

# Pengaruh *Moisture Content* pada Insinerator *Municipal Solid Waste*

Gede Suba Ratya Putra, I Nyoman Suprpta Winaya, I Wayan Arya Darma  
*Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali*

## Abstrak

Curah hujan yang tinggi di Indonesia menyebabkan sampah padat kota atau *Municipal Solid Waste (MSW)* memiliki *moisture content* yang cukup tinggi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengolah MSW tersebut adalah melalui proses termal Insenerasi yang mana Insenerasi merupakan proses reduksi bahan bakar padat dengan temperatur tinggi menggunakan alat insinerator. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *moisture content* pada MSW terhadap profil temperatur serta efisiensi pembakaran pada Insinerator MSW Dual Chamber. MSW yang digunakan berasal dari campuran organik daun-daunan kering, kertas, karton, batok kelapa serta plastik yang telah diatur komposisinya agar homogen tiap variasi kemudian *moisture content*nya diatur dengan perlakuan pengeringan hingga sesuai dengan variasi yang diinginkan yaitu sebesar 10% *moisture content (MC)* untuk variasi 1, 20% MC untuk variasi 2, dan 30% MC untuk variasi 3. Pengujian dilakukan dengan memasukkan MSW melalui *fuel feeder* pada insinerator kemudian dibakar pada temperatur kontrol 900°C serta suplai udara blower ke ruang bakar sebesar 10m/s. Hasil penelitian eksperimental ini menunjukkan variasi *moisture content* 10% memiliki temperatur puncak pembakaran yang paling tinggi dengan temperatur 1020°C pada chamber1 dan 1130,3 °C pada chamber2 serta efisiensi pembakaran yang lebih baik juga diperoleh variasi *moisture content* 10% dengan nilai efisiensi mencapai 92,67%. Dengan ini menunjukkan bahwa pengurangan *moisture content* pada MSW dapat meningkatkan temperatur pembakaran pada Insenerator Dual Chamber, serta meningkatkan efisiensi pembakaran.

*Kata kunci:* Sampah padat kota, Insinerator, Kadar air

## Abstract

The high amount of rainfall in Indonesia causes *Municipal Solid Waste (MSW)* to have a high *moisture content*. One of the efforts that can be made to process MSW is through the thermal process of Incineration which is a solid fuel reduction process with high temperatures using an incinerator. This study aims to analysed the effect of *moisture content* in MSW on the temperature profile and combustion efficiency in a dual chamber incinerator. The MSW used comes from an organic mixture of dry leaves, paper, cardboard, coconut shell and plastic, the composition is arranged to be homogeneous for each variation and then the *moisture content* is adjusted by drying treatment to suit the variations used, namely 10% *moisture content (MC)* for the 1<sup>st</sup> Variation, 20% MC for 2<sup>nd</sup> variation, and 30% MC for 3<sup>rd</sup> variation. Tests were carried out by inserting MSW through the *fuel feeder* in the incinerator and then burning at a control temperature of 900 ° C and supplying blower air to the combustion chamber at 10m/s. The results of this experimental research show that the 10% *moisture content* variation has the highest peak combustion temperature with temperatures of 1020°C in chamber1 and 1130°C in chamber2 and better combustion efficiency is also obtained by the 10% *moisture content* variation with an efficiency value of 92.67%. This indicates that the reduction of *moisture content* in MSW can increase the combustion temperature in the Dual Chamber Incinerator, and increase the combustion efficiency.

*Keywords:* *Municipal Solid Waste, Incinerator, Moisture Content*

## 1. Pendahuluan

Sampah masih menjadi permasalahan lingkungan di Indonesia yang masih belum terselesaikan dengan baik. Pengelolaan sampah padat kota atau *Municipal Solid Waste (MSW)* di Indonesia pada umumnya masih bersifat konvensional. MSW yang berasal dari sumber masih diangkut menggunakan transportasi pengangkutan sampah menuju tempat pembuangan akhir (TPA) hal ini menyebabkan timbulan sampah semakin meningkat tiap tahunnya yang jika dibiarkan dapat menjadi sumber penyakit dan mencemari lingkungan [1].

Curah hujan yang tinggi menyebabkan MSW di Indonesia cenderung sangat lembab atau memiliki *moisture content* yang tinggi, terutama saat musim hujan. Timbulan MSW yang lembab dapat meningkatkan proses biodegradasi yang menghasilkan lindi. Lindi adalah cairan limbah yang telah

terkontaminasi berbagai macam polutan, logam berat, patogen dan zat organik lainnya yang dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air di sekitar lokasi timbulan [2]. Maka dengan ini diperlukan pengelolaan MSW di TPA secara langsung untuk menghindari timbulan sampah yang terlalu lama.

Selain menyebabkan terbentuknya lindi, *moisture content* pada MSW juga dapat mempengaruhi nilai kalor yang dimilikinya. Nilai kalor pada MSW menunjukkan potensi yang dimiliki oleh MSW tersebut apabila dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif seperti diolah menjadi briket dan RDF [3].

Ada banyak cara untuk mengelola MSW disamping dengan menjadikannya briket dan RDF yang dapat bermanfaat sebagai bahan bakar. Proses pengolahan secara langsung dari TPA juga dapat dilakukan dengan metode termal, yang mana salah satunya adalah Insenerasi. Insenerasi merupakan

teknologi pengolahan MSW melalui proses pembakaran dengan temperatur yang tinggi umumnya diatas 800°C untuk mereduksi MSW agar tidak dapat didaur ulang dengan alat yang bernama insinerator. Proses insinerasi ini menghasilkan abu sebagai produk akhir dan energi panas dari gas buang sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas terbarukan [4].

Insinerator sendiri memiliki berbagai macam tipe disesuaikan dengan kebutuhan pembakaran, salah satunya adalah *Fixed Grate* Insinerator, yang banyak digunakan untuk mereduksi sampah karena lebih praktis dan tidak memerlukan banyak komponen penunjang untuk pengoprasiannya. Dalam pemanfaatannya, insinerator dengan *dual chamber* atau dua reaktor lebih baik dikarenakan dapat menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan hanya dengan satu reaktor, jadi lebih ramah lingkungan. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan [5] di Bagamoyo, Tanzania. Pada penelitian ini menjelaskan bahwa pembakaran limbah medis dengan Insinerator *Fixed Grate Dual Chamber* menghasilkan emisi gas buang CO yang rendah serta efisiensi pembakaran yang cukup baik.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian [6] mengenai efek dari *moisture content* pada MSW terhadap Gasifikasi dan Pirolisis dengan variasi moisture 9,20%, 22,30%, 35,60% dan 51,70%. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa peningkatan *moisture content* pada MSW berpengaruh terhadap nilai LHV pada syngas yang semakin kecil serta menurunnya efisiensi pembakaran yang terjadi pada alat tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh dari *moisture content* pada MSW terhadap performansi pembakaran Insinerator MSW tipe *Fixed Grate Dual Chamber*.

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Kapasitas dari *chamber* 1 sebesar 0,2285 m<sup>3</sup> dan *chamber* 2 sebesar 0,0637 m<sup>3</sup>.
2. MSW yang digunakan sudah diatur dalam keadaan homogen dengan campuran dari sampah organik daun-daunan kering 25 %, kertas 25%, batok kelapa 25%, kardus 15% dan kantong plastik 10% dari total massa 3 kg untuk kebutuhan bahan bakar.
3. Pengambilan data diasumsikan dalam kondisi lingkungan *steady state*.
4. Temperatur operasi pada *chamber* 1 ditetapkan sebesar 900°C dan pada *chamber* 2 sebesar 1000°C.
5. Kecepatan udara pada *blower* utama yang menyuplai udara ke ruang bakar diatur 10 m/s, kemudian kecepatan udara *blower* dari *burner* diatur 6 m/s dan kecepatan udaranya diasumsikan konstan.

## 2. Dasar Teori

Data Inventaris sampah nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang di publikasikan di situs Sistem Informasi Persampahan Nasional (SIPSN) mencatat total timbulan sampah di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 30.968.863 ton, dan dari angka tersebut sampah yang tidak dapat dikelola sebesar 23,17% atau sekitar 7.174.206 ton. Sampah yang tidak dapat dikelola ini umumnya berasal dari sampah yang tidak dapat di daur ulang kembali, jadi memerlukan tindakan pengolahan secara langsung untuk dapat mengurangi volume sampah tersebut.

*Municipal Solid Waste* (MSW) atau yang biasa dikenal dengan sampah padat kota merupakan sampah yang terdiri dari barang atau benda yang dimanfaatkan sehari-hari oleh masyarakat kemudian dibuang karena sudah dianggap tidak bernilai. MSW dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu pertama sampah yang dapat di daur ulang seperti sampah kain, kaleng, botol kaca, plastik keras, botol plastik kemasan dll. Kemudian yang kedua sampah inert yang terdiri dari sampah sisa konstruksi pembangunan, tanah, kemarik, batu dll. Terakhir sampah yang dapat terurai secara biologis yang terdiri dari sampah sisa makanan, sayuran, sampah buah dan sampah organik lainnya yang berasal dari dekomposisi tanaman [7].

*Moisture content* atau kadar air pada MSW merupakan jumlah persentase air yang terkandung dalam sebuah atau sekumpulan MSW. Mengetahui *moisture content* yang ada pada MSW penting agar dapat menentukan *treatment* pengolahan yang tepat terhadap MSW tersebut. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, *moisture content* berperan penting dalam menentukan kualitas MSW sebagai bahan bakar, karena nantinya akan berpengaruh terhadap nilai kalor yang dimiliki.

Teknologi Pengolahan MSW secara termal merupakan proses konversi MSW dari padat menjadi fase gas, cair atau padat dengan memberikan perlakuan energi panas. Insenerasi merupakan salah satu metode pengolahan MSW secara termal yang banyak digunakan karena mampu efektif untuk mengurangi volume MSW hingga 95 %, serta dapat menghasilkan polusi udara yang lebih rendah jika dikelola dengan baik [8].

*Fixed grate* insinerator merupakan insinerator yang bertipe konvensional dengan grate yang berada di bagian bawah incinerator, serta jalur bukaan di bagian samping atau atas sebagai jalur input MSW dan bukaan lainnya untuk mengeluarkan bahan tersisa atau tidak terbakar seperti abu, logam dsb [9]. Umumnya tempat penampungan abu (*ash pit*) berada di bagian dasar (*grate*). Produk akhir yang dihasilkan berupa abu sisa pembakaran dan gas buang panas yang terdiri dari CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Alat dan Bahan

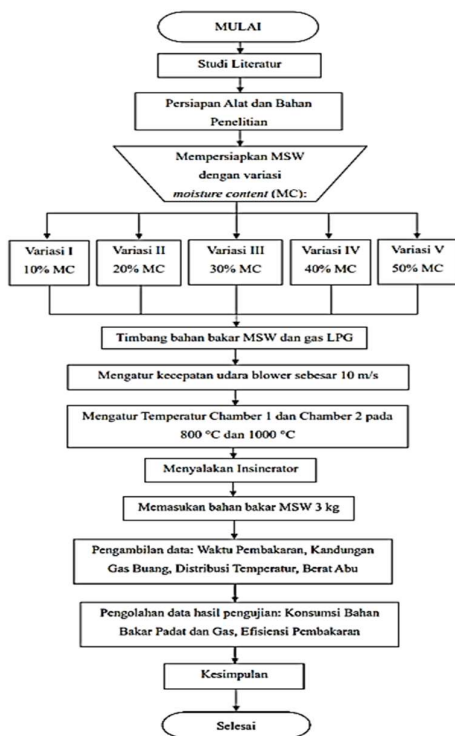
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Insinerator MSW *Fixed Grate Dual Chamber*
2. Sampel bahan bakar MSW
3. Tabung gas LPG
4. Oven
5. Anemometer
6. Timbangan
7. Data logger
8. Termokopel
9. Timer
10. Laptop

Kemudian komponen yang terintegrasi pada Insinerator MSW *Fixed Grate Dual Chamber* antara lain:

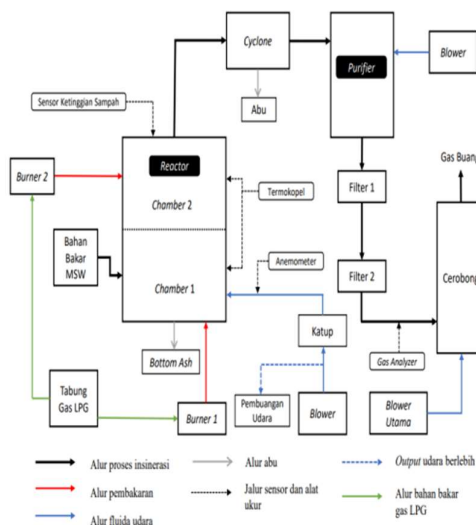
1. Reaktor pembakaran (*dual chamber*)
2. *Burner*
3. Termokopel
4. *Cyclone*
5. *Blower*
6. *Gas line*
7. Purifier
8. *Glasswool*
9. *Ceramic fiber board*
10. Sensor ketinggian sampah
11. *Programmable logic control (PLC)*

#### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

#### 3.3 Skematik Alat Insinerator



Gambar 3. Skematik proses penggunaan alat pada Insinerator



Gambar 4. Alat insinerator *fixed grate dual chamber*

#### 3.4 Pra-Pengujian

Sebelum dilakukan proses pengujian, dilakukan perlakuan terhadap sampel MSW yang akan digunakan selama proses pengujian, diantaranya dilakukan proses pemilahan sesuai dengan komposisi yang diinginkan sebanyak 5 sampel dan dilakukan pencacahan terhadap kelima sampel tersebut untuk memperkecil partikel MSWnya. Kemudian dilakukan perlakuan pengeringan dengan bantuan oven dengan suhu 110°C hingga *moisture content* pada sampel mendekati 0%. Saat *moisture content* setiap sampel sudah mendekati 0%, kelima sampel dimasukkan ke plastik ziplock dan diberikan perlakuan penambahan *moisture content* yang berbeda sesuai dengan variasi yang dibutuhkan, yaitu 10% MC, 20% MC, dan 30% MC, lalu sampel dibiarkan selama seminggu agar *moisture*nya dapat meresap ke bagian dalam sampel.

Setelah diberikan perlakuan, sampel MSW selanjutnya akan diuji dengan pengujian proximate untuk mengetahui unsur fisika dari bahan bakar MSW berupa *moisture content*, *ash content*, *fixed carbon*, dan *volatile matter*. Pengujian *bomb calorimeter* juga dilakukan untuk mengetahui nilai kalor yang dimiliki oleh masing-masing variasi sampel.

### 3.5 Pelaksanaan Pengujian

Proses insinerasi MSW dimulai dengan menyalakan Insinerator MSW *Fixed Grate Dual Chamber* menggunakan tombol pada PLC. Sebelum insinerator dinyalakan, tabung gas LPG dihubungkan dengan *burner* melalui selang regulator sebagai sumber bahan bakar untuk *burner* memantikan api. Kemudian mengatur kecepatan udara *blower burner* sebesar 6 m/s dan *blower* utama sebesar 10 m/s dengan anemometer serta mengatur temperatur operasi yang ditetapkan sebesar 900°C untuk *chamber 1* dan 1000°C untuk *chamber 2*. Setelah semua persiapan sudah dilakukan termasuk menimbang sampel bahan bakar MSW, insinerator dinyalakan. Saat indikator temperatur yang ditunjukkan pada PLC sudah mencapai temperatur operasi pada *chamber 1*, maka bahan bakar dimasukkan melalui fuel feeder. Proses pembakaran MSW akan terjadi pada *chamber 1* dan partikulat atau gas menguap sisa pembakaran akan terbakar pada *chamber 2*. Distribusi temperatur direkam menggunakan *data logger* dengan bantuan laptop sebagai display yang sudah terhubung dengan termokopel pada *chamber 1* dan *2*. Gas sisa pembakaran yang telah melewati *chamber 2* akan diteruskan ke *cyclone*, di *cyclone* partikel menguap yang lebih berat akan turun menuju *ash pit* pada *cyclone*, sedangkan gas akan diteruskan melewati *gas line* menuju *purifier* untuk proses pendinginan sekaligus di filtrasi sebelum akhirnya dibuang ke atmosfer melalui cerobong asap. Abu sisa pembakaran nantinya akan diambil melalui pintu yang ada pada bagian dasar (*grate*) insinerator.

### 3.5 Parameter Profil Temperatur

Profil temperatur pada hasil pengujian insinerasi merupakan grafik yang menunjukkan distribusi temperatur selama proses pembakaran berlangsung. Profil temperatur penting untuk menentukan efisiensi selama proses insinerasi, dikarenakan perbedaan suhu dapat mempengaruhi kualitas hasil pembakaran.

### 3.6 Efisiensi Pembakaran

Efisiensi pembakaran pada *fixed grate* insinerator dapat dicari dengan mengetahui berapa nilai energi (kalor) input ke ruang pembakaran ( $Q_{in}$ ), nilai energi (kalor) yang terbuang ( $Q_{out}$ ) selama proses pembakaran dan dikalikan dengan 100%. Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q_{in\ total} - Q_{out\ total}}{Q_{in\ total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Q_{in} = m_{bb} \times LHV_{bb} \quad (2)$$

$$Q_{out} = V_{gas} \times LHV_{gas} \quad (3)$$

- $\eta$  = Efisiensi pembakaran (%)
- $Q_{in}$  = Nilai kalor yang masuk (MJ)
- $Q_{out}$  = Nilai kalor yang keluar (MJ)
- $m_{bb}$  = Massa bahan bakar MSW (kg)
- $V_{gas}$  = Volume gas buang (m<sup>3</sup>)
- $LHV_{bb}$  = Low heating value bahan bakar (MJ/kg)
- $LHV_{gas}$  = Low heating value gas buang (MJ/kg)

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Karakterisasi Bahan Bakar

Karakterisasi bahan bakar dilakukan untuk menganalisis kandungan yang terdapat pada bahan bakar MSW yang digunakan dalam penelitian. Karakterisasi bahan bakar dilakukan dengan melakukan uji *proximate* menggunakan alat *Thermogravimetri Analyst 701* yang dilakukan menggunakan metode ASTM-D-7582 MVA BIOMA Berikut adalah tabel hasil pengujian *proximate* terhadap kelima sampel bahan bakar.

**Table 1. Hasil Uji Proximate Bahan Bakar MSW**

Bahan Bakar	Moisture content (%)	Volatile (%)	Fixed carbon (%)	Ash content (%)
MSW MC 10 %	16,83	64,24	12,71	6,22
MSW MC 20%	26,21	55,96	10,77	5,06
MSW MC 30 %	35,13	51,61	9,03	4,23

### 4.2. Karakterisasi Nilai Kalor Bahan Bakar

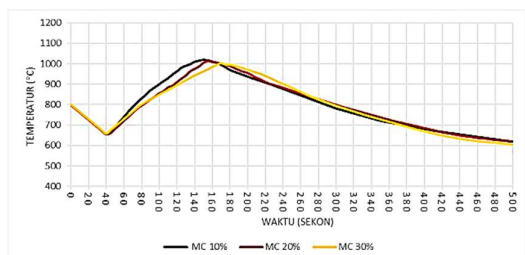
Karakterisasi nilai kalor dilakukan untuk menganalisis jumlah kalor (energi panas) yang terlepas untuk tiap satuan massa dari sampel bahan bakar. Analisis nilai kalor tersebut dilakukan dengan melakukan Uji *bomb calorimeter* menggunakan alat Parr 1341 *Oxygen Bomb Calorimeter* dengan standar ASTM *Standard Test Method D5865*. Berikut hasil pengujian nilai kalor terhadap kelima sampel bahan bakar.

**Table 2. Analisis Nilai Kalor Bahan Bakar MSW**

Bahan bakar	Berat sampel (gram)	Nilai Kalor Sampel Bahan Bakar MSW			
		Suhu (ΔT)		Nilai Kalor (LHV)	
		T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	(cal/kg)	(MJ/kg)
MSW MC 10 %	0,9598	26,598	28,462	3615,73	15,138
MSW MC 20 %	0,9624	27,266	28,846	2944,25	12,327
MSW MC 30 %	0,9752	26,935	28,311	2494,74	10,444

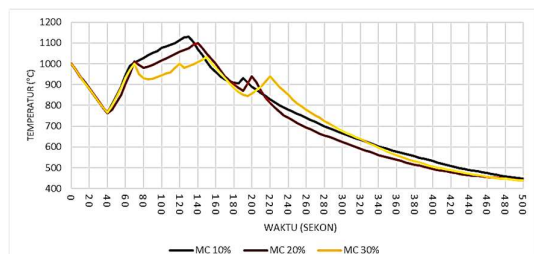
**4.3 Profil Temperatur**

Berikut grafik temperatur yang didapat dari kelima variasi yang diuji pada *chamber1* dan *chamber2*.



**Gambar 5. Grafik Temperatur Chamber 1 Tiap Variasi**

Berdasarkan gambar di atas, menunjukkan distribusi temperatur yang terjadi pada *chamber 1*. Puncak temperatur tertinggi diperoleh variasi *moisture content* 10% dengan temperatur 1020°C, hal tersebut disebabkan karena pembakaran pada variasi *moisture content* 10% dapat memanfaatkan energi panas lebih optimal daripada variasi lainnya, dikarenakan usaha yang diperlukan untuk mengeringkan *moisture content* saat awal pembakaran sangat kecil, sehingga lonjakan temperatur dapat terjadi lebih awal hingga mencapai puncak temperatur pembakaran [10].



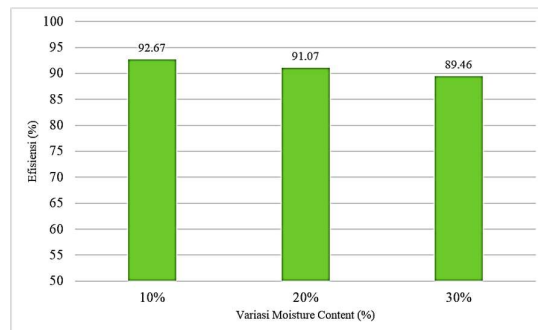
**Gambar 6. Grafik Temperatur Chamber 2 Tiap Variasi**

Berdasarkan gambar di atas, menunjukkan distribusi temperatur yang terjadi pada *chamber 2*. Setelah bahan bakar masuk ke *chamber 1*, terjadi

lonjakan temperatur yang signifikan pada *chamber 2*. Puncak temperatur tertinggi dicapai oleh variasi *moisture content* 10% dengan temperatur 1130,3°C, hal ini sejalan dengan yang terjadi pada *chamber 1* yang mana dikarenakan proses pengeringan bahan bakar yang lebih cepat menyebabkan lonjakan temperatur pembakaran terjadi lebih awal [10]. *Moisture content* juga berpengaruh terhadap lamanya waktu pembakaran, pada gambar 6 terlihat adanya lonjakan temperatur pada variasi *moisture content* yang lebih tinggi yang mengindikasikan masih terjadi pembakaran pada *chamber 2*, hingga saat temperatur turun terus menerus tanpa mengalami kenaikan maka waktu pembakaran telah dinyatakan selesai dan sampel bahan bakar MSW sudah terbakar habis.

**4.4 Efisiensi Pembakaran**

Efisiensi pembakaran menunjukkan seberapa besar nilai kalor yang di berguna saat terjadinya proses pembakaran yang dinyatakan dalam persen. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan dan dihitung menggunakan persamaan yang dijabarkan sebelumnya, maka hasil efisiensi pembakaran setiap variasi dapat dilihat pada diagram berikut.



**Gambar 6. Diagram Efisiensi Pembakaran**

Berdasarkan gambar di atas, diagram efisiensi pembakaran menunjukkan perbandingan efisiensi yang dicapai tiap variasi. Variasi *moisture content* 10% memiliki nilai efisiensi tertinggi hingga 92,67%, lalu efisiensi pembakaran mengalami penurunan seiring dengan peningkatan *moisture content*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi seperti temperatur puncak pembakaran yang lebih rendah menyebabkan energi panas yang dihasilkan lebih kecil, ditambah dengan upaya pengeringan yang memerlukan lebih banyak energi panas jadi mempengaruhi tingkat efisiensi pembakaran [10]. Faktor lainnya disebabkan nilai LHV dari bahan bakar sebelum diuji memang sudah kecil sehingga berpengaruh ke nilai efisiensi secara keseluruhan [6].

**5. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh dari *moisture content* pada MSW terhadap

performa pembakaran insinerator MSW *Fixed Grate Dual Chamber*, maka diperoleh kesimpulan terkait parameter performansi bahwa:

- *Moisture content* pada MSW berpengaruh terhadap performansi Insinerator *Fixed Grate Dual Chamber*.
- Semakin kecil *moisture content* yang ada pada MSW akan meningkatkan temperatur puncak pembakaran yang bisa tercapai. Penurunan *moisture content* juga membuat waktu pembakaran menjadi lebih singkat yang mana berpengaruh terhadap meningkatnya total energi kalor yang dihasilkan sehingga efisiensi pembakarannya menjadi lebih baik.
- Temperatur puncak tertinggi dicapai oleh variasi *moisture content* 10% dengan temperatur 1020°C pada *chamber* 1 dan 1130,3°C pada *chamber* 2, sedangkan untuk efisiensi pembakaran terbaik juga diraih oleh variasi yang sama dengan nilai efisiensi sebesar 92,67%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Harun, S. F., & Sokku, S. R. (2020). Analisis Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*, 14(4), 551–556.
- [2] Benaddi, R., Ferkan, Y., Bouriqi, A., & Ouazzani, N. (2022). Impact of Landfill Leachate on Groundwater Quality – A Comparison Between Three Different Landfills in Morocco. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 89–94.
- [3] Fadhili, M. A., & Ansosry. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 Di Tambang Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. *Tanjung Enim*. 4(3), 54–64.
- [4] Sukanta, Wiranata, A., & Thoharuddin. (2017). Pembuatan Alat Insinerator Limbah Padat Medis Skala Kecil. *Semesta Teknika*, 20(2), 147–153.
- [5] Mngoma Omari, A. (2015). Operating Conditions of A Locally Made Fixed-Bed Insinerator, a Case Study of Bagamoyo – Tanzania. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 80.
- [6] Dong, J., Yong, C., Yuanjun, T., Ni, M., Nzihou, A., Weiss-hortala, E., & Huang, Q. (2016). Effect of Operating Parameters and *Moisture content* on *Municipal Solid Waste*

*Pyrolysis and Gasification Heavy Metals in Municipal Solid Waste*. *Energy and Fuels*, American Chemical Society, 29(11), 7516–7525.

- [7] Ali, W., Asif, M., & Peshawar, T. (2019). Analysis of Electricity from Municipality Solid Waste of Peshawar City by Utilized plasma Arc Gasification Technique. 6(10), 324–332.
- [8] Yuliani, M. (2016). Incineration for *Municipal Solid Waste* Treatment. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(2), 89–96.
- [9] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2018). *Teknologi Termal WtE Berbasis Proses Pembakaran (Insinerasi)*. Modul Pelatihan, 1(09), 1–124.
- [10] Chaerul, M., & Fakhrunnisa, A. (2020). Refuse Derived Fuel Production through Biodrying Process (Case study: Solid Waste from Canteens). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 9(1), 69–80.



**Gede Suba Ratya Putra**

menyelesaikan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2024.

Judul tugas akhir Pengaruh *Moisture content* Pada *Municipal Solid Waste* Terhadap Performansi Insinerator Dual Chamber .



Prof, I Nyoman Suprpta Winaya, S.T., MA.Sc., Ph.D. menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada tahun 1994, S2 di Dalhousie University pada tahun 2000, dan S3 di Niigata University pada tahun 2008. Prof, I Nyoman Suprpta Winaya, S.T., MA.Sc., Ph.D memiliki konsentrasi ilmu dalam bidang konversi energi.



I Wayan Arya Darma ST., MT. Menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada tahun 2013, dan menyelesaikan studi S2 di Universitas Udayana pada tahun 2018. I Wayan Arya Darma ST., MT. memiliki konsentrasi ilmu dalam bidang konversi energi.