

Pengaruh Kapasitas dan Waktu Pemanasan Terhadap Analisa Perhitungan Kalor Peleburan Es

Boni Junita¹, Ambo Intang¹, Ali Sucipto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tamansiswa, Palembang

Email: bonijunita21@gmail.com, ambo.intang@gmail.com

ABSTRAK

Kalor merupakan energi yang dapat disimpan dalam bentuk kalor sensibel dan kalor laten. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap pengaruh waktu pemanasan dan kapasitas media atau benda penerima panas terhadap kalor sensibel dan kalor laten selama proses peleburan es. Bahan yang digunakan adalah es dengan variasi komposisi 100 gr, 200 gr, 300 gr, 400 gr dan 500 gr. Pada proses peleburan es ada variasi waktu yaitu 30 detik, 60 detik, 90 detik, dan 120 detik. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah pada semua variasi kapasitas dan waktu pengujian nilai kalor sensibel terendah adalah 6,688 kJ pada kapasitas benda uji 100 gr untuk waktu pengujian selama 60 detik dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 91,96 kJ pada kapasitas 500 gr untuk pengujian selama 120 detik. Pada nilai kalor laten terendah adalah 66,88 kJ/kg pada kapasitas benda uji 100 gr untuk waktu pengujian selama 60 detik dan nilai kalor laten tertinggi adalah 209 kJ/kg pada kapasitas benda uji 400 gr untuk waktu pengujian selama 30 detik. Hal tersebut berarti kapasitas benda uji dan waktu pengujian mempengaruhi nilai kalor laten dan nilai kalor sensibel dari benda yang diuji. Pengaruh kapasitas dan waktu pengujian akan berbanding lurus dengan nilai kalor sensibel dan nilai kalor latennya.

Kata kunci: Kalor Sensibel, Kalor Laten, Kapasitas, Waktu dan Peleburan.

ABSTRACT

Heat is energy that can be stored in the form of sensible heat and latent heat. This research will analyze the effect of heating time and the capacity of heat-receiving media or objects on sensible heat and latent heat during the ice melting process. The material used is ice with a composition variation of 100 gr, 200 gr, 300 gr, 400 gr and 500 gr. In the ice melting process there are variations in time, namely 30 seconds, 60 seconds, 90 seconds, and 120 seconds. The results of the research that has been done are in all variations of capacity and testing time the lowest sensible heat value is 6.688 kJ at the capacity of the test object 100 gr for testing time for 60 seconds and the highest sensible heat value is 91.96 kJ at a capacity of 500 gr for testing for 120 seconds. The lowest latent heat value is 66.88 kJ/kg at a test specimen capacity of 100 gr for a test time of 60 seconds and the highest latent heat value is 209 kJ/kg at a test specimen capacity of 400 gr for a test time of 30 seconds. This means that the capacity of the test object and the test time affect the latent heat value and sensible heat value of the tested object. The effect of capacity and test time will be directly proportional to the sensible heat value and latent heat value.

Keywords: Sensible Heat, Latent Heat, Capacity, Time and Melting.

PENDAHULUAN

Kalor merupakan energi yang dapat disimpan dalam bentuk kalor sensibel dan kalor laten. Pada kalor sensibel, kalor berguna untuk menaikkan temperatur material dalam bentuk padat maupun cair. Sedangkan pada kalor laten, kalor berguna untuk merubah fase material dari padat menjadi cair atau dari air menjadi gas [1].

Proses peleburan terjadi karena adanya kalor yang diserap oleh media atau benda sehingga berubah fase dari padat menjadi cair. Tahapan perpindahan kalor pada proses peleburan ada empat tahap, yaitu konduksi, transisi, konveksi kuat dan konveksi melemah [2]. Dari keempat tahap peleburan tersebut, perpindahan

kalor konveksi merupakan proses terpenting dalam proses peleburan [3]. Perpindahan kalor yang terjadi pada proses peleburan, konduksi adalah proses yang terjadi diawal pemanasan sampai terjadi peleburan tetapi *liquid-solid interface* masih sejajar dengan dinding panas [4], kemudian terjadi proses transisi dengan sangat cepat dan kemudian proses konveksi akan mendominasi proses selama sisa peleburan [2].

Kalor atau panas sensibel adalah jika suatu zat menerima panas maka akan mengalami kenaikan temperatur, tetapi jika zat tersebut melepas panas maka akan mengalami penurunan temperatur. Sedangkan kalor atau panas laten terjadi jika suatu zat menerima atau melepas panas, maka temperatur akan berubah pada

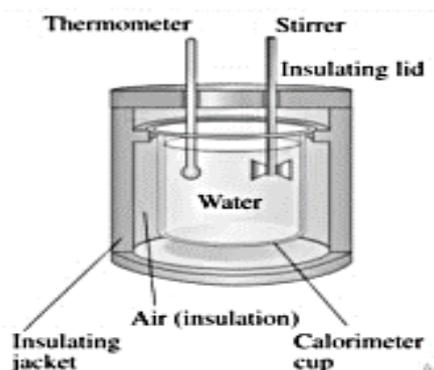
awalnya, tetapi akhirnya akan mencapai saturasi sehingga menyebabkan perubahan fasa [5].

Kalor jenis merupakan karakteristik termal suatu benda yang menyatakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 kalori [6]. Kalor jenis dari beberapa bahan dapat dilihat pada Tabel 1 [7].

Tabel 1. Kalor Jenis Bahan (Pada 20°C, 1 atm)

Zat	c (J/Kg°C)
Aluminium	900
Alkohol	2400
Air Raksa	140
Air	4180
Baja/Besi	450
Kaca	840
Tembaga	385
Plastik	460
Kayu	1700
Perak	230
Timah Hitam	130
Marmar	860

Pertukaran energi merupakan dasar dari teknik dari kalorimetri yang merupakan proses pengukuran panas yang bertukar secara kuantitatif yang diukur dengan alat kalorimeter. Salah satu penggunaan dari Kalorimeter adalah penentuan kalor jenis dari sampel tertentu. Pada kalorimeter berlaku metode campuran yaitu sampel dipanaskan hingga temperatur tertinggi kemudian diukur secara cepat dan akurat atau menjebak panas yang masuk atau yang keluar dari sistem sehingga didapatkan ukuran kuantitatif dalam satuan joule. Kalorimeter akan memiliki kapasitas kalor tertentu (Kkal) dengan satuan Joule/°C atau kJ/K. Kalorimeter memiliki beberapa bagian yang terdiri dari termometer, batang pengaduk, penutup, bejana luar dan bejana dalam serta terdapat ruang isolasi udara yang berada diantar bejana luar dan bejana dalam [8,9].

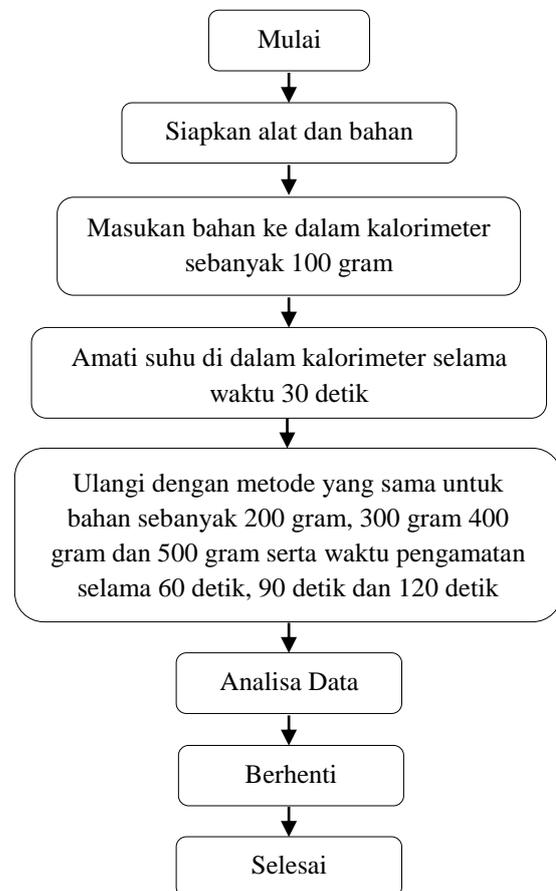


Gambar 1. Kalorimeter [8,9]

Proses pengukuran kalor dengan alat kalorimeter dilakukan dalam kondisi konstan atau isokhorik. Hal tersebut ditunjukkan dengan aliran panas sebagai kalor dan laju aliran proses adalah proses pengukuran dilakukan pada volume konstan. Volume dipertahankan konstan dan laju dipaksa menjadi nol agar tidak terjadi ekspansi selama proses yang berarti semua aliran sama dengan perubahan energi internal [8,10].

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap pengaruh waktu pemanasan dan kapasitas media atau benda penerima panas terhadap kalor sensibel dan kalor laten selama proses peleburan es.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kalorimeter, alat penghitung waktu, neraca analitik, termometer, gelas ukur dan pengaduk. Bahan yang digunakan adalah es dengan variasi kapasitas berat 100 gr, 200 gr, 300 gr, 400 gr dan 500 gr. Kemudian pada proses peleburan es ada variasi waktu yaitu 30 detik, 60 detik, 90 detik, dan 120 detik.

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah menyiapkan seluruh alat dan bahan. Mengukur temperatur air dan es dengan termometer, kemudian lakukan pencampuran didalam alat kalorimeter dan diaduk. Melakukan proses peleburan sesuai dengan variabel waktu dan jumlah bahan yang telah ditentukan. Analisa data dilakukan dengan melakukan pengolahan data hasil pengamatan dengan bantuan perhitungan.

Kalor sensibel [11] dan kalor laten [12] dihitung dengan menggunakan persamaan [13]:

$$Q = m \times c \times \Delta T \tag{1}$$

$$L = \frac{Q}{m} \tag{2}$$

Dimana:

- Q = Kalor Sensibel (Joule)
- L = Kalor Laten (Joule/Kg)
- m = Massa Benda (Kg)
- c = Kalor Jenis Bahan (J/Kg°C)
- ΔT = Perubahan Temperatur (°C)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data hasil pengamatan yang didapatkan diolah dengan perhitungan dan disajikan dalam bentuk grafik vektor garis. Data pengamatan pada Tabel 2 merupakan data kalor sensibel dan kalor laten hasil pengolahan data penelitian dengan perhitungan. Nilai kalor sensibel dinyatakan dalam notasi Q dengan satuan kJ dan nilai kalor laten dinyatakan dalam notasi L dengan satuan kJ/kg.

Tabel 2. Data Kalor Sensibel dan Kalor Laten Pengujian selama 30 detik.

Waktu (detik)	Massa (gr)	T1 (°C)	T2 (°C)	Q (kJ)	L (kJ/kg)
30	100	26	47	8,778	87,78
	200	26	55	24,244	121,22
	300	27	59	40,128	133,76
	400	28	78	83,60	209
	500	26	64	79,42	158,84

Tabel 3. Data Kalor Sensibel dan Kalor Laten Pengujian selama 60 detik.

Waktu (detik)	Massa (gr)	T1 (°C)	T2 (°C)	Q (kJ)	L (kJ/kg)
60	100	27	43	6,688	66,88
	200	26	48	18,392	91,96
	300	26	67	51,414	171,38
	400	28	71	71,896	179,74
	500	27	59	66,88	133,76

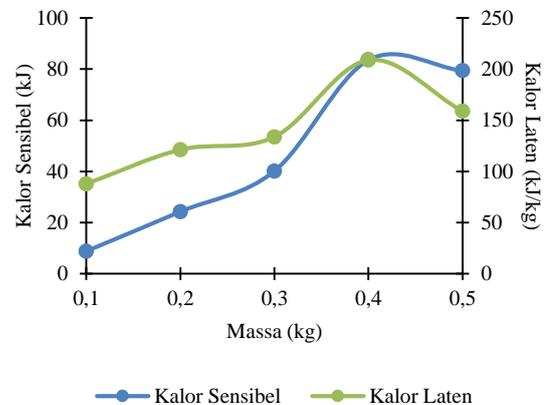
Tabel 4. Data Kalor Sensibel dan Kalor Laten Pengujian selama 90 detik.

Waktu (detik)	Massa (gr)	T1 (°C)	T2 (°C)	Q (kJ)	L (kJ/kg)
90	100	28	68	16,72	167,2
	200	26	70	36,784	183,92
	300	26	51	31,35	104,5
	400	26	48	36,784	91,96
	500	27	64	77,33	154,66

Tabel 5. Data Kalor Sensibel dan Kalor Laten Pengujian selama 120 detik.

Waktu (detik)	Massa (gr)	T1 (°C)	T2 (°C)	Q (kJ)	L (kJ/kg)
120	100	25	72	19,646	196,46
	200	26	63	30,932	154,66
	300	28	46	22,572	75,24
	400	25	74	81,928	204,82
	500	25	69	91,96	183,92

Grafik hubungan antara kapasitas bahan terhadap kalor laten dan kalor sensibel disajikan pada Gambar 3 untuk pengujian selama 30 detik, Gambar 4 untuk pengujian selama 60 detik, Gambar 5 untuk pengujian selama 90 detik dan Gambar 6 untuk pengujian selama 120 detik.

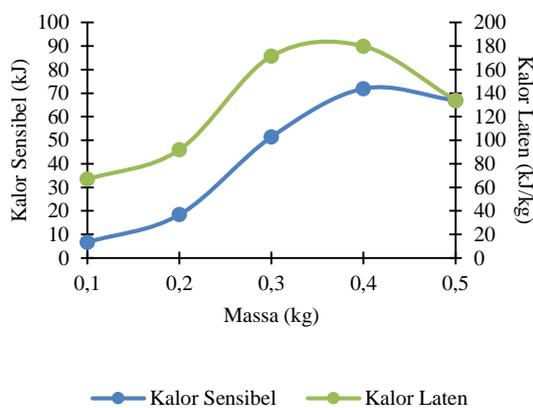


Gambar 3. Grafik Pengujian Selama 30 detik

Gambar 3 di atas merupakan grafik hubungan antara kapasitas dengan kalor sensibel dan kalor laten dari benda uji selama waktu pengujian 30 detik. Dari grafik di bawah dapat dilihat bahwa kalor sensibel serta kalor laten akan meningkat jika kapasitas berat benda uji bertambah jumlahnya. Pada kapasitas berat benda uji 100 gr sampai kapasitas berat 400 gr, kalor sensibel terus mengalami peningkatan dan hal tersebut juga berlaku untuk kalor latennya. Namun pada kapasitas berat 500 gr kalor sensibel

dan kalor laten mengalami penurunan yaitu kalor sensibel menjadi 79,42 kJ dari 83,60 kJ dan kalor laten dari 209 kJ/kg menjadi 158,84 kJ/kg. Nilai kalor tertinggi pada pengujian selama waktu 30 menit adalah 83,60 kJ untuk kalor sensibel dengan nilai T1 28°C dan T2 78°C, serta untuk kalor laten adalah 209 kJ/kg dengan nilai T1 28°C dan T2 78°C. Nilai kalor terendah adalah 8,778 kJ untuk nilai kalor sensibel dengan nilai T1 26°C dan T2 47°C, serta untuk kalor laten adalah 87,78 kJ/kg dengan nilai T1 26°C dan T2 47°C.

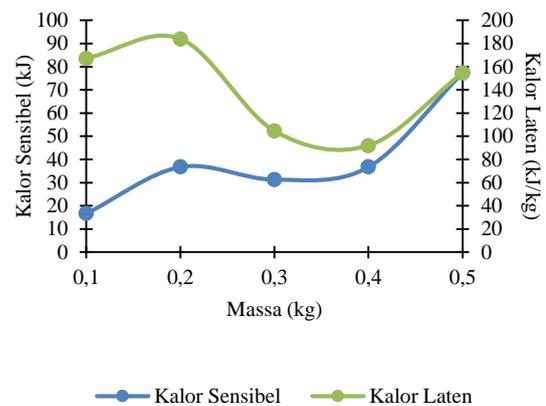
Pada Gambar 4 di bawah merupakan grafik pengujian selama waktu 60 detik dan merupakan grafik hubungan antara kalor sensibel dan kalor laten dengan kapasitas benda uji. Pada grafik di bawah juga menunjukkan peningkatan kalor jika kapasitas berat benda uji bertambah dari 100 gr sampai 400 gr, serta mengalami penurunan pada kapasitas berat 500 gr. Pada kalor sensibel penurunan terjadi dari 71,896 kJ menjadi 66,88 kJ dan pada kalor laten dari 179,74 kJ/kg menjadi 133,76 kJ/kg. Nilai kalor tertinggi pada pengujian selama waktu 60 detik adalah 71,896 kJ untuk kalor sensibel dengan nilai T1 28°C dan T2 71°C, serta 179,74 kJ/kg untuk kalor laten dengan nilai T1 28°C dan T2 71°C. Nilai kalor terendah adalah 6,688 kJ untuk nilai kalor sensibel dengan nilai T1 27°C dan T2 43°C, serta untuk kalor laten adalah 66,88 kJ/kg dengan nilai T1 27°C dan T2 43°C.



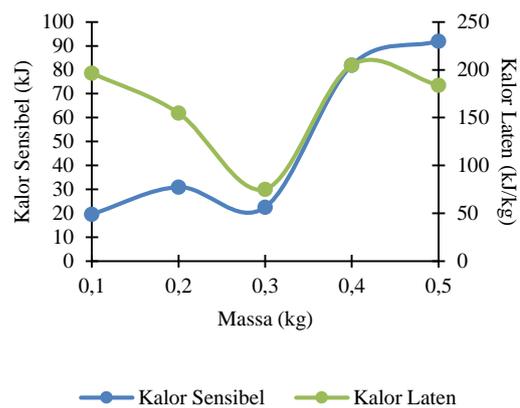
Gambar 4. Grafik Pengujian Selama 60 detik

Gambar 5 merupakan grafik hubungan antara kapasitas dengan kalor sensibel dan kalor laten dari benda uji selama waktu pengujian 90 detik. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kalor sensibel serta kalor laten mengalami kenaikan dan penurunan pada kapasitas berat benda uji tertentu. Pada kapasitas berat benda uji 100 gr sampai kapasitas berat 200 gr nilai kalor sensibel mengalami peningkatan, namun dari kapasitas berat 200 gr sampai kapasitas berat 300

gr mengalami penurunan dan kemudian mengalami peningkatan kembali dari kapasitas berat 300 gr sampai kapasitas berat 500 gr. Pada kalor laten terjadi peningkatan kalor dari kapasitas berat 100 gr sampai kapasitas berat 200 gr. Kemudian mengalami penurunan dari kapasitas berat 200 gr sampai kapasitas berat 400 gr, dan mengalami peningkatan dari kapasitas berat 400 gr sampai kapasitas berat 500 gr. Nilai kalor tertinggi pada pengujian selama waktu 90 detik adalah 77,33 kJ untuk kalor sensibel dengan nilai T1 27°C dan T2 64°C, serta 183,92 kJ/kg untuk kalor laten dengan nilai T1 26°C dan T2 70°C. Nilai kalor terendah adalah 16,72 kJ untuk nilai kalor sensibel dengan nilai T1 28°C dan T2 68°C, serta untuk kalor laten adalah 91,96 kJ/kg dengan nilai T1 26°C dan T2 48°C.



Gambar 5. Grafik Pengujian Selama 90 detik



Gambar 6. Grafik Pengujian Selama 120 detik

Pada Gambar 6 terlihat bahwa terjadi ketidak stabilan nilai kalor sensibel dan kalor laten. Pada kalor sensibel terjadi peningkatan nilai kalor dari kapasitas berat benda uji 100 gr sampai kapasitas berat 500 gr, namun terjadi penurunan

pada saat kapasitas berat benda uji 300 gr dengan nilai kalor sensibel 22,572 kJ. Pada kalor laten terjadi penurunan nilai kalor dari kapasitas berat 100 gr sampai kapasitas berat 300 gr dan kemudian mengalami peningkatan pada saat kapasitas berat 400 gr, sampai akhirnya mengalami penurunan nilai kalor yaitu pada kapasitas berat 500 gr dengan penurunan nilai dari 204,82 kJ/kg ke 183,92 kJ/kg. Nilai kalor tertinggi pada pengujian selama waktu 120 detik adalah 91,96 kJ untuk kalor sensibel dengan nilai T1 25°C dan T2 69°C, serta 204,82 kJ/kg untuk kalor laten dengan nilai T1 25°C dan T2 74°C. Nilai kalor terendah adalah 19,646 kJ untuk nilai kalor sensibel dengan nilai T1 25°C dan T2 72°C, serta untuk kalor laten adalah 75,24 kJ/kg dengan nilai T1 28°C dan T2 46°C.

Pada pengujian selama waktu 30 detik memiliki nilai kalor sensibel terendah yaitu 8,778 kJ pada kapasitas berat benda uji 100 gr dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 83,60 kJ pada kapasitas berat 400 gr. Sedangkan nilai kalor laten terendah adalah 87,78 kJ/kg pada kapasitas berat 100 gr dan nilai kalor laten tertinggi adalah 209 kJ/kg pada kapasitas berat 400 gr. Pada pengujian selama waktu 60 detik memiliki nilai kalor sensibel terendah yaitu 6,688 kJ pada kapasitas berat benda uji 100 gr dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 71,896 kJ pada kapasitas berat 400 gr. Sedangkan nilai kalor laten terendah adalah 66,88 kJ/kg pada kapasitas berat 100 gr dan nilai kalor laten tertinggi adalah 179,74 kJ/kg pada kapasitas berat 400 gr. Pada pengujian selama waktu 90 detik memiliki nilai kalor sensibel terendah yaitu 16,72 kJ pada kapasitas berat benda uji 100 gr dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 77,33 kJ pada kapasitas berat 500 gr. Sedangkan nilai kalor laten terendah adalah 91,96 kJ/kg pada kapasitas berat 400 gr dan nilai kalor laten tertinggi adalah 183,92 kJ/kg pada kapasitas berat 200 gr. Pada pengujian selama waktu 120 detik memiliki nilai kalor sensibel terendah yaitu 19,646 kJ pada kapasitas berat benda uji 100 gr dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 91,96 kJ pada kapasitas berat 500 gr. Sedangkan nilai kalor laten terendah adalah 75,24 kJ/kg pada kapasitas berat 300 gr dan nilai kalor laten tertinggi adalah 204,82 kJ/kg pada kapasitas berat 400 gr.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari semua variasi kapasitas dan waktu pengujian nilai kalor sensibel terendah adalah 6,688 kJ pada kapasitas benda uji 100 gr untuk waktu pengujian selama 60 detik dan nilai kalor sensibel tertinggi adalah 91,96 kJ

pada kapasitas 500 gr untuk pengujian selama 120 detik. Pada nilai kalor laten terendah adalah 66,88 kJ/kg pada kapasitas benda uji 100 gr untuk waktu pengujian selama 60 detik dan nilai kalor laten tertinggi adalah 209 kJ/kg pada kapasitas benda uji 400 gr untuk waktu pengujian selama 30 detik.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa kapasitas benda uji dan waktu pengujian mempengaruhi nilai kalor laten dan nilai kalor sensibel dari benda yang diuji. Pengaruh kapasitas dan waktu pengujian akan berbanding lurus dengan nilai kalor sensibel dan nilai kalor latennya, dimana semakin lama waktu pengujian maka nilai kalor sensibel dan nilai kalor laten akan semakin tinggi, begitu juga dengan kapasitasnya jika dinaikan maka nilai kalor sensibel dan nilai kalor latennya akan bertambah juga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farid, M.M., Khudhair, A.M., Razack, S.A.K. & Al-Hallaj, S. 2004. A review on phase change energy storage: material and applications. *Energy Conversion and Management*. 45: 1597-1615.
- [2] Kamkari, B & Shokouhmad, H. 2014. Experimental investigation of phase change material melting in rectangular enclosure with horizontal partial fins, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 78: 839-851.
- [3] Hamdani, Irwansyah & Mahlia T.M.I. 2012. Investigation of melting heat transfer characteristics of latent heat thermal storage unit with finned tube. *Procedia Engineering*. 50: 122-128.
- [4] Dhaidan, N.S., Khodadadi, J.M., Al-Hattab, T.A. & Al-Mashat, S.M. 2013. Experimental and numerical investigation of melting of phase change material or nanoparticle suspensions in a square container subjected to a constant heat flux. *International journal of Heat and Mass Transfer*. 66: 672-683.
- [5] Aziz, Z.A. & Anggara, M. 2020. Analisis kinerja variasi jenis dan ketebalan isolator pada dinding ruang mesin pengering kemiri. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro TURBO*, Vol. 9(1). pp 1-10.
- [6] Widyastuti & Ishafit. 2019. Penentuan kalor jenis bahan menggunakan metode pendingin newton dan sensor suhu DS18B20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*. Vol 6(2). pp 1-6.

- [7] Kholifudin, M.Y. 2018. “Metode grafik: Solusi problematika azas black”. *J. Ris. dan Kaji. Pendidik. Fis.*, Vol 4(2). p. 54.
- [8] Aisyah, N., Harijanto, A., dan Nuraini, L. 2022. “Rancang bangun alat praktikum kalorimeter *coffee-cup* pengukuran kalor jenis berbantuan arduino uno”. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 11(1). p. 41-46.
- [9] Giancoli, D. C. 2001. Fisika Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [10] McCord, P. 2007. Principles of Chemistry II. Texas: University of Texas.
- [11] Kreith, Frank., “Prinsip-prinsip Perpindahan Panas”. Alih Bahasa: Arko Prijono. Edisi ketiga. Cetakan Keempat, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [12] William C. Reynolds, & Henry C. Perkins, “Termodinamika Teknik”. Alih Bahasa: Fellini Harahap. Cetakan Keempat, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [13] Holman, J.P., “Perpindahan Kalor”. Alih Bahasa: E. Jasjfi. Edisi kelima. Cetakan kelima, Erlangga, Jakarta, 1995.