

Rancang Bangun Alat Uji Komposisi Massa Pada Logam Paduan Berdasarkan Prinsip Gaya Angkat Fluida

Agus Slamet, Amrul
Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang
Email: agussmg2002@yahoo.com

Abstrak

Spectro Analyser merupakan alat uji komposisi yang sangat presisi dan harganya sangat mahal, maka diperlukan alat uji komposisi yang lebih sederhana dan murah tapi dapat berfungsi sebagai alat uji komposisi logam paduan yang terdiri dua unsur saja.

Prinsip kerja dari rancang bangun Alat Uji Komposisi Massa ini adalah berdasarkan benda terbenam atau terapung pada permukaan fluida cair maka gaya yang bekerja pada benda tersebut terjadi karena tekanan fluida cair atau disebut sebagai gaya angkat (buoyancy).

Pengujian ini akan mendapatkan data dari alat uji adalah volume air yang dipindahkan atau volume bahan uji dan massa bahan uji saat di dalam fluida sebagai representasi dari resultan gaya.

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dari perancangan dan pembuatan alat, kemudian dilanjutkan dengan pengujian, pengambilan data dengan cara mencelupkan bahan uji ke dalam fluida pada gelas ukur. Bahan uji yang digunakan mengandung dua unsur yaitu aluminium (Al) dan zink (Zn) dengan komposisi massa Bahan uji A : 76,35% Al ; 23,65% Zn, bahan uji B : 73,42% Al ; 26,58% Zn dan bahan uji C: 83,38% Al ; 16,62% Zn. Dari hasil pengukuran dihitung ketidakpastian hasil pengukuran dari alat uji.

Hasil pengujian dan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa Alat uji komposisi massa dapat berfungsi untuk mengukur logam paduan dua unsur dengan luaran massa bahan uji sebelum maupun saat di dalam fluida (air) dan volume air yang dipindahkan atau volume bahan uji.

Dari ketiga bahan uji menghasilkan perbedaan nilai komposisi massa dibandingkan dengan nilai yang sudah ditentukan. Nilai perbedaan untuk bahan uji A, B dan C berturut-turut 3,31%, 5,10% dan 4,96%, sedangkan alat uji ini mempunyai ketidakpastian hasil pengukurannya sebesar 3,33%.

Kata kunci : komposisi, massa, volume

Abstract

The Spectro Analyzer is a very accurate and expensive test device, therefore it needs a more simple and cheaper composition test device which able to function as an alloy composition test device that only consist of two elements.

The principal work of this engineering of Mass Composition Test device is based to the sinking or floating object on the liquid fluid's surface, therefore the force acting on it due to liquid pressure is termed buoyancy.

From this test, the data that would be appeared in the device is the water volume that is transferred or the volume or the mass of the test material inside the fluid as a representation of resultant force. The research method begins from designing and device making, then followed by the test and data taking by immersed in the test material to the fluid in the maat glass. The test material consists of two elements, they are Aluminium (Al) and Zinc (Zn) with mass composition of Test Material A : 76,35% Al ; 23,65% Zn, Test Material B: 73,42% Al ; 26,58% Zn, and Test Material C: 83,38% Al ; 16,62% Zn. From the result of the calculation, it is estimate the uncertainty of the calculation result of the test device.

From the test result and obtained data, it is known that Mass Composition Test device is able to measure metal with two mixture elements with the test material's outcome of mass before or when in the fluid and the water volume that is transferred or the test material's volume.

From the third test materials result the different of mass composition value compares with the specified value, the different value for test materials A, B, and C are 3.31%, 5,10% and 4,96%, this test device has an uncertainty result in measurement result about 3,33%.

Key words : composition, mass, volume.

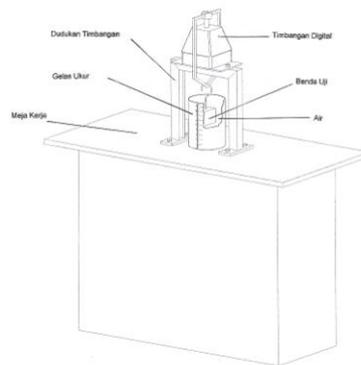
I. PENDAHULUAN

Laboratorium Bahan pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang merupakan salah satu laboratorium yang seharusnya dapat melakukan uji komposisi massa yaitu untuk mengetahui prosentase komposisi massa suatu bahan terutama untuk bahan logam paduan.

Alat uji komposisi bahan disebut Spectro Analyser cara kerjanya yaitu berdasarkan intensitas gelombang warna masing-masing unsur pepadu dari logam paduan maka akan diketahui prosentase komposisi pada bahan uji tersebut. Spectro Analyser menggunakan teknologi tinggi dan harganya sampai ratusan juta rupiah

,dengan kondisi terbatasnya anggaran pendidikan tinggi di Indonesia nampaknya akan sulit Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang untuk mendapatkan alat ini.

Berdasarkan kendala tersebut maka diperlukan pembuatan suatu alat uji komposisi logam paduan yang terdiri dari dua unsur yang lebih sederhana dan murah tapi dapat digunakan oleh mahasiswa sehingga mampu memberikan keterampilan pemilihan dan uji bahan terutama dalam hal menentukan prosentase komposisi massanya Untuk mencapai hal tersebut perlu diteliti ketelitian dan nilai ketidakpastian hasil pengukuran alat uji komposisi ini.



Gambar 1 : Rancangan Alat Uji Komposisi Massa Pada Logam Paduan Berdasarkan Prinsip Gaya Angkat Fluida

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gaya Angkat (Bouyancy)

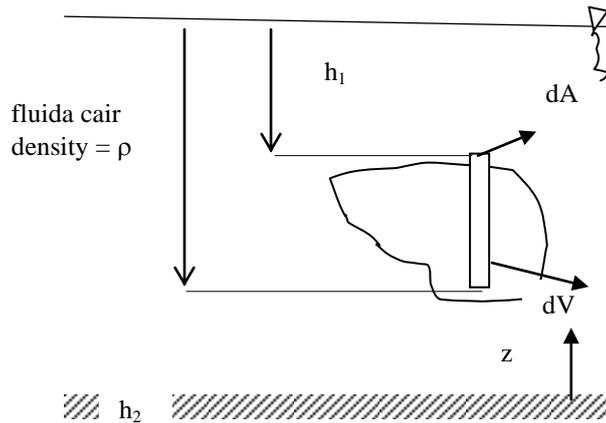
Jika suatu benda terbenam atau terapung pada permukaan fluida cair maka gaya yang bekerja pada benda tersebut terjadi karena tekanan fluida cair atau disebut sebagai gaya angkat /*bouyancy*. (Philip M Gerhart, Richard J Gross, 1995)

$$\frac{dp}{dh} = \rho g$$

Diintegrasikan dengan ρ konstan maka :

$$p = p_0 + \rho g h$$

Gaya vertikal pada benda terjadi karena tekanan hidrostatis dapat ditentukan sebagai berikut :



Gaya vertikal netto pada elemen menjadi :

$$dF_z = (p_0 + \rho gh_2) dA - (p_0 + \rho gh_1) dA = \rho g (h_2 - h_1) dA$$

sedangkan $(h_2 - h_1) dA = dV$ yaitu volume dari elemen sehingga :

$$F_z = \int_v dF_z = \int_v \rho g dV = \rho g V \quad (\text{Victor L Streeter, 1981})$$

Jadi gaya vertikal netto atau gaya angkat dari benda sama dengan gaya gravity pada fluida yang dipindahkan oleh benda berdasarkan hukum Archimedes.

F_z = gaya angkat

V = volume benda

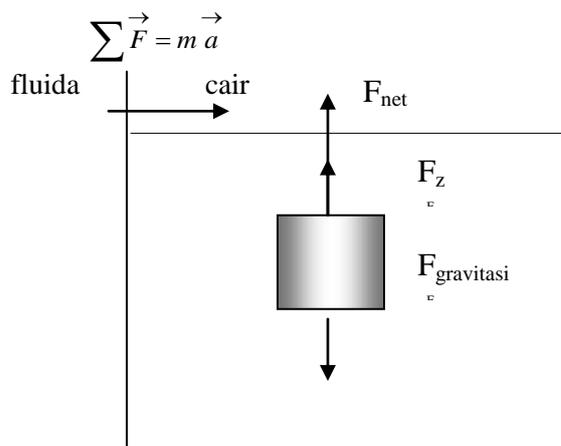
ρ = density atau massa jenis fluida cair

g = percepatan gravitasi.

2.2 Kestimbangan Gaya

Bila suatu benda terbenam di dalam fluida cair dan dalam keadaan diam pada posisi tertentu, maka pada benda tersebut mencapai kesetimbangan mekanik atau terjadi kesetimbangan gaya. (Fox & McDonald, 1996)

Penggunaan Hukum Kedua Newton untuk suatu benda yang mempunyai massa m secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut :



Dengan menggunakan Hukum Kedua

Newton maka kesetimbangan gaya yang terjadi pada benda yang terbenam pada fluida cair dengan massa jenis ρ dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

Bila benda dalam keadaan setimbang atau diam maka $\vec{a} = 0$, sedangkan Gaya Angkat = $F_z = \rho g V$; dan $F_{\text{gravitasi}} = \rho_{\text{benda}} g V$

Kesetimbangan gaya dapat ditulis menjadi :

$$F_{\text{net}} - F_{\text{gravitasi}} + F_z = 0$$

$$F_{\text{gravitasi}} = F_{\text{net}} + \rho g V = \rho_{\text{benda}} g V$$

$$\rho_{\text{benda}} = \rho + \frac{F_{\text{net}}}{gV} \quad \text{atau} \quad \rho_{\text{benda}} = \rho_{H_2O} + \frac{m_a}{V}$$

2.3 Kesetimbangan Massa

Jika benda tersebut merupakan campuran dari dua unsur yang mempunyai massa m_1 dan massa m_2 ,maka kesetimbangan massa benda dapat dituliskan menjadi :

$$m_{\text{benda}} = m_1 + m_2$$

jika kesetimbangan massa ditulis dalam bentuk satuan volume maka :

$$V_{\text{benda}} = V_1 + V_2$$

$$\text{sedangkan } V = m / \rho$$

Jadi kesetimbangan massa juga dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{m_{\text{benda}}}{\rho_{\text{benda}}} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$m_2 = m_{\text{benda}} - m_1 \text{ sehingga ;}$$

$$\frac{m_{\text{benda}}}{\rho_{\text{benda}}} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{(m_{\text{benda}} - m_1)}{\rho_2}$$

$$m_1 \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) = m_{\text{benda}} \left(\frac{1}{\rho_{\text{benda}}} - \frac{1}{\rho_2} \right)$$

Jadi untuk menentukan massa unsur dari benda paduan adalah :

$$m_1 = m_{\text{benda}} \left\{ \frac{\left(\frac{1}{\rho_{\text{benda}}} - \frac{1}{\rho_2} \right)}{\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right)} \right\} = m_b \left[\frac{\frac{1}{\rho_{H_2O} + \frac{m_a}{V}} - \frac{1}{\rho_2}}{\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right)} \right]$$

2.4 Analisis Ketidakpastian (J.P. Holman , W.J. Gajda, Jr.,1984)

Suatu metode yang teliti untuk memprediksikan ketidakpastian suatu hasil dari percobaan/eksperimen yang dikemukakan oleh Kline dan McClintock. Metode ini berdasarkan dari spesifikasi dari ketidakpastian dalam berbagai pengukuran primer percobaan. Misalnya hasil bacaan dari suatu pengukuran tekanan menunjukkan $p = 100 \text{ kN/m}^2 \pm 1 \text{ kN/m}^2$, maka tanda \pm menunjukkan ketidakpastian angka pengukuran. Untuk memberikan spesifikasi ketidakpastian yang lebih baik dari suatu pengukuran maka disarankan palaku eksperimen menyatakan kemungkinan ketidakpastian tersebut. Bila seperangkat hasil pengukuran dilakukan dengan ketidakpastian masing-masing pengukuran dapat dinyatakan dengan kemungkinan yang sama digunakan untuk menghitung hasil eksperimen yang dikehendaki, maka untuk menaksir ketidakpastian hasil perhitungan berdasarkan ketidakpastian dalam pengukuran-pengukuran primer bergantung pada nilai M.

Nilai M ialah suatu fungsi dari variabel bebas/independen x_1, x_2, \dots, x_n , atau dapat ditulis $M = M (x_1 , x_2 , \dots , x_n)$, x merupakan variabel independen.

Menentukan ketidakpastian hasil pengukuran Alat Uji (w_M) adalah :

$$w_M = \left[\left(\frac{\partial M}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial M}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2}$$

w merupakan ketidakpastian dari variabel independen.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat alat uji komposisi massa logam paduan berdasarkan prinsip gaya angkat fluida sehingga dapat diketahui komposisi massa masing-masing unsur pada suatu logam paduan. Alat ini dapat digunakan sebagai alat uji di Laboratorium Bahan.

Keluaran atau data yang dapat dibaca dari alat ini adalah volume air yang dipindahkan dalam satuan ml dan resultan gaya yang ditampilkan oleh alat ukur dalam satuan massa (gram). Untuk mendapatkan komposisi massa masing-masing unsur diperlukan perhitungan aritmatik sederhana.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memecahkan masalah untuk dapat menguji komposisi massa pada logam paduan yang terdiri dari dua unsur tanpa harus menggunakan alat Spectro Analyzer yang harganya relatif mahal.

IV. METODE PENELITIAN

4.1 Pengambilan dan Pengolahan Data

Untuk mendapatkan data awal dan data pengujian model seperti tersebut di atas perlu dilakukan tahapan sebagai berikut :

a. Observasi Awal

Observasi awal dilakukan terutama untuk mendapatkan jenis gelas ukur dan timbangan massa yang akan digunakan sebagai komponen utama pada alat uji komposisi sehingga akan diketahui ketelitian masing-masing alat ukur.

b. Perancangan dan Pembuatan Alat

Alat uji komposisi massa logam paduan mempunyai 4 komponen utama yang harus dirancang dan dibuat atau dipilih sesuai dengan fungsinya . Komponen-komponen tersebut adalah :

1. Timbangan massa digital digunakan untuk mengukur massa benda uji dan massa benda uji yang tercelup di dalam air sebagai representasi dari gaya netto dirancang dan dipilih mempunyai ketelitian 0,01 gram.
2. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air yang dipindahkan dirancang dan dipilih mempunyai ketelitian 1 ml.
3. Dudukan timbangan massa digital dirancang dan dibuat untuk meletakkan timbangan sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk melakukan pengukuran massa.
4. Meja Kerja/Uji dibuat dan dirancang untuk meletakkan dan mengikat dudukan timbangan massa digital dan untuk meletakkan gelas ukur, juga sebagai tempat aktivitas pengujian komposisi dilakukan.

c. Pengujian Alat

1) Parameter Pengujian

Parameter pengujian digunakan untuk benda uji logam yang hanya mempunyai komposisi terdiri dari dua unsur yang unsurnya sudah diketahui. Data-data yang didapatkan dari pengujian ini adalah massa benda uji m_{benda} , volume air yang dipindahkan V dan massa benda uji saat tercelup di dalam air m_a sebagai representasi dari gaya netto F_{net} .

2) Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian alat

uji sebagai berikut :

- Persiapkan alat uji terutama alat ukur massa untuk mengukur gaya netto harus dalam posisi nol dan permukaan air pada gelas ukur harus tepat pada garis skala ukur yang mudah terbaca.
- Bahan uji logam paduan yang terdiri dari dua jenis unsur dominan yang sudah diketahui dimasukkan ke dalam

gelas ukur yang berisi air sampai tercelup semuanya pada posisi di atas dasar gelas ukur.

- Baca kenaikan permukaan air di dalam gelas ukur sebagai volume air yang dipindahkan oleh bahan uji.
- Baca besarnya massa pada timbangan digital sebagai presentasi gaya netto.
- Tentukan massa masing-masing unsur dengan menggunakan hasil pengukuran alat uji dengan perhitungan aritmatik yang ada,
- Langkah tersebut di atas diulang minimal lima kali untuk setiap bahan uji yang berbeda

d. Analisis Hasil Pengujian

Tahapan ini sasaran yang hendak dicapai adalah menentukan *ketidakpastian hasil pengukuran oleh Alat Uji*. Untuk menentukan ketidakpastian dalam hal hasil-hasil eksperimental yang berkaitan dengan alat uji yang berhubungan nilai numerik pengukuran mengacu pada yang dilakukan oleh Kline dan McClintock.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENELITIAN

Ditentukan timbangan massa digital kapasitas 3 kg dengan ketelitian ± 0.01 grm, sedangkan untuk mengukur volume air yang dipindahkan atau volume benda uji adalah gelas ukur kapasitas 0.25 liter dengan ketelitian ± 1 ml. Pertimbangan pemilihan alat ukur ini berdasarkan tersedianya di pasaran dan harga yang sesuai dengan anggaran penelitian tetapi mempunyai kemampuan atau keluaran data yang memadai untuk mencapai tujuan penelitian.

5.1.1 Perancangan dan Pembuatan Alat

Berdasarkan dimensi dari timbangan dan gelas ukur yang sudah dipilih, maka dilakukan perancangan dudukan timbangan untuk meletakkan timbangan digital sehingga mudah dibaca hasil pengukurannya. Perancangan Meja Uji/kerja sebagai tempat dudukan timbangan juga digunakan untuk meletakkan atau memposisikan gelas ukur agar mudah dibaca hasil pengukuran volumenya, sehingga menghasilkan rancangan dudukan timbangan dan meja uji menjadi kompak. Bahan untuk rancangan tersebut diantaranya besi profil siku, plat s37 dan dilakukan pengecatan.



Gambar 2 : Rancang Bangun Alat Uji Komposisi Massa Pada Logam

5.1.2 Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Untuk melakukan tahapan pengujian alat uji yang perlu disediakan atau dibuat adalah bahan benda uji yang terbuat dari campuran dua logam yang jenis dan

perbandingan komposisi massa sudah ditentukan.

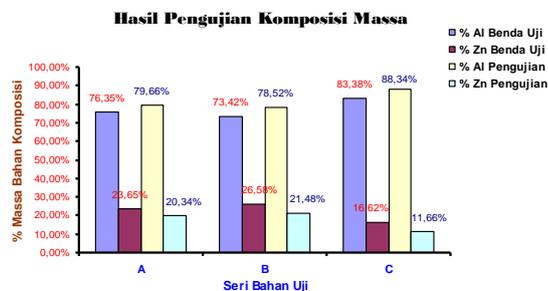
Adapun spesifikasi bahan uji yang terbuat dari aluminium (Al) dan zink (Zn) ditentukan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 : Komposisi Massa Pada Bahan Uji

Bahan Uji	Komposisi Massa Benda Uji	Massa Bahan Uji
-----------	---------------------------	-----------------

		(m_b)	
A	Al	76,35 %	56,08 gr
	Zn	23,65 %	
B	Al	73,42 %	75,21 gr
	Zn	26,58 %	
C	Al	83,38 %	131,64 gr
	Zn	16,62 %	

Pengambilan data dilakukan sesuai dengan langkah pengujian tersebut di atas. Setiap Bahan uji dilakukan pengujian dan pengukuran sebanyak lima kali dengan berurutan. Hasil pengujian untuk ketiga bahan uji A,B dan C didapatkan nilai pengukuran seperti pada gambar berikut :



Gambar 3 : Grafik Perbandingan Komposisi Massa Hasil Pengujian

5.2 PEMBAHASAN

5.2.1 Unjuk Kerja Alat Uji Komposisi Massa

Dimensi-dimensi alat uji komposisi massa yang sudah dirancang dan dibuat telah dapat menghasil luaran berupa besaran massa bahan uji saat di dalam fluida cair/air sebagai representasi dari resultan gaya (m_a) dalam satuan gram, massa bahan uji sebelum dimasukkan ke fluida (m_b) dalam satuan gram ,dan volume fluida yang dipindahkan atau volume benda uji (V) dalam satuan ml.

Besaran satuan massa tersebut saat pengujian dapat langsung dibaca pada komponen alat uji yaitu timbangan digital dengan ketelitian 0.01 gram, sedangkan besaran satuan volume juga dapat langsung dibaca pada komponen alat uji berupa gelas ukur dengan ketelitian 1ml.

5.2.2 Hasil Pengujian Komposisi Massa

Berdasarkan dari pengujian dan perhitungan untuk ketiga Bahan uji A,B dan C yang didapatkan dengan menggunakan Alat Uji Komposisi Massa, maka hasilnya dapat dibandingkan dengan komposisi massa dari masing-masing bahan uji yang nilainya telah ditentukan seperti grafik pada Gambar 3.

Pada grafik perbandingan komposisi massa hasil pengujian bahan uji A,B dan C terlihat bahwa hasil pengujian komposisi massa nilainya tidak sama dengan komposisi massa yang telah ditentukan pada bahan uji. Perbedaan nilai yang terjadi untuk masing-masing bahan uji dapat dilihat pada Tabel 2 .

Tabel 2 : Perbedaan Hasil Pengujian Bahan Uji

Bahan Uji		Komposisi Massa Benda Uji	Pengukuran Komposisi Massa Benda Uji	Perbedaan
A	Al	76,35 %	79,66 %	3,31 %
	Zn	23,65 %	20,34 %	
B	Al	73,42 %	78,52 %	5,10 %
	Zn	26,58 %	21,48 %	
C	Al	83,38 %	88,34 %	4,96 %
	Zn	16,62 %	11,66 %	

Perbedaan nilai hasil pengukuran pada Tabel 2 untuk ketiga bahan uji tidak ada yang sama dapat diindikasikan bahwa ada kemungkinan nilai komposisi massa dari bahan uji yang telah ditentukan sebenarnya nilainya tidak sebesar pada Tabel 1. Analisis ini berdasarkan pada ketiga bahan uji seperti pada Tabel 1 komposisi massanya setelah dilakukan pengecoran belum diuji dengan menggunakan Spectro Analyser, sehingga tidak menutup kemungkinan komposisi massanya tidak seperti tersebut di atas atau bahkan mungkin ada unsur logam lain cukup signifikan massa ikut tercampur di dalam bahan uji.

5.2.3 Ketidakpastian Hasil Pengukuran Alat Uji

Komponen utama dari Alat Uji Komposisi Massa yang luarannya sebagai data dari pengujian adalah timbangan massa digital ,yang digunakan untuk mengukur massa bahan uji terutama saat bahan uji berada di dalam fluida, dan gelas ukur. Nilai hasil pengukuran yang dihasilkan oleh kedua komponen ini merupakan variabel utama untuk menghitung komposisi massa dari bahan uji yang hasilnya adalah sebagai luaran dari Alat Uji Komposisi Massa ini.

Disebabkan oleh adanya batasan ketelitian alat ukur yang digunakan dan

pengulangan pembacaannya pada Alat Uji Komposisi Massa ini, maka ketidakpastian hasil pengukuran alat ini dapat diketahui dengan yang telah dilakukan oleh Kline dan McClintock.

Persamaan untuk menghitung massa adalah:

$$m_I = m_b \left[\frac{\frac{1}{\rho_{H_2O}} - \frac{1}{\rho_2}}{\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}} \right]$$

Menentukan ketidakpastian hasil pengukuran Alat Uji (w_M) adalah :

$$w_M = \left[\left(\frac{\partial M}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial M}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2}$$

w merupakan ketidakpastian dari variabel independen. $M = m_I$; $x_1 = m_b$; $x_2 = m_a$; $x_3 = V$, sehingga dengan menggunakan data pengukuran bahan uji A dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\frac{\partial M}{\partial x_1} = \frac{dm_1}{dm_b} = \left[\frac{\frac{1}{\rho_{H_2O} + \frac{m_a}{V}} - \frac{1}{\rho_2}}{\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right)} \right]$$

$$\frac{\partial M}{\partial x_1} = \frac{dm_1}{dm_b} = 0,796$$

$$\frac{\partial M}{\partial x_2} = \frac{dm_1}{dm_a} = \frac{1}{V} \frac{m_b \left(\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_1} \right)}{\left[\left(\rho_{H_2O} + \frac{m_a}{V} \right) \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \right]^2}$$

dengan cara yang sama didapat $\frac{\partial M}{\partial x_2} = \frac{dm_1}{dm_a} = -1,416$

$$\frac{\partial M}{\partial x_3} = \frac{dm_1}{dV} = \frac{m_a m_b \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right)}{V^2 \left[\left(\rho_{H_2O} + \frac{m_a}{V} \right) \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \right]^2}$$

juga akan didapat $\frac{\partial M}{\partial x_3} = \frac{dm_1}{dV} = 2,976$

Dari data pengukuran didapat $w_{mb} = 0,01 \text{ gr}$; $w_{ma} = 0,02 \text{ gr}$ dan $w_v = 0,5 \text{ ml}$

Jadi ketidakpastian pengukuran Alat Uji adalah:

$$w_{ml} = [(0,796)^2(0,01)^2 + (1,416)^2(0,02)^2 + (2,976)^2(0,5)^2]^{1/2} = 1,488 \text{ gr atau } 3,33 \%$$

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengambilan data serta pembahasannya maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang bangun Alat Uji Komposisi Massa dapat berfungsi untuk mengukur logam dengan paduan dua unsur dengan luaran massa bahan uji sebelum maupun saat di dalam fluida (air) sebagai representasi resultan gaya dan volume air yang dipindahkan atau volume bahan uji.
2. Perhitungan komposisi massa dari hasil pengujian dari ketiga bahan uji menghasilkan perbedaan nilai komposisi massa dibandingkan dengan nilai yang sudah ditentukan. Nilai perbedaan untuk bahan uji A, B dan C berturut-turut 3,31%, 5,10% dan 4,96%.
3. Analisis perbedaan nilai hasil dari pengukuran disebabkan komposisi massa bahan uji belum diuji kebenarannya

nilainya dengan *Spectro Analyser*. Analisis ini didukung data nilai perbedaan komposisi massa dari ketiga bahan uji yang tidak seragam.

4. Rancang bangun alat uji ini mempunyai ketidakpastian hasil pengukurannya sebesar 3,33%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fox & McDonald, 1996, *Introduction To Fluid Mechanics*, John Wiley & Son, New York.
2. J.P. Holman, W.J. Gajda, Jr., 1984, *Experimental Methods For Engineers*, 4th, McGraw-Hill Book, Inc, Singapore.
3. Philip M Gerhart, Richard J Gross, 1995, *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 3rd, Addison - Wesley Publishing Company, Tokyo
4. Victor L Streeter, 1981, *Fluid Mechanics*, McGraw-Hill, Singapor