

RANCANG ULANG INCINERATOR PORTABEL BARREL DENGAN SENSOR UDARA PEMBAKARAN BERBASIS ARDUINO UNO

Sunaryo, Abdul rokhim, Legisnal hakim

Teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Riau
Jl. Tuanku Tambusai , Pekanbaru

sunaryo@umri.ac.id , 170102069@student.umri.ac.id , legisnalhakim@umri.ac.id

Abstract

When conducting a field survey in Terai Bangun Village, Mining District, Regency. Kampar, the results of the interview explained that the amount of waste produced in one week reached 7.2 tons, in one year the waste reached 345.4 tons. The waste generated is 47% organic waste, 45% inorganic waste and 8% hazardous and toxic waste (B3). The purpose of this research is to develop an incinerator, with a household-scale capacity. The efficiency of the combustion rate is expected to be around 500 oC-1000 oC in the combustion chamber. Methods This research performs the work stage in carrying out the design, the design stage aims to obtain designs, patterns, and anarduino uno circuits. In this stage using software, Solidwork 2016, Arduino Uno, and Porteus. design results which include stress, displacement and strain parameters Produce technical drawings that are in accordance with the framework stated in a safe loading condition for the waste burning process.

Keywords: Garbage, Design, Incinerator, Arduino uno

Abstrak

Pada saat melakukansurvei lapangan di Desa Terai Bangun, Kecamatan tambang, kabupaten. Kampar,hasilwawancara menjelaskan jumlah sampah yang dihasilkan dalam satu minggu mencapai 7,2 ton dalam satu tahun sampah mencapai 345.4 ton. Sampah yang dihasilkan 47 % sampah Organik , 45% sampah anorganik dan 8 % sampah bahan berbahaya dan beracun (B3) . tujuan penelitian ini merancang ulang sebuah alat incinerator, dengan kapasitas sekala rumah tangga . Efisiensi dari laju pembakaran yang di harapkan suhu sekitar 500 °C- 1000 °C dalam ruang pembakaran. Metode Penelitian ini melakukan tahap pengerjaan dalam melakukan perancangan, tahap perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain, pola, dan rangkai anarduino uno. Dalam tahap ini menggunakan perangkat lunak, Solidwork 2016, Arduino Uno, dan Porteus. hasil perancangan yang meliputi parameter stress, displacement dan straint Menghasilkan gambar teknik yang sudah sesuai dengan rangka dinyatakan dalam kondisi pembebanan yang aman untuk proses pembakaran sampah.

Kata kunci: Sampah, Perancangan, Incinerator, Arduino uno

1. Pendahuluan

Sampah adalah sesuatu benda atau barang yang dibuang, dengan sengaja yang dianggap sudah tidak berguna lagi. Sampah merupakan masalah yang umum pada wilayah perkotaan besar. Dampak sampah terhadap lingkungan yang mengakibatkan pencemaran, gangguan

kebersihan, dan kesehatan. [1]. Pada saat melakukan survei lapangan di Desa Terai Bangun, Kecamatan tambang, kabupaten. Kampar, tepatnya di Perumahan Puri Indah Kualu, Rt 005/Rw 001 menurut ketua Rt setempat saat di wawancara beliau menjelaskan jumlah sampah yang dihasilkan dalam satu minggu mencapai 7,2 ton data tersebut didapatkan dari jumlah kepala Keluarga (KK), menghasilkan sampah 12 kg setiap minggunya dengan populasi

600 KK, dalam satu tahun sampah mencapai 345.4 ton. Sampah yang dihasilkan 47 % sampah Organik (Limbah sayuran, limbah ikan, camkgang telur, sisa makanan, dedaunan, ranting pohon dan sebagainya) 45% sampah anorganik (macam-macam plastik, kaleng, botol, pembalut, kertas, karton dan sebagainya) dan 8 % sampah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Limbah medis, racun serangga, kaleng cat dan sebagainya). Desain dan uji alat pembakaran sampah menggunakan *incinerator* tipe *batch* untuk perkotaan dilengkapi pemanasan air, hasilnya alat *incinerator* ini mampu menghasilkan suhu maksimum pada 42-47 °C suhu ini dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga pada suhu yang dibutuhkan berkisar 39 – 50 °C [2]. Dalam penelitian ini merancang ulang sebuah alat *incinerator* yang sudah ada, dengan kapasitas sekala rumah tangga berfokus kepada jenis sampah plastik PP, plastik LDPE, ranting, daun dan kertas. Kosumsi bahan bakar sampah pada alat *incinerator* sekitar 10 kg/jam, memodifikasinya berbentuk menjadi portabel agar mudah di bawa dan dipindahkan dari tempat A ke tempat B, serta menambah sebuah sensor udara dan sensor temperatur agar mendapatkan sebuah pembakaran sempurna yang diharapkan bisa mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar dan kadar gas emisi yang dihasilkan aman terhadap lingkungan. Efisiensi dari laju pembakaran yang di harapkan suhu mencapai sekitar 500 °C- 1000 °C dalam ruang pembakar. Pada alat ini menggunakan sistem *Arduino Uno* dan dibuat secara otomatisasi untuk memudahkan data dari hasil pembakaran sampah, berupa data aliran laju udara dan temperatur pada proses pembakaran

2. Methodologi

Metode Penelitian ini melakukan tahap pengerjaan dalam melakukan perancangan, tahap perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain, pola, dan rangkai *Arduino Uno*. Dalam tahap ini menggunakan perangkat lunak, *Solidwork* 2016, *Arduino Uno*, dan *Porteus*

2.1 Alat dan bahan

Dalam proses perancangan memerlukan sebuah alat pendukung pada pengerjaannya seperti *solidwork*, *porteus* dan *Arduino Uno* penjelasan sebagai berikut:

Tabel 2.1 bahan dan alat perancangan[3]

No	Nana software	Logo	keterangan
----	---------------	------	------------

1	Solidworks		Sebagai software merupakan program mekanikal 3D CAD atau sebagai aplikasi pembuat gambar kerja 3D dan 2D
2	Fritzing		Sebagai software membuat sebuah rangkai sistem arduino uno
3	Arduino IDE		Merupakan softwer untuk melakukan penulisan program, compile serta upload program ke arduino.

2.2 Perancangan Konsep Produk

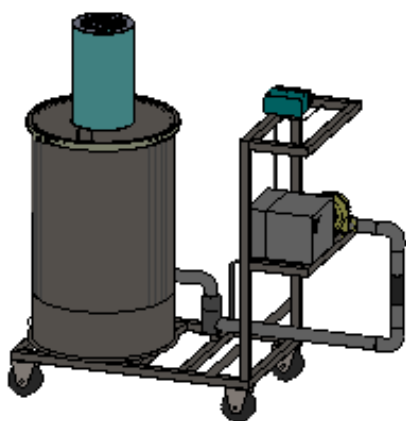
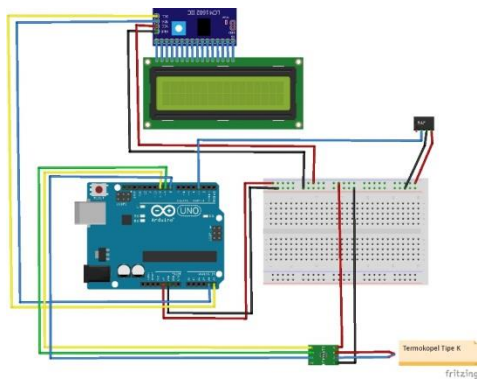
Dengan Perancangan portabel *barrel incinerator* otomatisasi sensor udara pembakaran berbasis *Arduino Uno* pada tahap perancangan ini terdiri beberapa tahap yaitu tahap perancangan awal, perancangan akhir dan struktur fungsi produk.

2.2.1. Perancangan Awal

Tahap perancangan awal dimulai dengan membuat sebuah gambar alat *incinerator* yang dibimbing oleh dosen pembimbing berdasarkan publikasi ilmiah yang telah ada. Dalam perancangan ini ada dua desain yaitu desain alat dan desain rangkaian *Arduino Uno*

A. Desain rancangan alat

Pada tahap desain alat ini menggunakan perangkat lunak *Solidwork* 2016, pada desain ini akan ditentukan dimensi berdasarkan perhitungan berdasarkan teori yang telah ada.

Gambar 1. Desain 3D *incinerator*B. Desain rangkaian *Arduino Uno*Gambar 2. Rangkaian sistem sensor *maf* dan *max6675 termokopel tipe K*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rancangan Struktural

3.1.1. Ruang Pembakaran

Udara tidak seluruhnya bereaksi dengan bahan bakar untuk menghasilkan panas melalui pembakaran. Bila hanya menggunakan sejumlah udara teoritis, bahan bakar tidak akan terbakar secara sempurna. Untuk menghindari hal tersebut maka pembakaran membutuhkan udara berlebih (*excess air*). Jumlah *excess air* untuk pembakaran disesuaikan dengan bentuk ruang bakar, sifat bahan bakar, alat pembakaran dan pencampuran antara udara dengan bahan bakar, setiap bahan bakar memiliki kandungan air optimum [4].

Alat *incinerator* berbentuk silinder dengan kapasitas sampah yang diinginkan dalam pembakaran sekitar 10 kg, ukuran silinder

berdiameter 58 cm dan tinggi 90 cm, dilengkapi dengan *glass wool* sebagai media tahan api tebal 3 cm, jarak *glass wool* dengan jaring wadah sampah 3 cm, ketebalan dinding silinder 0,2 cm dan pada silinder terdapat ruang sisa pembakaran tinggi 18 cm.

Tabel 3.1 perhitungan volume tabung

Jenis komponen	volume
Tabung	$\pi \cdot r^2 \cdot t$
	$\pi(22,5\text{cm})^2 \times 69\text{ cm}$
	$140.954,622\text{ cm}^3$
	$0,140.954,622\text{ m}^3$
	140,954 L

Kapasitas sampah yang ditentukan 10 kg maka di tentukan sebuah volume kapasitas tungku *incinerator* menurut jenis- jenis sampah yang akan dilakukan uji coba seperti kayu, plastik PP, plastik LDPE dan kertas setandar.

Tabel 3. 2 Volume kapasitas sampah

No	Jenis sampah	Volume (L)
1	Kayu	33,3 L
2	Plastik PP	13,8 L
3	Plastik LDPE	13,3 L
4	Kertas standar	8,32 L

Maka dapat ditentukan volume pada silinder kapasitas 176,095 L dengan kapasitas volume sampah kayu, Plastik PP, Plastik LDPE dan kertas standar dengan kapasitas 10 kg.

3.1.2. Proses Laju Pembakaran

Dalam proses pembakaran, oksigen biasanya didapat dari udara bebas, oksigen yang terkandung dalam udara adalah 21% dari total udara bebas [5]Kebutuhan udara minimum untuk proses pembakaran dapat dicari menggunakan persamaan berikut. $100\text{ Wmin} = \frac{C}{(1.96 \times C) + (5.85 \times H)} \times 21$ Dimana: Wmin = Kebutuhan udara minimum (m^3 / kg bahan bakar) C = Kandungan karbon dalam bahan bakar (%) H = Kandungan hydrogen dalam bahan bakar (%) Laju pembakaran (Bbt) dapat dicari melalui perbandingan bobot bahan yang akan dibakar (m) dengan waktu pembakaran (t) $\text{Bbt} = \frac{m}{t}$ Dimana: Bbt = Laju pembakaran (kg/jam) m = Bobot bahan bakar / sampah (kg) t = Waktu pembakaran (jam) Debit udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dapat dicari dengan mengalikan jumlah kebutuhan udara minimum dengan laju pembakaran. $\text{Qud} = \text{Wmin} \times \text{Bbt}$ Dimana: Qud = Debit udara (m^3 / jam) Wmin = Kebutuhan udara minimum (m^3 / kg bahan bakar) Bbt = Laju pembakaran (kg/jam)

Laju pembakaran sampah pada alat *incinerator* dengan kapasitas sampah di tentukan 10 Kg dengan waktu yang diinginkan selama 1 jam maka bisa didapatkan..

$$Bbt = \frac{10 \text{ kg}}{1 \text{ jam}} = 10 \text{ kg/jam}$$

3.2. Sistem Perpindahan Panas

Pada sistem perpindahan panas yang digunakan adalah sistem perpindahan panas pada silinder dimana sebuah silinder yang suhu permukaannya relative tinggi dapat diisolasi dengan beberapa macam bahan yang disusun seri. Isolasi yang digunakan pada tungku *incinerator* ini menggunakan batu tahan api . Temperatur dalam pembakaran pada tungku *Incinerator* yang diinginkan 1300 °C, temperatur luar rata-rata pada kota pekanbaru 27 °C. Tungku yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter luar 580 mm dan diameter dalam 565 mm , lapisan pertama dinding tungku plat besi tebal 1 mm, lapisan kedua bata tahan api 40 mm. Dari isolasi pada dinding tungku jarak antara lapisan ketiga ke wadah tempat sampah 74 mm.

Maka dapat dicari menggunakan persamaan dibawah;

$$T_1 = 1300 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r_1 = 0,262 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,2645 \text{ m}$$

$$r_3 = 0,282 \text{ m}$$

$$r_4 = 0,2825 \text{ m}$$

Konduktivitas bata tahan api 0.16 W/m °k tebal 35 mm

Konduktivitas plat besi =79.5 W/ m °K tebal 1 mm

Konduktivitas semen tahan api = 1.07 W/m K tebal 5 mm

Tabel 3.3 Perhitungan nilai konduktivitas

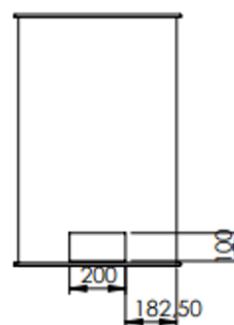
Komponen	Perhitungan Nilai Konduktivitas (q)
Dinding tungku	$\frac{T_1 - T_4}{\frac{\ln(\frac{r_2}{r_1})}{K_A} + \frac{\ln(\frac{r_3}{r_2})}{K_B} + \frac{\ln(\frac{r_4}{r_3})}{K_C}}$
	$\frac{1300 \text{ }^{\circ}\text{C} - 27 \text{ }^{\circ}\text{C}}{\frac{\ln(\frac{0,2645 \text{ m}}{0,262 \text{ m}})}{0,16 \text{ W/m.K}} + \frac{\ln(\frac{0,282 \text{ m}}{0,2645 \text{ m}})}{1,07 \text{ W/m.k}} + \frac{\ln(\frac{0,2825 \text{ m}}{0,282 \text{ m}})}{79,5 \text{ W/m.k}}}$
	$10674,913420852 \text{ W/m.K}$

3.3 . Hasil Prancangan

Pada proses perancangan menggunakan sebuah perangkat lunak *Software Solidwork* dan *fritzing*, desain yang dihasilkan berbentuk 2D dan 3D, sedangkan desain rangkaian *Arduino Uno* berbentuk *Schematic* dan *breadboard*. Desain tungku *incinerator* berbentuk gambar 2D dan dilengkapi dengan ukuran pada setiap bagian gambar yang dibuat. Pada desain ini dibagi menjadi 4 bagian komponen gambar yang terdiri dari tungku *incinerator*, kerangka *incinerator*, penutup tungku *incinerator* dan *burner incinerator*.

3.3.1. Tungku Incinerator

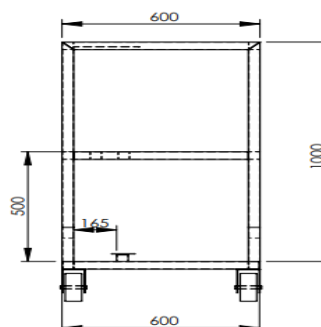
Tungku *incinerator* berbentuk silinder dengan ukuran diameter silinder 580 cm tinggi 900 cm dibuat dengan menggunakan material drum besi, pada tungku *incinerator* dilapisi isolasi peredam panas yang dengan menggunakan material *Glasswool* dan plat besi. Selain itu tungku ini dilengkapi wadah penampung sampah dengan diameter 450 cm.



Gambar 3. Tampak depan tungku *incinerator*

3.3.2. Rangka Tungku Incinerator

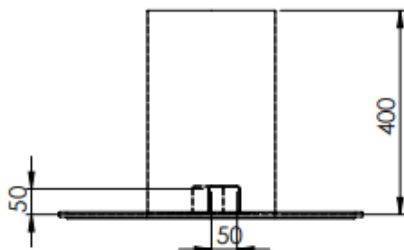
Rangka tungku *incinerator* dibuat menggunakan material besi ukuran 35x35 mm, dengan ukuran panjang 1000 mm, lebar 600 mm, tinggi 1000 mm.



Gambar 4. Tampak depan kerangka *incinerator*

3.3.3. Penutup Tungku Incinerator

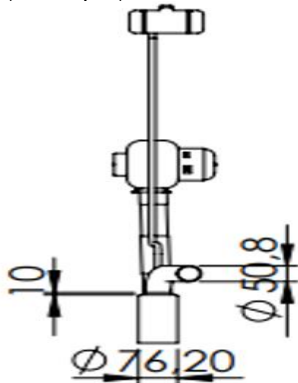
Penutup *incinerator* dibuat menggunakan material dari plat besi dan plat seng, diameter 250 mm dan tinggi 400 mm.



Gambar 5 Tampak depan penutup tungku *incinerator*

4.5.4. Burner Incinerator

Burner incinerator terbuat dari pipa besi galvanis 3 inchi, dan menggunakan blower, 2 inchi ,3600 rpm, berbahan bakar oli bekas.



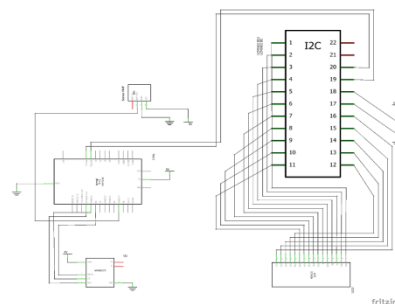
Gambar 6 Tampak depan *burner incinerator*

3.4 Perancangan Sensor Massa aliran udara dan Max6675 termokopel Tipe K

Sebuah komponen elektronika yang bekerja sebagai menampilkan sebuah angka, huruf, simbol atau karakter supaya terlihat secara visual pada layar. LCD berfungsi sebagai kontrol pemakaian pada penggunaanya ada dua puluh karakter dengan jumlah empat baris maksimum yang ditampilkan dua puluh karakter setiap barisnya [6]

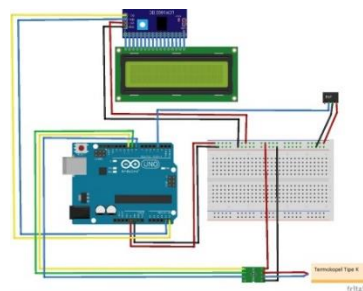
Pada proses perancangan sistem otomatis *Arduino Uno* menggunakan sebuah perangkat lunak *software Fritzing*, ada dua tipe rancangan rangkaian yaitu secara *Schematic* dan rangkaian secara *Breadboard*.

A. Rangkaian Schematic



Gambar 7. Rangkaian *schematic* sensor maf dan max6675 termokopel tipe k[7]

B. Rangkaian Breadboard



Gambar 8. Rangkaian *breadboard* sensor maf dan max6675 termokopel tipe k

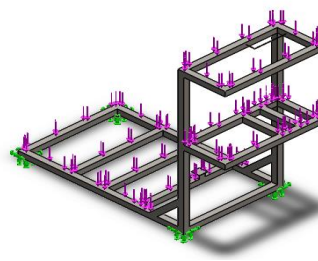
4.5.8. Analisis Simulasi Pembebanan Rangka

Perhitungan pembebanan rangka tungku *incinerator* menggunakan analisis dari program *software solidworks*, dilakukan mengetahui hasil kekuatan rangka apabila diberi pembebanan tersebut, serta untuk mencari *stress* dan *strain*. Dalam simulasi ini desain rangka disesuaikan dengan yang dibuat dari material AISI 1045, pembebanan yang terjadi pada tungku *incinerator*. [3]

A. Beban pada Tungku *incinerator* 661,5 N

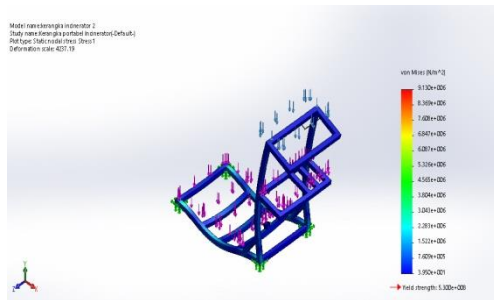
B. Beban pada Blower dan Kotak *Arduino Uno* 49 N

C. Beban 1 Liter oli bekas 29,4 N



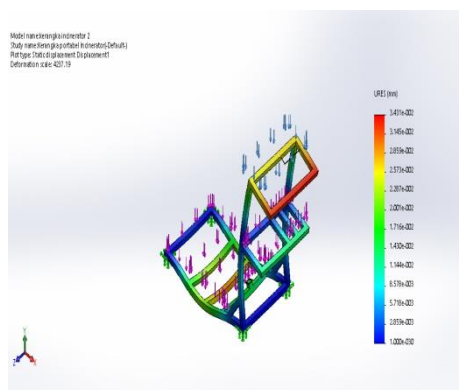
Gambar 9 Pembebanan rangka

Berikut gambar serta simulasi yang telah dilakukan



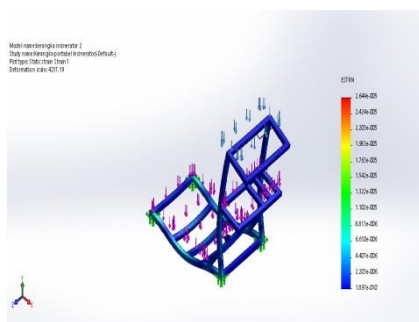
Gambar 10 Simulasi *stress* dengan *solidwork*

Dari gambar di atas yang didapat dari simulasi pembebanan rangka oleh *solidwork* untuk *stress* yang paling besar nilainya adalah $9.130 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, sedangkan pembebanan yang paling kecil nilainya adalah $3.950 \times 10 \text{ N/m}^2$.



Gambar 11 Simulasi *displacement* dengan *solidwork*

Dari gambar di atas yang didapat dari simulasi pembebanan rangka oleh *solidwork* untuk *displacement* yang paling besar nilainya adalah $3,431 \times 10^2 \text{ mm}$, sedangkan pembebanan yang paling kecil nilainya adalah $1.00 \times 10^{30} \text{ mm}$.



Gambar 12 Simulasi *strain* dengan *solidwork*

Dari gambar di atas yang didapat dari simulasi pembebanan rangka oleh *solidwork* untuk *strain* yang paling besar nilainya adalah $2,644 \times 10^5$ sedangkan pembebanan yang paling kecil nilainya adalah $1.00 \times 10^{10} \text{ mm}$.

4. Simpulan

Pada penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan yang dilakukan dan juga sistem otomatisasi serta hasil simulasi pembebanan rangka yang meliputi parameter *tegangan* dengan nilai tertinggi $9.130 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, dan parameter regangan Menghasilkan nilai yang terbesar adalah $3,431 \times 10^2 \text{ mm}$ dengan gambar teknik yang sudah sesuai rangka dinyatakan dalam kondisi pembebanan yang aman untuk proses pembakaran sampah.

Daftar Pustaka

- [1] B. Martana, S. Sulasminingsih, P. Studi, T. Mesin, P. Studi, and T. Industri, "Perencanaan dan uji performa alat pembakar sampah organik," vol. 13, pp. 65–71, 2017.
- [2] A. N. G. Pradipta, "DESAIN DAN UJI KINERJA ALAT PEMBAKAR SAMPAH (INCINERATOR) TIPE BATCH UNTUK PERKOTAAN DILENGKAPI DENGAN PEMANAS AIR Oleh : Adia Nuraga Galih Pradipta DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM DESIGN AND PERFORMANCE TEST OF INCINERATOR BATCH TYPE," 2011.
- [3] I. Sungkono, H. Irawan, and D. A. Patriawan, "Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembuat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, no. September, pp. 575–580, 2019.
- [4] Isnain'aliman, "KAJI EKSPERIMENTAL DAN NUMERIKAL EVALUASI PROSES PEMBAKARAN PADA TUNGKU TRAVELING CHAIN GRATE (INSINERATOR) DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS." BANDUNG, 2017.
- [5] J. Roygerst Ambarita, A. H. Nasution, and E. Y. Setyawan, "Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Hybrid," *J.*

- [6] *Flywheel*, vol. 9, no. 2, 2018.
D. Prodi, T. Telekomunikasi, and U. Telkom, “RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING DAN,” vol. 4, no. 3, pp. 2857–2863, 2018.
- [7] U. S. Utara, U. S. Utara, and U. S. Utara, “Penggunaan Thermocouple Type K pada Oven Pemanggang Kue Sebagai Sensor Temperatur Berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” 2019.