuran Debit Udara Terhisap

Untuk mengukur besarnya debit Udara (Q_g) yang terhisap digunakan alat bantu berupa rangkaian chamber dan pipa plastik transparan berisi air dengan udara yang terjebak dalam selang tersebut, seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Keterangan :

A. Chamber

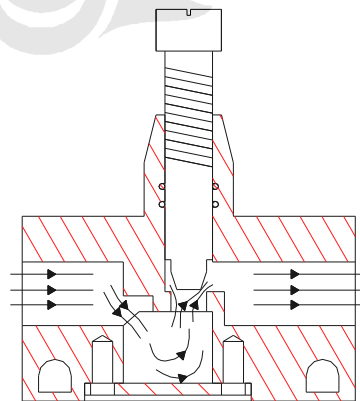
**B. Selang air dengan
udara terjebak**

C. Hand Valve

Gambar 3.5 rangkaian alat ukur debit udara

Saat udara dalam pipa terhisap masuk dalam test section, air dalam pipa akan bergerak mengisi ruang kosong yang ditinggalkan udara (gas). Pergerakan air ini diukur kecepatannya menggunakan stopwatch pada suatu jarak tertentu untuk mendapatkan data debit yang dianggap mewakili debit udara (gas) yang terhisap.

Sebuah Hand Valve (seperti gambar di bawah) digunakan untuk memvariasikan debit udara yang masuk.



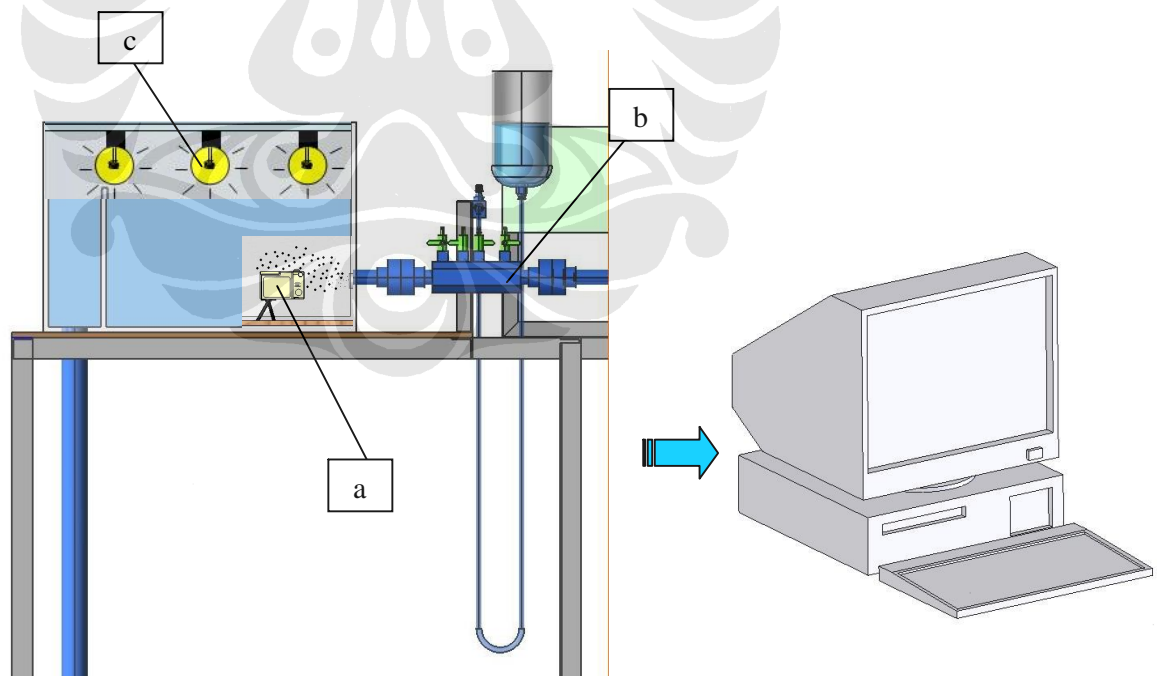
Gambar 3.6 Hand Valve

3.1.11 SKEMA PENGAMBILAN GAMBAR *MICRO-BUBBLES*

Pengambilan gambar *micro-bubbles* pada tangki pengamatan, dilakukan dengan cara, yaitu :

1. Setting kamera digital SONY DSC-H7 (8 megapixels) pada jarak ± 5 mm dari tangki pengamatan.
2. Bagian belakang tangki ditutup dengan kertas putih. Kertas tersebut membantu proses pengamatan gelembung yang dihasilkan dari *test section*.
3. Proses penerangan menggunakan 3 buah lampu pijar 100 Watt. Lampu dipasang pada bagian atas tangki pengamatan. Hal tersebut diharapkan dapat memberikan cahaya yang cukup untuk menangkap *micro-bubbles*.
4. Gambar yang ditangkap oleh kamera, kemudian diolah menggunakan image processor *ImageJ*.

Berikut adalah skema pengambilan gambar *micro-bubbles* pada tangki pengamatan, seperti dibawah ini :



Gambar 3.7 Skema Pengambilan Gambar *Micro-bubbles*.

Ket :

- a. Kamera *Digital* SONY DSC-H7
- b. *Test Section*.
- c. 3 buah Lampu Pijar 100 Watt.
- d. Kertas putih.
- e. Image Processor menggunakan ImageJ.

