

**Tema Payung Penelitian** : Energi

**Sub Tema** : Teknologi rekayasa dalam bidang pemanfaatan energi listrik.

## LAPORAN PENELITIAN TERAPAN



## PENGEMBANGAN DAN PEREKAYASAAN MESIN HOT PRESS

### **Ketua Peneliti**

Mukti Hamjah Harahap, S.Si., M.Si. NIDN. 0025047701

### **Anggota Peneliti**

Winsyahputra Ritonga, S.Pd., M.Si NIDN. 0019098102  
Budiman Nasution, S.Pd., M.Si. NIDN. 0030088707

**Dibiayai oleh :**

**Dana PNB**

**Sesuai dengan SK Ketua LPPM Unimed Nomor :  
0011/UN33.8/PL-PNB/2021**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

**DESEMBER, 2021**

## HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN TERAPAN INOVASI

1. Judul Penelitian : PENGEMBANGAN DAN PEREKAYASAAN MESIN HOT PRESS
2. Bidang Ilmu : Fisika
3. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Mukti Hamjah Harahap, S.Si., M.Si.
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP/ NIDN : 197704252008011011
  - d. Disiplin Ilmu : Fisika
  - e. Pangkat/ Golongan : Penata Tk.I / III d
  - f. Jabatan : Kepala Laboratorium/Workshop/Sanggar/Studio A
  - g. Fakultas/ Jurusan : MIPA
  - h. Alamat : Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan
  - i. Telpon/ Faks/ E-mail : 085922254620
  - j. Alamat Rumah : Jalan Jalak I No. 14 Perumnas Mandala Medan
  - k. Telpon/ Faks/ E-mail : 085922254620
4. Jumlah Anggota Peneliti : 2
- Nama Anggota Peneliti dan NIDN : 1. Winsyahputra Ritonga, S.Pd., M.Si. — 198109192006041002  
: 2. Budiman Nasution, S.Pd., M.Si. — 198708302019031011  
: 3. —
- Nama dan NIM Mhs yang terlibat : 1. Nanda Andika Pratama (4171240005)  
: 2. Nurul Fitriani Siregar (4163240014)  
: 3. -
5. Institusi Mitra
- Nama Institusi Mitra : PT. Kawan Lama Sejahtera
  - Alamat : Jl. Gajah Mada Petisah Hulu, Medan Petisah, Kota Medan, Sumatera Utara.
  - Penanggung Jawab : Albertus Primusanto
6. Lokasi Penelitian : Laboratorium Fisika FMIPA Unimed
- Jumlah Biaya Penelitian : Rp 101.000.000



Medan, 6-12-2021  
Ketua Peneliti

Mukti Hamjah Harahap, S.Si., M.Si.  
197704252008011011

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                          | I         |
| DAFTAR ISI.....                                  | II        |
| DAFTAR TABEL .....                               | III       |
| DAFTAR GAMBAR .....                              | IV        |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                             | V         |
| RINGKASAN .....                                  | VI        |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>                   | <b>1</b>  |
| 1.1 LATAR BELAKANG.....                          | 1         |
| 1.2 PERUMUSAN MASALAH.....                       | 2         |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>              | <b>3</b>  |
| 2.1 PETA JALAN RISET .....                       | 3         |
| 2.2 MESIN PRESS .....                            | 4         |
| <b>BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....</b> | <b>5</b>  |
| <b>BAB 4. METODE PENELITIAN .....</b>            | <b>6</b>  |
| 4.1. JENIS PENELITIAN .....                      | 6         |
| 4.2. TEMPAT PENELITIAN .....                     | 6         |
| 4.3. PENGUMPULAN DAN TEKNIS ANALISIS DATA .....  | 6         |
| <b>BAB 5. HASIL DAN LUARAN PENELITIAN .....</b>  | <b>8</b>  |
| 5.1 PENGUJIAN PLAT PEMANAS .....                 | 9         |
| 5.1.1. <i>Pengujian I</i> .....                  | 10        |
| 5.1.2. <i>Pengujian II</i> .....                 | 12        |
| 5.1.3. <i>Pengujian III</i> .....                | 15        |
| 5.1.4. <i>Pengujian IV</i> .....                 | 18        |
| 5.1.5. <i>Pengujian V</i> .....                  | 21        |
| <b>BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>         | <b>24</b> |
| DAFTAR RUJUKAN .....                             | 25        |
| LAMPIRAN.....                                    | 26        |

## DAFTAR TABEL

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 1.1 | Nilai konduktivitas termal.....                                    | 9  |
| Tabel 1.2 | Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 100°C ..... | 10 |
| Tabel 1.3 | Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 150°C ..... | 12 |
| Tabel 1.4 | Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 200°C ..... | 15 |
| Tabel 1.5 | Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 250°C ..... | 18 |
| Tabel 1.6 | Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 300°C ..... | 21 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Roadmap penelitian mesin hidrolik hot press .....  | 3  |
| Gambar 2.2. | Wadah Sampel Mesin Press.....  | 4  |
| Gambar 4.1  | Diagram Alir Penelitian .....  | 7  |
| Gambar 5.1  | Ilustrasi pengukuran suhu untuk pengujian distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress.....  | 9  |
| Gambar 5.2  | (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=0s$<br>(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=3600s$ .....  | 11 |
| Gambar 5.3  | (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=0s$<br>(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=7800s$ .....  | 14 |
| Gambar 5.4  | (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=0s$<br>(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=13920s$ ..... | 17 |
| Gambar 5.5  | (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=0s$<br>(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=13920s$ ..... | 20 |
| Gambar 5.6  | (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=0s$<br>(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat $t=13920s$ ..... | 23 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                             |    |
|-------------|-----------------------------|----|
| LAMPIRAN 1. | PERSONALIA PENELITIAN ..... | 26 |
| LAMPIRAN 2. | ARTIKEL ILMIAH .....        | 34 |
| LAMPIRAN 3. | KONTRAK PENELITIAN .....    | 42 |
| LAMPIRAN 4. | PERJANJIAN KERJASAMA .....  | 47 |

## RINGKASAN

Teknologi rekayasa pemanfaatan energi listrik menjadi energi panas atau energi lainnya yang dibutuhkan dunia industri menjadi salah satu rencana induk riset nasional (RIRN). Hal ini juga selaras dengan rencana strategis penelitian Universitas Negeri Medan yang mendorong pelaksanaan penelitian di bidang energi. Penelitian ini mengangkat topik pemanfaatan dan pengoptimalan energi listrik untuk mesin hot press. Dimana mesin hot press sering mengalami lost heat karena pemodelan sistem terbuka yang kurang efisien. Riset tentang mesin hot press ini dirancang untuk mengoptimalkan panas yang dihasilkan oleh heater terhadap sampel dan dirancang agar menghasilkan cold dan hot press dalam satu mesin dengan sistem tertutup. Sehingga proses pembentukan atau penekanan sampel menjadi lebih baik dan optimal. Mesin hot press mampu menghasilkan suhu panas mencapai 500<sup>0</sup>C. Rancangan mesin hot press dimulai dari pembentukan rancang bangun bentuk hot press. Selanjutnya dirangkai elemen pemanas di dalam rancangan mesin hot press tersebut. Sistem kontrol pemanasan untuk mengatur laju temperatur mesin hot press. Sebelum dipabrikasi, sistem mesin hot press akan diuji coba secara simultan sehingga diperoleh mesin press yang aman, mudah pengoperasiannya, tahan lama dan murah. Dari hasil penelitian ini ditargetkan luaran berupa artikel yang diterbitkan pada jurnal internasional bereputasi dan prototipe yang siap dilakukan pabrikasi.

*Kata kunci: mesin hot press, suhu*

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era modernisasi saat ini, penggunaan mesin press tergolong kurang optimal karena pemodelan yang kurang efisien. Prinsip kerja mesin menggunakan panas dan tekanan, berbeda dengan mesin di pasaran yang menggunakan prinsip injeksi dan tekanan. Dalam proses penekanan, panas yang dihasilkan di dalam cetakan tidak sama dengan suhu pada sampel cetakan. Cetakan terbuat dari grafit atau baja, dan tekanan diterapkan oleh satu atau dua silinder ke pukulan. Cetakan diposisikan di dalam koil induksi. Jika cetakan ditempatkan di tengah, distribusi panas tidak merata. Tetapi kerugian utamanya adalah ketergantungan proses pada kopling induktif yang baik dan konduktivitas termal cetakan. Pemanasan seragam jauh lebih sulit jika celah udara antara cetakan dan kumparan induktif tidak sama di sepanjang profil cetakan. Masalah potensial lainnya adalah laju pemanasan. Tingkat pemanasan yang terlalu tinggi akan menghasilkan perbedaan suhu yang tinggi antara permukaan dan inti yang dapat merusak cetakan atau sampel yang ditekan.

Pemodelan molding, pada umumnya kompresi molding menggunakan metode pencetakan terbuka, dipanaskan pertama kali secara terbuka dan berongga (Arenda,2017). Pemanasan yang terlalu lama dapat membuat sampel yang dicetak rusak dikarenakan suhu yang berbeda antara sampel dengan heater. Kemungkinan yang terjadi adalah kerusakan sampel, sampel menempel pada plat besi cetakan, dan sampel meleleh karna suhu tak stabil.

Beberapa mesin hot press yang telah diproduksi dan ada dipasaran saat ini masih memiliki beberapa kelemahan diantaranya elemen pemanas yang ditanamkan dalam ruang pemanas cenderung tidak tahan lama terhadap suhu tinggi. Hal ini menyebabkan seringnya putus aliran listrik di dalam rangkaian elemen tersebut (Wang dkk, 2019). Kelemahan lainnya yang tidak kalah penting adalah sistem pengontrolan dan pembacaan suhu ruang dalam ruang yang sering tidak akurat dan tidak sesuai dengan panas sebenarnya (Chen dkk, 2020). Kejadian seperti ini merupakan hal yang sangat fatal dalam penggunaan mesin hot press, dimana material yang sedang dipanaskan atau dileburkan akan mengalami kegagalan produksi. Integrasi elemen-elemen penting dalam sistem pemanas Mesin Press sangat perlu diperhatikan dan dianalisis secara mendalam. Tingginya kebocoran termal dan kandungan material dalam mesin hot press akan menyebabkan kerugian yang sangat



besar khususnya dalam keselamatan kerja pengguna. Ekspansi termal yang tidak merata dalam mesin hot press juga akan menyebabkan ketidakmerataan pemanasan atau peleburan material sehingga berakibat pada kegagalan produksi juga.

Keterbatasan dan kekurangan di dalam mesin press dapat diatasi melalui beberapa tindakan seperti perancangan sistem pengontrolan suhu berbasis sensor termal dengan tingkat ketahanan panas melebihi suhu kerja sistem pemanas. Detektor kerusakan elemen juga perlu disisipkan pada mesin hot press yang dilengkapi dengan sistem monitoring pelaporan secara real time. Mesin hot press harus didesain secara proporsional dan terhadap jumlah rangkaian elemen pemanas ketebalan insulator keramik dan lapisan baja luar untuk mendapatkan efisiensi kerja mesin hot press yang tinggi (Liu dkk, 2019). Begitu juga dengan pemasangan blower panas, kecepatan putaran, tingkat kebisingan dan sistem sirkulasi di dalam hot press perlu menjadi pertimbangan yang tinggi untuk mendapatkan mesin press yang hemat energi (Okazaki, 2020). Untuk mengoptimalkan hasil pemanasan atau peleburan material, maka laju kenaikan atau penurunan suhu pada alat press sangat perlu diatur dengan memanfaatkan blower yang tepat.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana mendesain mesin hot press agar menghasilkan suhu yang konstan antara plat besi dengan sampel cetakan.
2. Bagaimana ekspansi suhu dalam ruang area panas dan dingin mesin hot press.
3. Bagaimana merancang kontroler suhu panas konstan pada mesin hot press sistem tertutup.

## **1.3. Batasana Masalah**

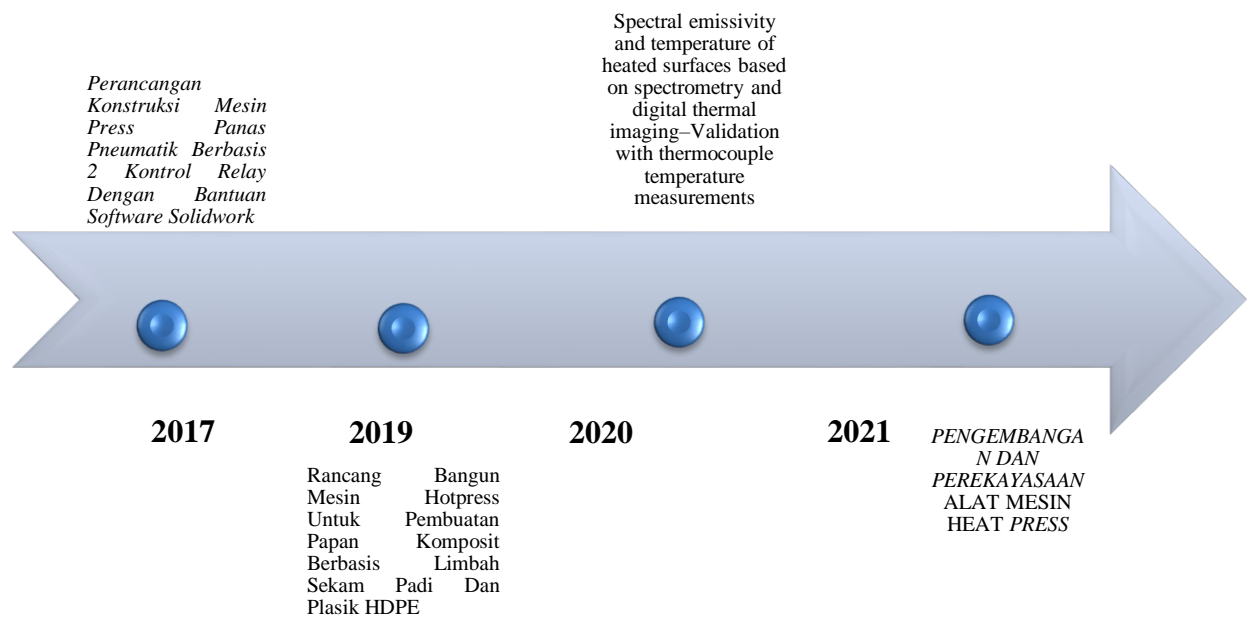
Untuk lebih fokus dan terarah, maka penelitian ini akan dibatasi dalam hal:

1. Jenis mesin hot press yang akan dirancang adalah untuk mencapai suhu tinggi sampai pada suhu 500 °C
2. Luas penampang hot press berasal dari plat besi dengan ukuran 40 cm x 40 cm.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peta Jalan Riset

Topik penelitian yang diusulkan ini merujuk kepada salah satu visi Unimed menjadi kampus yang unggul dalam bidang rekayasa industri. Visi tersebut diterjemahkan menjadi bagian dari rencana induk penelitian KDBK Fisika Material dan Instrumentasi Prodi Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan. Peta jalan (*road map*) penelitian KDBK Fisika Material dan Instrumentasi Program studi Fisika Unimed dirancang agar prodi fisika bisa mengembangkan riset yang berdaya saing dengan bekerjasama dengan industri. Peta jalan riset dan pemanfaatan teknologi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut.



**Gambar 2.1** Roadmap penelitian mesin hidrolik hot press

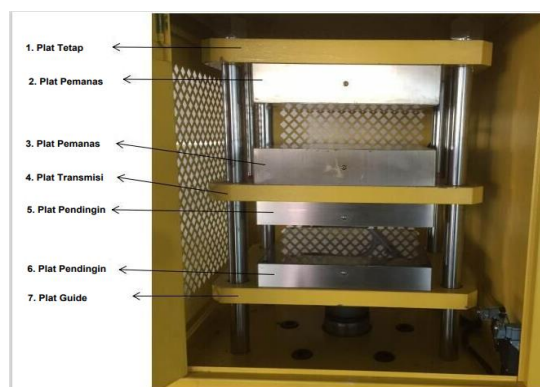
Berdasarkan peta jalan penelitian diatas terlihat bahwa penelitian tentang pengembangan mesin press sudah dilakukan sejak tahun 2017. Pengembangan mesin di mulai dengan penelitian sederhana yang masih dalam skala laboratorium dan menghasilkan produk penelitian berupa karya ilmiah yang dipublikasi pada jurnal hasil penelitian. Penelitian terus dikembangkan menjadi lebih baik lagi dan kegunaan yang lebih bervariasi. Tetapi serangkaian penelitian masih memiliki kelemahan diantaranya pemanasan yang terlalu lama dapat membuat sampel yang dicetak rusak

dikarenakan suhu yang berbeda antara sampel dengan heater yang menyebabkan kemungkinan terjadinya kerusakan sampel, sampel menempel pada plat besi cetakan, dan sampel meleleh karna suhu tak stabil. Pada tahun 2021, penelitian ini diarahkan untuk memperbaiki kelemahan yang ada. Penelitian ini akan diarahkan agar mesin press bisa stabil suhunya pada suhu 500 °C, tidak terjadi kehilangan energi dan ekspansi suhu dalam ruang area panas dan dingin alat press berjalan dengan baik. Dalam penelitian yang akan dilakukan tahun ini ditargetkan dapat menghasilkan beberapa output seperti Jurnal Internasional yang telah diterima (*accepted*), Jurnal Nasional terakreditasi, Prosiding Internasional Terindeks (Bereputasi Internasional), Hak Kekayaan Intelektual (HKI) berupa Merek dagang dan Desain produk industri, Model/Purwarupa/ Prototipe dan Angka Partisipasi Dosen

## 2.2 Mesin Press

Mesin press adalah alat yang digunakan untuk menekan material dengan tekanan yang disesuaikan dan dirancang untuk menghasilkan lembaran metal dan juga untuk membengkokkan lembaran logam dengan sudut tertentu sesuai dengan kebutuhan. Mesin press terdiri dari tiga bagian utama yang disebut frame, ram dan bed. Sistem mekanis pada mesin akan menggerakkan ram kemudian diteruskan ke press dies dan mendorong lembaran metal sehingga bisa membentuk dan memotong lembaran metal sesuai dengan fungsi press dies yang dipakai. Mesin press tersedia dalam tiga pilihan berdasarkan tenaga yang digunakan yakni mesin press manual, mesin press hidrolik dan mesin press mekanikal.

Mesin hot press dilakukan dengan bertahap yang mana memanfaatkan tenaga pneumatik sebagai akuator penekan matras yang disesuaikan tekanannya. Sebagai upaya untuk mengatasi masalah tersebut yaitu membuat rancang bangun mesin press (Febryant,2013



**Gambar 2.2.** Wadah Sampel Mesin Press

### BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang dan mendesain mesin hot press yang memiliki suhu stabil dalam penekanan sampel, efisien, murah dan hemat energi untuk diaplikasikan dalam industri plastik dan komposit.
2. Mengetahui ekspansi suhu dalam ruang area panas dan dingin mesin hot press.
3. Merancang sistem pengontrolan suhu di dalam ruang yang didesain untuk industri plastik dan komposit.

Adapun manfaat dan kontribusi penelitian ini pada pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni, pemecahan masalah pembangunan atau pengembangan kelembagaan adalah :

1. Memberikan sumbangsih berupa pemikiran, rancangan dan produk mesin hot press yang efisien, hemat energi dan murah bagi dunia industri khususnya plastik dan komposit.
2. Meningkatkan daya saing Unimed secara nasional, regional dan internasional dalam bidang riset dan publikasi ilmiah.
3. Meningkatkan angka partisipasi dosen dalam melaksanakan penelitian dan publikasi ilmiah.
4. Membantu pemerintah dalam mewujudkan kemandirian bangsa dalam bidang pengadaan mesin hot press.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

### 4.1. Jenis Penelitian

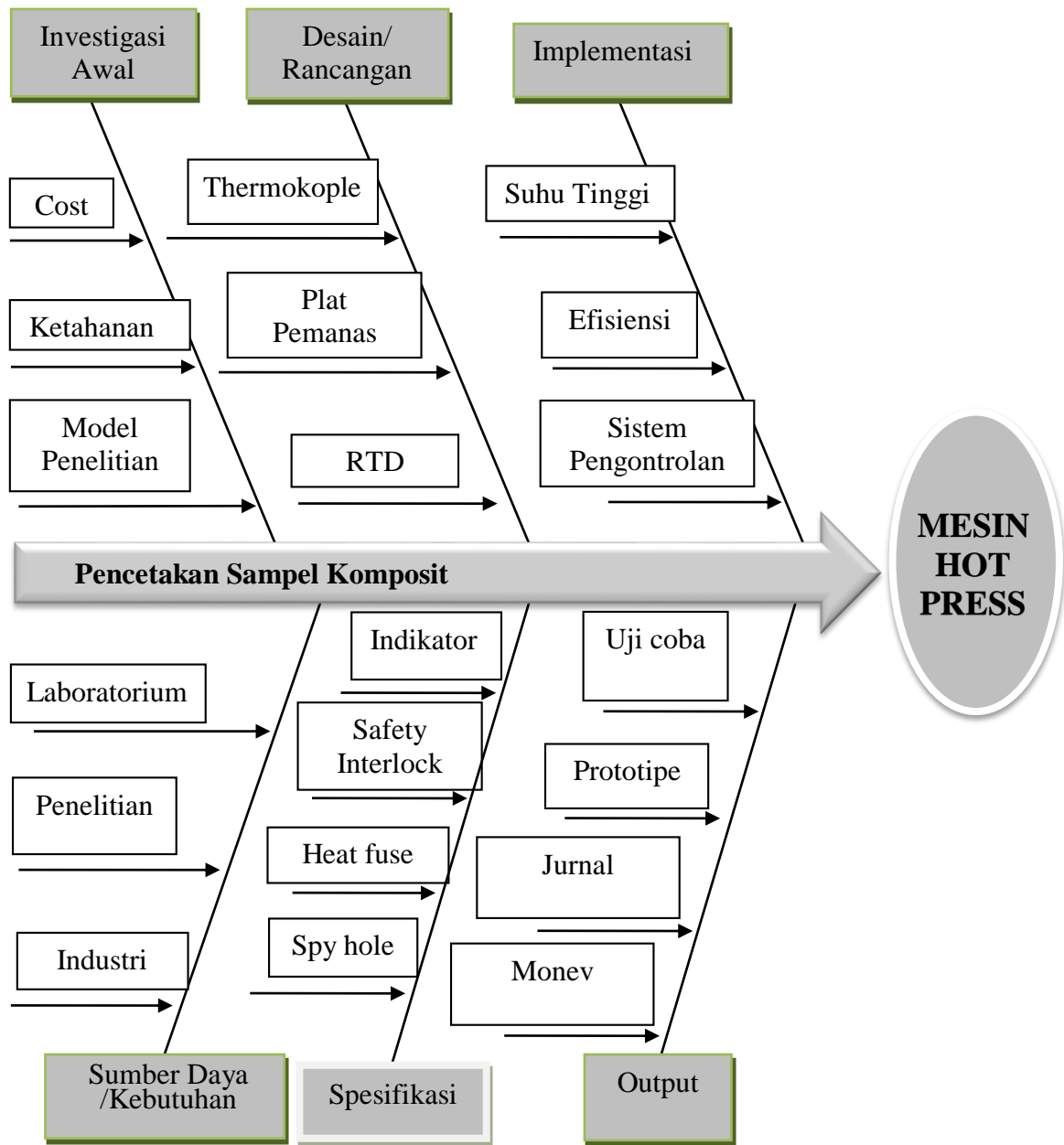
Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan alat berbasis eksperimen berskala Laboratorium serta ditujukan untuk diimplementasikan kedalam penelitian KDBK Prodi Fisika FMIPA UNIMED dan menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun diagram penelitian yang direncanakan dalam usulan ini ditunjukkan pada Gambar 4.1. berdasarkan gambar terlihat bahwa telah dilakukan penelitian sebelumnya untuk mendukung keberhasilan proses penelitian ini. Dalam diagram tersebut juga terlihat bahwa diakhir pelaksanaan penelitian akan dihasilkan sebuah prototipe mesin hot press dan memiliki efisiensi daya yang tinggi. Parameter struktur, listrik, dan termal akan ditelusuri untuk mengetahui performa dari mesin press ini.

### 4.2. Tempat Penelitian

Untuk mewujudkan tujuan penelitian ini sesuai target maka penelitian ini akan dilakukan dari bulan April sampai September dengan 2021. Sedangkan tempat pelaksanaan akan dipusatkan pada Laboratorium Fisika FMIPA Unimed meliputi desain, perancangan, dan uji coba alat. Sedangkan beberapa pelaksanaan uji coba dan pembuatan bagian luar mesin hot press akan dilakukan di PT. Kawan Lama Sejahtera yang berlokasi di Jl. Gajah Mada Petisah Hulu, Medan Petisah, Medan.

### 4.3. Pengumpulan dan Teknis Analisis Data

Jenis data yang diperoleh dari penelitian ini merupakan data kuantitatif. Data kuantitatif berupa angka pasti dari hasil pengukuran alat-alat terstandarisasi seperti halnya pengukuran kenaikan suhu, pengukuran tegangan listrik, data sistem pengontrolan, pengukuran hasil sensor pyrometer dan uji kekuatan material *refractory*. Data tersebut dalam beberapa format ekstensi numerik yang perlu diolah dan dikonversi kedalam bentuk grafik dan tabel. Selanjutnya dilakukan analisis sesuai dengan fenomena yang terjadi dengan membandingkan ke beberapa hasil dari artikel jurnal bereputasi sebelumnya.



**Gambar 4.1** Diagram Alir Penelitian

## BAB 5. HASIL DAN LUARAN PENELITIAN

Persamaan konduksi panas dua dimensi adalah persamaan diferensial parsial  $k \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) = \frac{\partial T}{\partial t}$  dengan  $T$  adalah temperature pada posisi  $(x,y)$  dari sebuah plat, konstan difusitas  $k$  sama dengan  $K/\sigma\mu$ . Besaran-besaran konduktivitas termal  $k$ , panas spesifik  $\sigma$  dan kerapatan (yaitu massa per satuan volume)  $\mu$  dianggap konstan. Untuk proses keadaan mantap (*steady state*), variabel takbebas  $u$  tidak tergantung pada waktu  $t$ , sehingga persamaan difusi tersebut tersederhanakan menjadi persamaan Laplace (Wospakrik, 1993). Persamaan tersebut adalah  $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$ . Temperatur dalam keadaan mantap adalah temperatur yang didapat setelah waktu yang cukup lama. Persamaannya didapatkan dengan mengganti harga  $\frac{\partial T}{\partial t}$  dengan 0 pada persamaan konduksi panas  $\frac{\partial T}{\partial t} = k\nabla^2 T$  dimana  $\nabla^2 T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$ . Transformasi  $x = r \cos \theta$  dan  $y = r \sin \theta$ ,  $r \geq 0, 0 \leq \theta \leq 2\pi$  membawa persamaan Laplace dalam koordinat kutub,  $\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} = 0$  (Spigel 1986). Dalam hal ini posisi  $(x,y)$  bertransformasi menjadi  $(r, \theta)$ .

Bentuk umum persamaan diferensial parsial linear orde dua,

$$A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + D \frac{\partial u}{\partial x} + E \frac{\partial u}{\partial y} + Fu = G \quad (1)$$

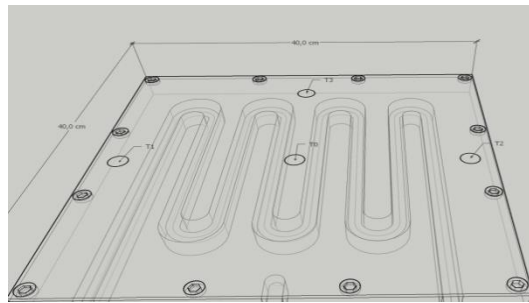
dengan  $A, B, C, D, E, F, G$  adalah fungsi-fungsi dalam  $x$  dan  $y$  serta bukan fungsi dalam  $u$ . Persamaan orde dua dengan variabel bebas  $x$  dan  $y$  yang tidak mempunyai bentuk seperti pada persamaan (1) disebut nonlinear. Apabila  $G = 0$ , persamaan (1) disebut homogen, sedangkan jika  $G \neq 0$  disebut tidak homogen. Untuk mendapatkan penyelesaian umum dari persamaan diferensial parsial digunakan Teorema Superposisi yaitu: jika  $u_1, u_2, \dots, u_n$  adalah penyelesaian-penyelesaian dari persamaan (1) dengan  $G = 0$ , maka  $c_1 u_1 + c_2 u_2 + \dots + c_n u_n$ , dengan  $c_1, c_2, \dots, c_n$  sebagai konstan, adalah juga penyelesaian.

Salah satu metode penyelesaian persamaan diferensial parsial yang digunakan adalah Metode Pemisahan Variabel. Metode ini bertitik tolak dari anggapan bahwa suatu penyelesaian dapat ditulis sebagai perkalian antara fungsi-fungsi yang tidak diketahui, yang masing-masing

tergantung hanya pada satu variabel bebas. Keberhasilan dari metode ini betumpu pada kenyataan bahwa persamaan yang dihasilkan dapat ditulis sedemikian sehingga salah satu ruas persamaan tersebut tergantung hanya pada satu variabel, sedang ruas yang lainnya tergantung pada variabel-variabel sisanya. Kesimpulannya bahwa masing-masing ruas tersebut konstan. Selanjutnya, superposisi dari penyelesaian-penyelesaian ini dapat digunakan untuk mendapatkan penyelesaian yang sesungguhnya (Spiegel, 1986).

### 5.1 Pengujian plat pemanas

Pembuatan mesin hotpress membutuhkan data yang spesifik antara lain ialah menentukan pola distribusi panas pada plat pemanas. Dalam menentukan pola distribusi panas pada mesin hotpress, harus kita ketahui besaran konduktifitas termal ( $U$ ), titik koordinat masing-masing pengukuran kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress.



**Gambar 5.1 Ilustrasi pengukuran suhu untuk pengujian distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress**

Berdasarkan Gambar 5.1, dapat kita ketahui bahwa dimensi permukaan plat pemanas sebesar (40 x 40) cm, dan posisi masing-masing titik pengukuran suhu berdasarkan koordinat cartesius dimana,  $T_0(x,y) = (0,0)$  sebagai titik sumber panas,  $T_1(x,y) = (-17.5,0)$ ,  $T_2(x,y) = (17.5,0)$ ,  $T_3(x,y) = (0,17.5)$ .

**Tabel 5.1 Nilai konduktivitas termal**

| Bahan             | k<br>W/m.°C |
|-------------------|-------------|
| Logam             |             |
| Perak (murni)     | 410         |
| Tembaga (murni)   | 385         |
| Alumunium (murni) | 202         |

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Nikel (murni)                   | 93   |
| Besi (murni)                    | 73   |
| Baja karbon, 1% C               | 43   |
| Timbal (murni)                  | 35   |
| Baja krom-nikel<br>(18%Cr,8%Ni) | 16.3 |
| Bukan logam                     |      |



|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Kuarsa (sejajar sumbu) | 41.6         |
| Magnesit               | 4.15         |
| Marmar                 | 2.08<br>2.94 |
| Batu pasir             | 1.83         |
| Kaca, jendela          | 0.78         |
| Kayu ampel atau ek     | 0.17         |
| Serbuk gergaji         | 0.059        |
| Wol kaca               | 0.038        |
| Zat cair               |              |

|   |        |
|---|--------|
| Air – raksa                               | 8.21   |
| Air                                       | 0.556  |
| Amonia                                    | 0.540  |
| Minyak lumas SAE 50                       | 0.147  |
| Freon 12, CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> | 0.073  |
| Gas                                       |        |
| Hydrogen                                  | 0.175  |
| Helium                                    | 0.141  |
| Udara                                     | 0.024  |
| Uap ar (jenuh)                            | 0.0206 |
| Karbon dioksida                           | 0.0146 |

### 5.1.1. Pengujian I

Tabel 1.2 menunjukkan distribusi kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress

Dimana:

T<sub>0</sub>: Suhu permukaan plat bagian bawah, (°C).      T<sub>3</sub>: Suhu permukaan plat bagian Atas, (°C).

T<sub>1</sub>: Suhu permukaan plat bagian kiri, (°C).      t : Waktu tempuh kenaikan suhu, (s).

T<sub>2</sub>: Suhu permukaan plat bagian kanan, (°C).

**Tabel 5.2 Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu 100°C**

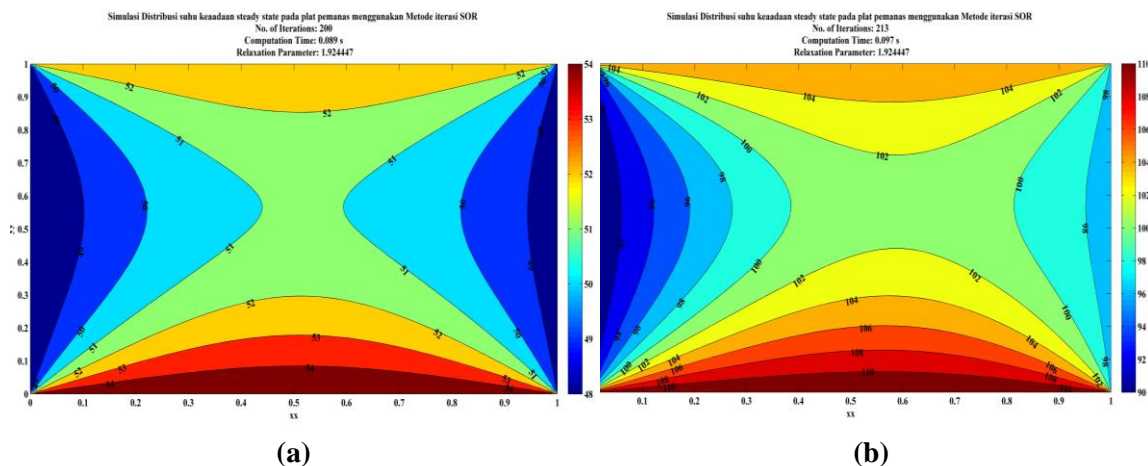
| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 0  | 55.0                   | 48.0                   | 53.0                   | 47.5                   | 0        |
| 1  | 54.0                   | 48.0                   | 52.0                   | 47.2                   | 120      |
| 2  | 55.0                   | 48.0                   | 53.0                   | 47.7                   | 240      |
| 3  | 59.0                   | 48.0                   | 54.0                   | 49.0                   | 360      |
| 4  | 64.0                   | 48.0                   | 58.0                   | 50.9                   | 480      |
| 5  | 70.0                   | 49.0                   | 61.0                   | 53.2                   | 600      |
| 6  | 76.0                   | 51.0                   | 65.0                   | 56.1                   | 720      |
| 7  | 82.0                   | 52.0                   | 70.0                   | 59.3                   | 840      |
| 8  | 87.0                   | 54.0                   | 74.0                   | 62.0                   | 960      |
| 9  | 93.0                   | 56.0                   | 79.0                   | 65.4                   | 1080     |
| 10 | 99.0                   | 59.0                   | 84.0                   | 68.5                   | 1200     |
| 11 | 104.0                  | 61.0                   | 89.0                   | 72.1                   | 1320     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 12 | 110.0                  | 64.0                   | 94.0                   | 75.9                   | 1440     |
| 13 | 115.0                  | 66.0                   | 98.0                   | 78.8                   | 1560     |
| 14 | 120.0                  | 69.0                   | 102.0                  | 82.4                   | 1680     |
| 15 | 125.0                  | 72.0                   | 107.0                  | 85.7                   | 1800     |
| 16 | 130.0                  | 75.0                   | 111.0                  | 89.3                   | 1920     |
| 17 | 134.0                  | 77.0                   | 115.0                  | 92.0                   | 2040     |
| 18 | 137.0                  | 80.0                   | 119.0                  | 94.7                   | 2160     |
| 19 | 139.0                  | 82.0                   | 121.0                  | 96.8                   | 2280     |
| 20 | 139.0                  | 84.0                   | 121.0                  | 98.1                   | 2400     |
| 21 | 138.0                  | 86.0                   | 121.0                  | 99.0                   | 2520     |
| 22 | 136.0                  | 87.0                   | 120.0                  | 99.5                   | 2640     |
| 23 | 134.0                  | 88.0                   | 119.0                  | 99.8                   | 2760     |
| 24 | 131.0                  | 89.0                   | 117.0                  | 99.9                   | 2880     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 25 | 128.0                  | 89.0                   | 115.0                  | 99.7                   | 3000     |
| 26 | 125.0                  | 90.0                   | 113.0                  | 99.4                   | 3120     |
| 27 | 121.0                  | 90.0                   | 111.0                  | 99.0                   | 3240     |
| 28 | 119.0                  | 90.0                   | 109.0                  | 98.5                   | 3360     |
| 29 | 116.0                  | 90.0                   | 107.0                  | 97.8                   | 3480     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 30 | 112.0                  | 90.0                   | 106.0                  | 97.2                   | 3600     |
| 31 | 110.0                  | 89.0                   | 104.0                  | 96.5                   | 3720     |

Berdasarkan data pada Tabel 1.2 dapat diketahui bahwa pada saat proses pengujian kenaikan suhu, pada saat  $t=0s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang kecil antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $T_1$ )  $\Delta T = 7.5^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=720s$  sampai dengan  $t=2040s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang mulai membesar antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri  $\Delta T \approx 11^\circ C - 19^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=2160s$  sampai dengan  $t=3720s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran mulai mengecil kembali antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri  $\Delta T \approx 11^\circ C - 19^\circ C$ . Hal ini yang menandakan bahwa dibutuhkan waktu 3600s untuk menaikkan suhu permukaan plat pemanas untuk mencapai suhu yang mendekati  $100^\circ C$  pada seluruh bagian plat pemanas. Berdasarkan data distribusi pengukuran suhu pada Tabel 1.2 dapat disimulasi dalam komputasi numerik distribusi suhu plat pemanas menggunakan metode Metode Iterasi Successive Over Relaxation (SOR), pada saat  $t=0s$ ,  $t=3600s$ .



**Gambar 5.2** (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=0s$   
(b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=3600s$

### 5.1.2. Pengujian II

Tabel 1.3 menunjukkan distribusi kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress

Dimana:

$T_0$ : Suhu permukaan plat bagian bawah, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $T_3$ : Suhu permukaan plat bagian Atas, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_1$ : Suhu permukaan plat bagian kiri, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $t$ : Waktu tempuh kenaikan suhu, (s).

$T_2$ : Suhu permukaan plat bagian kanan, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

**Tabel 5.3 Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu  $150^{\circ}\text{C}$**

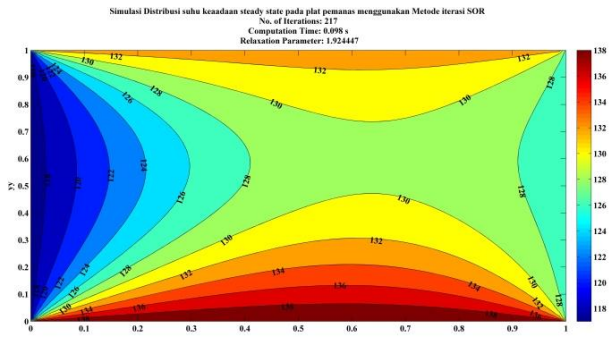
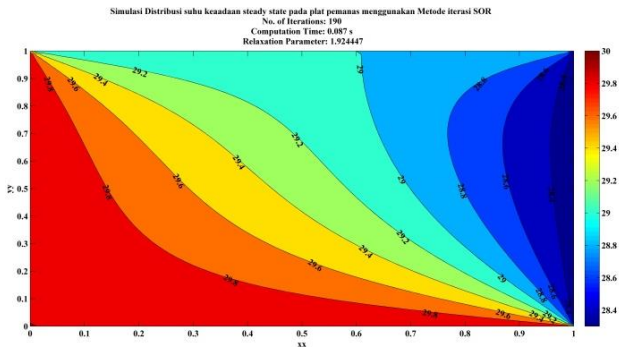
| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | t<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 0  | 30.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 28.3                            | 0        |
| 1  | 30.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 28.4                            | 120      |
| 2  | 32.0                            | 30.0                            | 30.0                            | 29.1                            | 240      |
| 3  | 36.0                            | 31.0                            | 32.0                            | 30.5                            | 360      |
| 4  | 42.0                            | 31.0                            | 35.0                            | 32.6                            | 480      |
| 5  | 49.0                            | 33.0                            | 39.0                            | 35.0                            | 600      |
| 6  | 57.0                            | 34.0                            | 45.0                            | 38.5                            | 720      |
| 7  | 65.0                            | 36.0                            | 49.0                            | 41.5                            | 840      |
| 8  | 70.0                            | 38.0                            | 54.0                            | 44.8                            | 960      |
| 9  | 76.0                            | 41.0                            | 60.0                            | 48.4                            | 1080     |
| 10 | 82.0                            | 44.0                            | 65.0                            | 52.3                            | 1200     |
| 11 | 88.0                            | 46.0                            | 70.0                            | 55.9                            | 1320     |
| 12 | 94.0                            | 49.0                            | 75.0                            | 59.6                            | 1440     |
| 13 | 99.0                            | 52.0                            | 80.0                            | 63.0                            | 1560     |
| 14 | 105.0                           | 55.0                            | 85.0                            | 66.8                            | 1680     |
| 15 | 110.0                           | 57.0                            | 90.0                            | 70.3                            | 1800     |
| 16 | 115.0                           | 60.0                            | 94.0                            | 73.9                            | 1920     |
| 17 | 120.0                           | 63.0                            | 99.0                            | 77.5                            | 2040     |
| 18 | 124.0                           | 66.0                            | 104.0                           | 81.2                            | 2160     |
| 19 | 129.0                           | 69.0                            | 108.0                           | 84.7                            | 2280     |
| 20 | 133.0                           | 72.0                            | 113.0                           | 88.3                            | 2400     |
| 21 | 137.0                           | 75.0                            | 117.0                           | 91.8                            | 2520     |
| 22 | 141.0                           | 78.0                            | 121.0                           | 95.2                            | 2640     |

| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | t<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 23 | 145.0                           | 81.0                            | 125.0                           | 98.7                            | 2760     |
| 24 | 149.0                           | 84.0                            | 130.0                           | 102.0                           | 2880     |
| 25 | 153.0                           | 86.0                            | 133.0                           | 105.2                           | 3000     |
| 26 | 156.0                           | 89.0                            | 137.0                           | 108.4                           | 3120     |
| 27 | 160.0                           | 92.0                            | 141.0                           | 111.6                           | 3240     |
| 28 | 163.0                           | 94.0                            | 145.0                           | 114.9                           | 3360     |
| 29 | 166.0                           | 97.0                            | 149.0                           | 118.5                           | 3480     |
| 30 | 170.0                           | 100.0                           | 153.0                           | 121.9                           | 3600     |
| 31 | 174.0                           | 102.0                           | 156.0                           | 124.6                           | 3720     |
| 32 | 178.0                           | 104.0                           | 160.0                           | 127.6                           | 3840     |
| 33 | 181.0                           | 107.0                           | 162.0                           | 129.7                           | 3960     |
| 34 | 187.0                           | 109.0                           | 163.0                           | 131.4                           | 4080     |
| 35 | 188.0                           | 111.0                           | 164.0                           | 132.4                           | 4200     |
| 36 | 185.0                           | 113.0                           | 162.0                           | 133.0                           | 4320     |
| 37 | 181.0                           | 114.0                           | 161.0                           | 133.0                           | 4440     |
| 38 | 176.0                           | 114.0                           | 158.0                           | 132.3                           | 4560     |
| 39 | 171.0                           | 115.0                           | 155.0                           | 131.7                           | 4680     |
| 40 | 166.0                           | 115.0                           | 153.0                           | 130.3                           | 4800     |
| 41 | 161.0                           | 115.0                           | 150.0                           | 129.2                           | 4920     |
| 42 | 156.0                           | 115.0                           | 147.0                           | 128.3                           | 5040     |
| 43 | 152.0                           | 115.0                           | 144.0                           | 127.3                           | 5160     |
| 44 | 148.0                           | 114.0                           | 142.0                           | 126.2                           | 5280     |
| 45 | 145.0                           | 114.0                           | 139.0                           | 125.0                           | 5400     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 46 | 142.0                  | 114.0                  | 137.0                  | 124.1                  | 5520     |
| 47 | 140.0                  | 113.0                  | 135.0                  | 123.4                  | 5640     |
| 48 | 140.0                  | 113.0                  | 134.0                  | 123.1                  | 5760     |
| 49 | 141.0                  | 113.0                  | 134.0                  | 123.4                  | 5880     |
| 50 | 144.0                  | 113.0                  | 135.0                  | 123.8                  | 6000     |
| 51 | 149.0                  | 113.0                  | 137.0                  | 125.2                  | 6120     |
| 52 | 154.0                  | 114.0                  | 139.0                  | 126.7                  | 6240     |
| 53 | 169.0                  | 114.0                  | 142.0                  | 128.3                  | 6360     |
| 54 | 164.0                  | 115.0                  | 144.0                  | 130.0                  | 6480     |
| 55 | 167.0                  | 117.0                  | 147.0                  | 131.7                  | 6600     |
| 56 | 167.0                  | 117.0                  | 148.0                  | 132.3                  | 6720     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 57 | 166.0                  | 118.0                  | 148.0                  | 132.6                  | 6840     |
| 58 | 163.0                  | 119.0                  | 147.0                  | 132.6                  | 6960     |
| 59 | 160.0                  | 119.0                  | 146.0                  | 132.5                  | 7080     |
| 60 | 157.0                  | 119.0                  | 144.0                  | 132.1                  | 7200     |
| 61 | 153.0                  | 119.0                  | 142.0                  | 131.4                  | 7320     |
| 62 | 150.0                  | 119.0                  | 140.0                  | 130.6                  | 7440     |
| 63 | 146.0                  | 119.0                  | 138.0                  | 129.6                  | 7560     |
| 64 | 143.0                  | 119.0                  | 136.0                  | 128.6                  | 7680     |
| 65 | 141.0                  | 118.0                  | 135.0                  | 127.8                  | 7800     |
| 66 | 140.0                  | 117.0                  | 133.0                  | 127.0                  | 7920     |
|    |                        |                        |                        |                        |          |

Berdasarkan data pada Tabel 1.3 dapat diketahui bahwa pada saat proses pengujian kenaikan suhu, pada saat  $t=0s$ , diketahui tidak ada selisih perbedaan suhu pengukuran antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $T_1$ )  $\Delta T=0^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=480$  sampai dengan  $t=4320s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang membesar antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 11^\circ C - 78^\circ C$ ). Hingga pada saat  $t=4440s$  sampai dengan  $t=7920s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran mulai mengecil kembali antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 32^\circ C - 77^\circ C$ ). Hal ini yang menandakan bahwa dibutuhkan waktu  $7920s$  untuk menaikkan suhu permukaan plat pemanas untuk mencapai suhu yang mendekati  $150^\circ C$  pada seluruh bagian plat pemanas. Berdasarkan data distribusi pengukuran suhu pada Tabel 1.3 dapat disimulasi dalam komputasi numerik distribusi suhu plat pemanas menggunakan menggunakan metode Metode Iterasi Successive Over Relaxation (SOR), pada saat  $t=0s$ ,  $t=7800s$ .



**Gambar 5.3** (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=0s$   
 (b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=7800s$

### 5.1.3. Pengujian III

Tabel 1.4 menunjukkan distribusi kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress

Dimana:

$T_0$ : Suhu permukaan plat bagian bawah, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $T_3$ : Suhu permukaan plat bagian Atas, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_1$ : Suhu permukaan plat bagian kiri, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $t$ : Waktu tempuh kenaikan suhu, (s).

$T_2$ : Suhu permukaan plat bagian kanan, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

**Tabel 5.4 Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu  $200^{\circ}\text{C}$**

| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | T<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 0  | 30.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 28.3                            | 0        |
| 1  | 30.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 28.4                            | 120      |
| 2  | 32.0                            | 30.0                            | 30.0                            | 29.1                            | 240      |
| 3  | 36.0                            | 31.0                            | 32.0                            | 30.5                            | 360      |
| 4  | 42.0                            | 31.0                            | 35.0                            | 32.6                            | 480      |
| 5  | 49.0                            | 33.0                            | 39.0                            | 35.0                            | 600      |
| 6  | 57.0                            | 34.0                            | 45.0                            | 38.5                            | 720      |
| 7  | 65.0                            | 36.0                            | 49.0                            | 41.5                            | 840      |
| 8  | 70.0                            | 38.0                            | 54.0                            | 44.8                            | 960      |
| 9  | 76.0                            | 41.0                            | 60.0                            | 48.4                            | 1080     |
| 10 | 82.0                            | 44.0                            | 65.0                            | 52.3                            | 1200     |
| 11 | 88.0                            | 46.0                            | 70.0                            | 55.9                            | 1320     |
| 12 | 94.0                            | 49.0                            | 75.0                            | 59.6                            | 1440     |
| 13 | 99.0                            | 52.0                            | 80.0                            | 63.0                            | 1560     |
| 14 | 105.0                           | 55.0                            | 85.0                            | 66.8                            | 1680     |
| 15 | 110.0                           | 57.0                            | 90.0                            | 70.3                            | 1800     |
| 16 | 115.0                           | 60.0                            | 94.0                            | 73.9                            | 1920     |
| 17 | 120.0                           | 63.0                            | 99.0                            | 77.5                            | 2040     |
| 18 | 124.0                           | 66.0                            | 104.0                           | 81.2                            | 2160     |
| 19 | 129.0                           | 69.0                            | 108.0                           | 84.7                            | 2280     |
| 20 | 133.0                           | 72.0                            | 113.0                           | 88.3                            | 2400     |
| 21 | 137.0                           | 75.0                            | 117.0                           | 91.8                            | 2520     |
| 22 | 141.0                           | 78.0                            | 121.0                           | 95.2                            | 2640     |

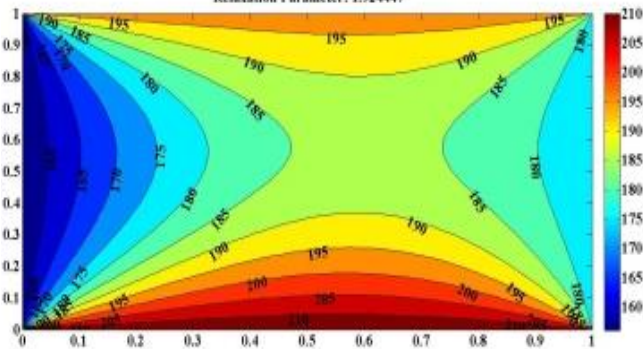
| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | T<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 23 | 145.0                           | 81.0                            | 125.0                           | 98.7                            | 2760     |
| 24 | 149.0                           | 84.0                            | 130.0                           | 102.0                           | 2880     |
| 25 | 153.0                           | 86.0                            | 133.0                           | 105.2                           | 3000     |
| 26 | 156.0                           | 89.0                            | 137.0                           | 108.4                           | 3120     |
| 27 | 160.0                           | 92.0                            | 141.0                           | 111.6                           | 3240     |
| 28 | 163.0                           | 94.0                            | 145.0                           | 114.9                           | 3360     |
| 29 | 166.0                           | 97.0                            | 149.0                           | 118.5                           | 3480     |
| 30 | 170.0                           | 100.0                           | 153.0                           | 121.9                           | 3600     |
| 31 | 174.0                           | 102.0                           | 156.0                           | 124.6                           | 3720     |
| 32 | 178.0                           | 104.0                           | 160.0                           | 127.6                           | 3840     |
| 33 | 181.0                           | 107.0                           | 162.0                           | 129.7                           | 3960     |
| 34 | 187.0                           | 109.0                           | 163.0                           | 131.4                           | 4080     |
| 35 | 188.0                           | 111.0                           | 164.0                           | 132.4                           | 4200     |
| 36 | 185.0                           | 113.0                           | 162.0                           | 133.0                           | 4320     |
| 37 | 181.0                           | 114.0                           | 161.0                           | 133.0                           | 4440     |
| 38 | 176.0                           | 114.0                           | 158.0                           | 132.3                           | 4560     |
| 39 | 171.0                           | 115.0                           | 155.0                           | 131.7                           | 4680     |
| 40 | 166.0                           | 115.0                           | 153.0                           | 130.3                           | 4800     |
| 41 | 161.0                           | 115.0                           | 150.0                           | 129.2                           | 4920     |
| 42 | 156.0                           | 115.0                           | 147.0                           | 128.3                           | 5040     |
| 43 | 152.0                           | 115.0                           | 144.0                           | 127.3                           | 5160     |
| 44 | 148.0                           | 114.0                           | 142.0                           | 126.2                           | 5280     |
| 45 | 145.0                           | 114.0                           | 139.0                           | 125.0                           | 5400     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | T<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 46 | 142.0                  | 114.0                  | 137.0                  | 124.1                  | 5520     |
| 47 | 140.0                  | 113.0                  | 135.0                  | 123.4                  | 5640     |
| 48 | 140.0                  | 113.0                  | 134.0                  | 123.1                  | 5760     |
| 49 | 141.0                  | 113.0                  | 134.0                  | 123.4                  | 5880     |
| 50 | 144.0                  | 113.0                  | 135.0                  | 123.8                  | 6000     |
| 51 | 149.0                  | 113.0                  | 137.0                  | 125.2                  | 6120     |
| 52 | 154.0                  | 114.0                  | 139.0                  | 126.7                  | 6240     |
| 53 | 169.0                  | 114.0                  | 142.0                  | 128.3                  | 6360     |
| 54 | 164.0                  | 115.0                  | 144.0                  | 130.0                  | 6480     |
| 55 | 167.0                  | 117.0                  | 147.0                  | 131.7                  | 6600     |
| 56 | 167.0                  | 117.0                  | 148.0                  | 132.3                  | 6720     |
| 57 | 166.0                  | 118.0                  | 148.0                  | 132.6                  | 6840     |
| 58 | 163.0                  | 119.0                  | 147.0                  | 132.6                  | 6960     |
| 59 | 160.0                  | 119.0                  | 146.0                  | 132.5                  | 7080     |
| 60 | 157.0                  | 119.0                  | 144.0                  | 132.1                  | 7200     |
| 61 | 153.0                  | 119.0                  | 142.0                  | 131.4                  | 7320     |
| 62 | 150.0                  | 119.0                  | 140.0                  | 130.6                  | 7440     |
| 63 | 146.0                  | 119.0                  | 138.0                  | 129.6                  | 7560     |
| 64 | 143.0                  | 119.0                  | 136.0                  | 128.6                  | 7680     |
| 65 | 141.0                  | 118.0                  | 135.0                  | 127.8                  | 7800     |
| 66 | 140.0                  | 117.0                  | 133.0                  | 127.0                  | 7920     |
| 67 | 145.0                  | 117.0                  | 134.0                  | 127.4                  | 8040     |
| 68 | 147.0                  | 117.0                  | 135.0                  | 128.0                  | 8160     |
| 69 | 150.0                  | 117.0                  | 137.0                  | 129.4                  | 8280     |
| 70 | 156.0                  | 117.0                  | 139.0                  | 130.4                  | 8400     |
| 71 | 161.0                  | 118.0                  | 142.0                  | 132.0                  | 8520     |
| 72 | 167.0                  | 119.0                  | 145.0                  | 134.0                  | 8640     |
| 73 | 171.0                  | 120.0                  | 148.0                  | 136.0                  | 8760     |
| 74 | 177.0                  | 121.0                  | 153.0                  | 138.4                  | 8880     |
| 75 | 180.0                  | 123.0                  | 156.0                  | 140.7                  | 9000     |
| 76 | 183.0                  | 124.0                  | 160.0                  | 142.0                  | 9120     |
| 77 | 186.0                  | 126.0                  | 164.0                  | 145.4                  | 9240     |
| 78 | 189.0                  | 127.0                  | 167.0                  | 147.6                  | 9360     |
| 79 | 192.0                  | 129.0                  | 171.0                  | 149.8                  | 9480     |
| 80 | 195.0                  | 131.0                  | 174.0                  | 152.2                  | 9600     |
| 81 | 198.0                  | 132.0                  | 178.0                  | 154.5                  | 9720     |

| n   | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | T<br>(s) |
|-----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 82  | 201.0                  | 134.0                  | 181.0                  | 156.7                  | 9840     |
| 83  | 204.0                  | 136.0                  | 185.0                  | 158.9                  | 9960     |
| 84  | 207.0                  | 137.0                  | 188.0                  | 161.0                  | 10080    |
| 85  | 210.0                  | 139.0                  | 191.0                  | 163.4                  | 10200    |
| 86  | 213.0                  | 141.0                  | 195.0                  | 165.7                  | 10320    |
| 87  | 216.0                  | 142.0                  | 197.0                  | 167.8                  | 10440    |
| 88  | 219.0                  | 144.0                  | 200.0                  | 169.8                  | 10560    |
| 89  | 221.0                  | 146.0                  | 203.0                  | 171.8                  | 10680    |
| 90  | 223.0                  | 147.0                  | 206.0                  | 173.7                  | 10800    |
| 91  | 225.0                  | 149.0                  | 208.0                  | 175.2                  | 10920    |
| 92  | 225.0                  | 150.0                  | 209.0                  | 175.9                  | 11040    |
| 93  | 224.0                  | 151.0                  | 209.0                  | 175.9                  | 11160    |
| 94  | 222.0                  | 152.0                  | 207.0                  | 175.4                  | 11280    |
| 95  | 219.0                  | 153.0                  | 205.0                  | 174.1                  | 11400    |
| 96  | 215.0                  | 152.0                  | 202.0                  | 173.3                  | 11520    |
| 97  | 210.0                  | 152.0                  | 198.0                  | 172.1                  | 11640    |
| 98  | 204.0                  | 152.0                  | 193.0                  | 170.1                  | 11760    |
| 99  | 198.0                  | 151.0                  | 191.0                  | 169.1                  | 11880    |
| 100 | 193.0                  | 151.0                  | 187.0                  | 167.7                  | 12000    |
| 101 | 189.0                  | 150.0                  | 184.0                  | 166.4                  | 12120    |
| 102 | 187.0                  | 149.0                  | 181.0                  | 165.2                  | 12240    |
| 103 | 187.0                  | 149.0                  | 180.0                  | 164.7                  | 12360    |
| 104 | 188.0                  | 148.0                  | 179.0                  | 164.6                  | 12480    |
| 105 | 191.0                  | 148.0                  | 180.0                  | 165.2                  | 12600    |
| 106 | 196.0                  | 148.0                  | 182.0                  | 166.4                  | 12720    |
| 107 | 200.0                  | 149.0                  | 184.0                  | 167.6                  | 12840    |
| 108 | 203.0                  | 149.0                  | 186.0                  | 169.0                  | 12960    |
| 109 | 207.0                  | 150.0                  | 189.0                  | 170.5                  | 13080    |
| 110 | 210.0                  | 151.0                  | 192.0                  | 172.2                  | 13200    |
| 111 | 213.0                  | 152.0                  | 195.0                  | 173.9                  | 13320    |
| 112 | 215.0                  | 154.0                  | 197.0                  | 175.3                  | 13440    |
| 113 | 216.0                  | 154.0                  | 199.0                  | 176.4                  | 13560    |
| 114 | 216.0                  | 155.0                  | 199.0                  | 176.8                  | 13680    |
| 115 | 216.0                  | 156.0                  | 199.0                  | 176.6                  | 13800    |
| 116 | 214.0                  | 156.0                  | 198.0                  | 176.2                  | 13920    |

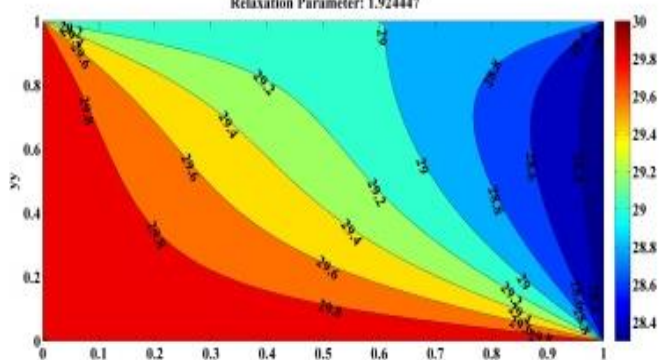
Berdasarkan data pada Tabel 1.4 dapat diketahui bahwa pada saat proses pengujian kenaikan suhu, pada saat  $t=0s$ , diketahui tidak ada selisih perbedaan suhu pengukuran antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $T_1$ )  $\Delta T=0^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=480$  sampai dengan  $t=4320s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang membesar antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 11^\circ C - 78^\circ C$ ). Hingga pada saat  $t=4440s$  sampai dengan  $t=7920s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran mulai mengecil kembali antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 32^\circ C - 77^\circ C$ ). Hal ini yang menandakan bahwa dibutuhkan waktu  $13920s$  untuk menaikkan suhu permukaan plat pemanas untuk mencapai suhu yang mendekati  $200^\circ C$  pada seluruh bagian plat pemanas. Berdasarkan data distribusi pengukuran suhu pada Tabel 1.4 dapat disimulasi dalam komputasi numerik distribusi suhu plat pemanas menggunakan menggunakan metode Metode Iterasi Successive Over Relaxation (SOR), pada saat  $t=0s$ ,  $t=13920s$ .

Simulasi Distribusi suhu keadaan steady state pada plat pemanas menggunakan Metode iterasi SOR  
 No. of Iterations: 223  
 Computation Time: 0.098 s  
 Relaxation Parameter: 1.924447



(a)

Simulasi Distribusi suhu keadaan steady state pada plat pemanas menggunakan Metode iterasi SOR  
 No. of Iterations: 190  
 Computation Time: 0.090 s  
 Relaxation Parameter: 1.924447



(b)

**Gambar 5.4** (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=0s$   
 (b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=13920s$



### 5.1.4. Pengujian IV

Tabel 1.5 menunjukkan distribusi kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress

Dimana:

$T_0$ : Suhu permukaan plat bagian bawah, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $T_3$ : Suhu permukaan plat bagian Atas, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_1$ : Suhu permukaan plat bagian kiri, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $t$ : Waktu tempuh kenaikan suhu, (s).

$T_2$ : Suhu permukaan plat bagian kanan, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

**Tabel 5.5 Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu  $250^{\circ}\text{C}$**

| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | t<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 0  | 29.0                            | 29.0                            | 28.0                            | 28.0                            | 0        |
| 1  | 30.0                            | 29.0                            | 28.0                            | 28.7                            | 120      |
| 2  | 38.0                            | 29.0                            | 28.0                            | 29.6                            | 240      |
| 3  | 50.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 33.4                            | 360      |
| 4  | 63.0                            | 31.0                            | 31.0                            | 35.0                            | 480      |
| 5  | 75.0                            | 31.0                            | 34.0                            | 37.0                            | 600      |
| 6  | 87.0                            | 34.0                            | 36.0                            | 40.5                            | 720      |
| 7  | 99.0                            | 36.0                            | 39.0                            | 44.0                            | 840      |
| 8  | 111.0                           | 39.0                            | 43.0                            | 49.0                            | 960      |
| 9  | 121.0                           | 41.0                            | 46.0                            | 53.4                            | 1080     |
| 10 | 131.0                           | 44.0                            | 49.0                            | 58.5                            | 1200     |
| 11 | 141.0                           | 47.0                            | 54.0                            | 63.5                            | 1320     |
| 12 | 150.0                           | 50.0                            | 57.0                            | 68.5                            | 1440     |
| 13 | 159.0                           | 53.0                            | 61.0                            | 73.5                            | 1560     |
| 14 | 168.0                           | 56.0                            | 65.0                            | 78.3                            | 1680     |
| 15 | 176.0                           | 59.0                            | 69.0                            | 83.3                            | 1800     |
| 16 | 183.0                           | 63.0                            | 73.0                            | 88.4                            | 1920     |
| 17 | 190.0                           | 66.0                            | 77.0                            | 92.8                            | 2040     |
| 18 | 197.0                           | 69.0                            | 81.0                            | 94.2                            | 2160     |
| 19 | 207.0                           | 74.0                            | 86.0                            | 95.7                            | 2280     |
| 20 | 206.0                           | 79.0                            | 89.0                            | 104.1                           | 2400     |
| 21 | 218.0                           | 81.0                            | 91.0                            | 115.5                           | 2520     |
| 22 | 224.0                           | 84.0                            | 94.0                            | 126.0                           | 2640     |

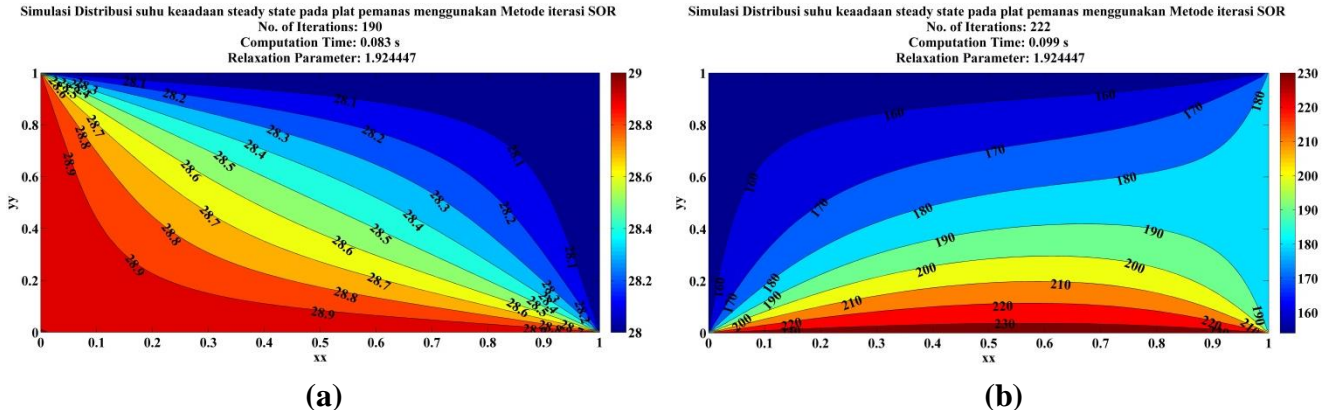
| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | t<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 23 | 229.0                           | 87.0                            | 97.0                            | 132.6                           | 2760     |
| 24 | 233.0                           | 90.0                            | 100.0                           | 137.6                           | 2880     |
| 25 | 239.0                           | 93.0                            | 103.0                           | 142.3                           | 3000     |
| 26 | 242.0                           | 96.0                            | 106.0                           | 146.5                           | 3120     |
| 27 | 246.0                           | 99.0                            | 109.0                           | 149.9                           | 3240     |
| 28 | 250.0                           | 102.0                           | 112.0                           | 153.4                           | 3360     |
| 29 | 254.0                           | 104.0                           | 115.0                           | 156.6                           | 3480     |
| 30 | 257.0                           | 107.0                           | 118.0                           | 159.5                           | 3600     |
| 31 | 261.0                           | 110.0                           | 120.0                           | 162.4                           | 3720     |
| 32 | 264.0                           | 112.0                           | 123.0                           | 166.1                           | 3840     |
| 33 | 267.0                           | 115.0                           | 126.0                           | 169.0                           | 3960     |
| 34 | 270.0                           | 117.0                           | 128.0                           | 171.7                           | 4080     |
| 35 | 273.0                           | 120.0                           | 131.0                           | 174.8                           | 4200     |
| 36 | 274.0                           | 122.0                           | 133.0                           | 176.5                           | 4320     |
| 37 | 271.0                           | 124.0                           | 135.0                           | 177.6                           | 4440     |
| 38 | 265.0                           | 126.0                           | 136.0                           | 177.6                           | 4560     |
| 39 | 257.0                           | 128.0                           | 137.0                           | 176.3                           | 4680     |
| 40 | 247.0                           | 129.0                           | 137.0                           | 174.5                           | 4800     |
| 41 | 239.0                           | 130.0                           | 137.0                           | 172.7                           | 4920     |
| 42 | 234.0                           | 131.0                           | 137.0                           | 171.4                           | 5040     |
| 43 | 232.0                           | 131.0                           | 136.0                           | 171.1                           | 5160     |
| 44 | 234.0                           | 132.0                           | 136.0                           | 171.8                           | 5280     |
| 45 | 239.0                           | 132.0                           | 137.0                           | 173.4                           | 5400     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 46 | 244.0                  | 133.0                  | 137.0                  | 175.3                  | 5520     |
| 47 | 250.0                  | 134.0                  | 138.0                  | 177.3                  | 5640     |
| 48 | 256.0                  | 135.0                  | 140.0                  | 179.2                  | 5760     |
| 49 | 261.0                  | 137.0                  | 141.0                  | 187.6                  | 5880     |
| 50 | 267.0                  | 138.0                  | 142.0                  | 183.5                  | 6000     |
| 51 | 271.0                  | 139.0                  | 144.0                  | 185.4                  | 6120     |
| 52 | 271.0                  | 140.0                  | 145.0                  | 186.9                  | 6240     |
| 53 | 267.0                  | 142.0                  | 146.0                  | 187.4                  | 6360     |
| 54 | 260.0                  | 143.0                  | 147.0                  | 186.3                  | 6480     |
| 55 | 252.0                  | 143.0                  | 147.0                  | 184.6                  | 6600     |
| 56 | 244.0                  | 144.0                  | 147.0                  | 182.5                  | 6720     |
| 57 | 237.0                  | 144.0                  | 146.0                  | 180.3                  | 6840     |
| 58 | 234.0                  | 144.0                  | 146.0                  | 179.2                  | 6960     |
| 59 | 235.0                  | 144.0                  | 145.0                  | 179.5                  | 7080     |
| 60 | 239.0                  | 144.0                  | 145.0                  | 180.6                  | 7200     |
| 61 | 245.0                  | 144.0                  | 145.0                  | 182.0                  | 7320     |
| 62 | 252.0                  | 145.0                  | 146.0                  | 183.6                  | 7440     |
| 63 | 258.0                  | 146.0                  | 147.0                  | 185.2                  | 7560     |
| 64 | 265.0                  | 147.0                  | 149.0                  | 187.1                  | 7680     |
| 65 | 269.0                  | 148.0                  | 150.0                  | 189.0                  | 7800     |
| 66 | 268.0                  | 149.0                  | 151.0                  | 190.9                  | 7920     |
| 67 | 263.0                  | 150.0                  | 152.0                  | 190.6                  | 8040     |
| 68 | 256.0                  | 150.0                  | 152.0                  | 189.4                  | 8160     |
| 69 | 249.0                  | 151.0                  | 152.0                  | 187.5                  | 8280     |
| 70 | 242.0                  | 151.0                  | 151.0                  | 185.3                  | 8400     |
| 71 | 236.0                  | 150.0                  | 150.0                  | 183.4                  | 8520     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | t<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 72 | 235.0                  | 150.0                  | 150.0                  | 182.5                  | 8640     |
| 73 | 240.0                  | 150.0                  | 154.0                  | 183.5                  | 8760     |
| 74 | 246.0                  | 150.0                  | 149.0                  | 185.1                  | 8880     |
| 75 | 253.0                  | 151.0                  | 150.0                  | 186.7                  | 9000     |
| 76 | 262.0                  | 151.0                  | 151.0                  | 189.1                  | 9120     |
| 77 | 268.0                  | 152.0                  | 153.0                  | 190.9                  | 9240     |
| 78 | 268.0                  | 153.0                  | 153.0                  | 192.3                  | 9360     |
| 79 | 265.0                  | 154.0                  | 154.0                  | 192.5                  | 9480     |
| 80 | 258.0                  | 154.0                  | 154.0                  | 191.4                  | 9600     |
| 81 | 250.0                  | 155.0                  | 154.0                  | 188.8                  | 9720     |
| 82 | 242.0                  | 154.0                  | 154.0                  | 186.3                  | 9840     |
| 83 | 236.0                  | 154.0                  | 153.0                  | 184.1                  | 9960     |
| 84 | 235.0                  | 154.0                  | 152.0                  | 183.5                  | 10080    |
| 85 | 238.0                  | 153.0                  | 152.0                  | 184.0                  | 10200    |
| 86 | 244.0                  | 153.0                  | 151.0                  | 185.5                  | 10320    |
| 87 | 252.0                  | 154.0                  | 152.0                  | 187.5                  | 10440    |
| 88 | 258.0                  | 154.0                  | 154.0                  | 189.0                  | 10560    |
| 89 | 264.0                  | 154.0                  | 154.0                  | 190.6                  | 10680    |
| 90 | 268.0                  | 155.0                  | 155.0                  | 192.0                  | 10800    |
| 91 | 267.0                  | 156.0                  | 155.0                  | 193.0                  | 10920    |
| 92 | 264.0                  | 156.0                  | 156.0                  | 193.0                  | 11040    |
| 93 | 255.0                  | 197.0                  | 196.0                  | 191.0                  | 11160    |
| 94 | 248.0                  | 157.0                  | 156.0                  | 188.0                  | 11280    |
| 95 | 241.0                  | 157.0                  | 155.0                  | 186.0                  | 11400    |
| 96 | 235.0                  | 156.0                  | 154.0                  | 184.0                  | 11520    |

Berdasarkan data pada Tabel 1.5 dapat diketahui bahwa pada saat proses pengujian kenaikan suhu, pada saat  $t=0s$ , diketahui tidak ada selisih perbedaan suhu pengukuran antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $T_1$ )  $\Delta T=0^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=480$  sampai dengan  $t=4200s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang membesar antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 11^\circ C - 153^\circ C$ ). Hingga pada saat  $t=4320s$  sampai dengan  $t=11520s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran mulai mengecil kembali antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 79^\circ C - 152^\circ C$ ). Hal ini yang menandakan bahwa dibutuhkan waktu 11520s untuk menaikkan suhu permukaan plat pemanas untuk mencapai suhu yang mendekati  $250^\circ C$  pada seluruh bagian

plat pemanas. Berdasarkan data distribusi pengukuran suhu pada Tabel 1.5 dapat disimulasi dalam komputasi numerik distribusi suhu plat pemanas menggunakan menggunakan metode Metode Iterasi Successive Over Relaxation (SOR), pada saat  $t=0s$ ,  $t=11520s$ .



**Gambar 5.5** (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=0s$   
 (b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=13920s$

### 5.1.5. Pengujian V

Tabel 1.6 menunjukkan distribusi kenaikan suhu pada plat pemanas mesin hotpress

Dimana:

$T_0$ : Suhu permukaan plat bagian bawah, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $T_3$ : Suhu permukaan plat bagian Atas, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_1$ : Suhu permukaan plat bagian kiri, ( $^{\circ}\text{C}$ ).       $t$ : Waktu tempuh kenaikan suhu, (s).

$T_2$ : Suhu permukaan plat bagian kanan, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

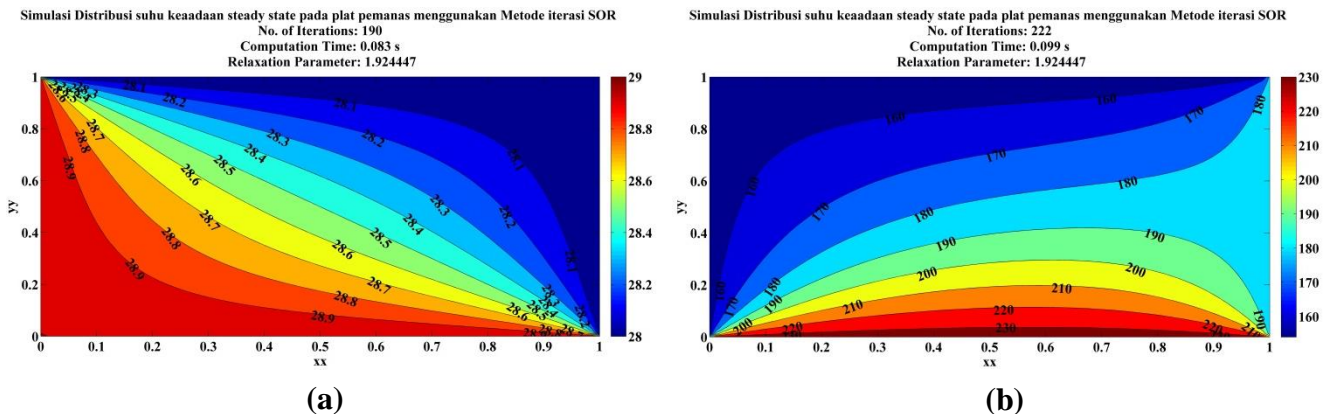
**Tabel 5.6 Hasil pengujian kenaikan suhu plat pemanas hingga suhu  $300^{\circ}\text{C}$**

| n  | $T_0$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_1$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_2$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_3$<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | T<br>(s) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 0  | 30.0                            | 30.0                            | 29.0                            | 28.0                            | 0        |
| 1  | 37.0                            | 31.0                            | 30.0                            | 30.0                            | 120      |
| 2  | 45.0                            | 32.0                            | 30.0                            | 31.6                            | 240      |
| 3  | 57.0                            | 32.0                            | 31.0                            | 34.3                            | 360      |
| 4  | 69.0                            | 33.0                            | 32.0                            | 37.0                            | 480      |
| 5  | 81.0                            | 35.0                            | 34.0                            | 42.0                            | 600      |
| 6  | 92.0                            | 36.0                            | 37.0                            | 46.0                            | 720      |
| 7  | 103.0                           | 38.0                            | 39.0                            | 51.4                            | 840      |
| 8  | 114.0                           | 41.0                            | 43.0                            | 56.8                            | 960      |
| 9  | 125.0                           | 43.0                            | 46.0                            | 61.3                            | 1080     |
| 10 | 135.0                           | 46.0                            | 50.0                            | 66.2                            | 1200     |
| 11 | 145.0                           | 49.0                            | 54.0                            | 71.4                            | 1320     |
| 12 | 154.0                           | 52.0                            | 57.0                            | 76.4                            | 1440     |
| 13 | 164.0                           | 55.0                            | 61.0                            | 81.6                            | 1560     |
| 14 | 172.0                           | 58.0                            | 66.0                            | 86.0                            | 1680     |
| 15 | 180.0                           | 62.0                            | 70.0                            | 91.7                            | 1800     |
| 16 | 187.0                           | 65.0                            | 73.0                            | 96.2                            | 1920     |
| 17 | 194.0                           | 68.0                            | 77.0                            | 101.0                           | 2040     |
| 18 | 201.0                           | 71.0                            | 81.0                            | 105.0                           | 2160     |
| 19 | 207.0                           | 74.0                            | 85.0                            | 109.0                           | 2280     |
| 20 | 213.0                           | 78.0                            | 89.0                            | 114.0                           | 2400     |
| 21 | 218.0                           | 81.0                            | 92.0                            | 118.0                           | 2520     |
| 22 | 223.0                           | 84.0                            | 95.0                            | 122.0                           | 2640     |
| 23 | 228.0                           | 87.0                            | 99.0                            | 126.0                           | 2760     |
| 24 | 233.0                           | 90.0                            | 102.0                           | 130.0                           | 2880     |
| 25 | 237.0                           | 93.0                            | 105.0                           | 133.0                           | 3000     |
| 26 | 241.0                           | 96.0                            | 108.0                           | 137.0                           | 3120     |
| 27 | 245.0                           | 98.0                            | 111.0                           | 140.0                           | 3240     |
| 28 | 249.0                           | 101.0                           | 114.0                           | 144.0                           | 3360     |
| 29 | 252.0                           | 104.0                           | 117.0                           | 147.0                           | 3480     |
| 30 | 255.0                           | 107.0                           | 120.0                           | 150.0                           | 3600     |
| 31 | 259.0                           | 109.0                           | 122.0                           | 153.0                           | 3720     |
| 32 | 263.0                           | 112.0                           | 125.0                           | 156.0                           | 3840     |
| 33 | 266.0                           | 115.0                           | 128.0                           | 159.0                           | 3960     |
| 34 | 269.0                           | 117.0                           | 130.0                           | 161.0                           | 4080     |
| 35 | 272.0                           | 120.0                           | 132.0                           | 164.0                           | 4200     |
| 36 | 275.0                           | 122.0                           | 135.0                           | 167.0                           | 4320     |
| 37 | 277.0                           | 124.0                           | 137.0                           | 169.0                           | 4440     |
| 38 | 280.0                           | 127.0                           | 139.0                           | 171.0                           | 4560     |
| 39 | 282.0                           | 129.0                           | 141.0                           | 174.0                           | 4680     |
| 40 | 284.0                           | 131.0                           | 143.0                           | 176.0                           | 4800     |
| 41 | 286.0                           | 133.0                           | 145.0                           | 178.0                           | 4920     |
| 42 | 289.0                           | 135.0                           | 147.0                           | 180.0                           | 5040     |
| 43 | 290.0                           | 137.0                           | 149.0                           | 182.0                           | 5160     |
| 44 | 292.0                           | 139.0                           | 151.0                           | 184.0                           | 5280     |
| 45 | 294.0                           | 141.0                           | 153.0                           | 186.0                           | 5400     |

| n  | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | T<br>(s) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 46 | 290.0                  | 147.0                  | 158.0                  | 190.0                  | 5520     |
| 47 | 284.0                  | 148.0                  | 158.0                  | 189.0                  | 5640     |
| 48 | 281.0                  | 149.0                  | 159.0                  | 189.0                  | 5760     |
| 49 | 281.0                  | 150.0                  | 159.0                  | 190.0                  | 5880     |
| 50 | 282.0                  | 151.0                  | 160.0                  | 191.0                  | 6000     |
| 51 | 285.0                  | 152.0                  | 160.0                  | 193.0                  | 6120     |
| 52 | 288.0                  | 153.0                  | 161.0                  | 194.0                  | 6240     |
| 53 | 291.0                  | 154.0                  | 162.0                  | 196.0                  | 6360     |
| 54 | 294.0                  | 156.0                  | 163.0                  | 198.0                  | 6480     |
| 55 | 297.0                  | 157.0                  | 165.0                  | 199.0                  | 6600     |
| 56 | 300.0                  | 158.0                  | 166.0                  | 201.0                  | 6720     |
| 57 | 303.0                  | 159.0                  | 167.0                  | 203.0                  | 6840     |
| 58 | 306.0                  | 161.0                  | 169.0                  | 204.0                  | 6960     |
| 59 | 308.0                  | 162.0                  | 170.0                  | 206.0                  | 7080     |
| 60 | 310.0                  | 163.0                  | 171.0                  | 207.0                  | 7200     |
| 61 | 313.0                  | 164.0                  | 172.0                  | 209.0                  | 7320     |
| 62 | 315.0                  | 166.0                  | 174.0                  | 210.0                  | 7440     |
| 63 | 316.0                  | 167.0                  | 175.0                  | 212.0                  | 7560     |
| 64 | 318.0                  | 168.0                  | 176.0                  | 213.0                  | 7680     |
| 65 | 319.0                  | 169.0                  | 178.0                  | 214.0                  | 7800     |
| 66 | 318.0                  | 171.0                  | 178.0                  | 215.0                  | 7920     |
| 67 | 313.0                  | 172.0                  | 179.0                  | 214.0                  | 8040     |
| 68 | 306.0                  | 172.0                  | 179.0                  | 213.0                  | 8160     |
| 69 | 297.0                  | 173.0                  | 179.0                  | 211.0                  | 8280     |
| 70 | 289.0                  | 173.0                  | 178.0                  | 208.0                  | 8400     |
| 71 | 283.0                  | 173.0                  | 178.0                  | 206.0                  | 8520     |
| 72 | 281.0                  | 173.0                  | 177.0                  | 205.0                  | 8640     |
| 73 | 282.0                  | 173.0                  | 177.0                  | 206.0                  | 8760     |
| 74 | 286.0                  | 172.0                  | 176.0                  | 207.0                  | 8880     |
| 75 | 290.0                  | 173.0                  | 176.0                  | 208.0                  | 9000     |
| 76 | 293.0                  | 173.0                  | 177.0                  | 209.0                  | 9120     |
| 77 | 299.0                  | 174.0                  | 177.0                  | 211.0                  | 9240     |
| 78 | 303.0                  | 174.0                  | 178.0                  | 212.0                  | 9360     |
| 79 | 307.0                  | 175.0                  | 178.0                  | 213.0                  | 9480     |
| 80 | 310.0                  | 175.0                  | 180.0                  | 215.0                  | 9600     |
| 81 | 314.0                  | 176.0                  | 180.0                  | 216.0                  | 9720     |
| 82 | 317.0                  | 177.0                  | 181.0                  | 217.0                  | 9840     |
| 83 | 318.0                  | 178.0                  | 182.0                  | 218.0                  | 9960     |

| n   | T <sub>0</sub><br>(°C) | T <sub>1</sub><br>(°C) | T <sub>2</sub><br>(°C) | T <sub>3</sub><br>(°C) | T<br>(s) |
|-----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 84  | 317.0                  | 178.0                  | 183.0                  | 219.0                  | 10080    |
| 85  | 312.0                  | 179.0                  | 183.0                  | 218.0                  | 10200    |
| 86  | 304.0                  | 179.0                  | 184.0                  | 216.0                  | 10320    |
| 87  | 298.0                  | 179.0                  | 183.0                  | 213.0                  | 10440    |
| 88  | 287.0                  | 179.0                  | 182.0                  | 210.0                  | 10560    |
| 89  | 282.0                  | 179.0                  | 181.0                  | 208.0                  | 10680    |
| 90  | 281.0                  | 178.0                  | 180.0                  | 208.0                  | 10800    |
| 91  | 283.0                  | 178.0                  | 180.0                  | 208.0                  | 10920    |
| 92  | 287.0                  | 178.0                  | 180.0                  | 209.0                  | 11040    |
| 93  | 292.0                  | 178.0                  | 180.0                  | 211.0                  | 11160    |
| 94  | 293.0                  | 178.0                  | 180.0                  | 212.0                  | 11280    |
| 95  | 301.0                  | 178.0                  | 181.0                  | 213.0                  | 11400    |
| 96  | 306.0                  | 179.0                  | 181.0                  | 215.0                  | 11520    |
| 97  | 310.0                  | 179.0                  | 182.0                  | 216.0                  | 11640    |
| 98  | 314.0                  | 180.0                  | 183.0                  | 218.0                  | 11760    |
| 99  | 318.0                  | 180.0                  | 184.0                  | 219.0                  | 11880    |
| 100 | 319.0                  | 181.0                  | 185.0                  | 220.0                  | 12000    |
| 101 | 317.0                  | 182.0                  | 185.0                  | 220.0                  | 12120    |
| 102 | 311.0                  | 182.0                  | 186.0                  | 219.0                  | 12240    |
| 103 | 303.0                  | 183.0                  | 185.0                  | 217.0                  | 12360    |
| 104 | 295.0                  | 183.0                  | 185.0                  | 214.0                  | 12480    |
| 105 | 287.0                  | 183.0                  | 184.0                  | 211.0                  | 12600    |
| 106 | 282.0                  | 182.0                  | 183.0                  | 210.0                  | 12720    |
| 107 | 282.0                  | 181.0                  | 182.0                  | 209.0                  | 12840    |
| 108 | 285.0                  | 181.0                  | 182.0                  | 210.0                  | 12960    |
| 109 | 289.0                  | 181.0                  | 182.0                  | 211.0                  | 13080    |
| 110 | 294.0                  | 181.0                  | 182.0                  | 213.0                  | 13200    |
| 111 | 301.0                  | 181.0                  | 182.0                  | 215.0                  | 13320    |
| 112 | 306.0                  | 181.0                  | 183.0                  | 216.0                  | 13440    |
| 113 | 312.0                  | 182.0                  | 184.0                  | 218.0                  | 13560    |
| 114 | 315.0                  | 182.0                  | 185.0                  | 219.0                  | 13680    |
| 115 | 318.0                  | 183.0                  | 186.0                  | 220.0                  | 13800    |
| 116 | 318.0                  | 183.0                  | 187.0                  | 221.0                  | 13920    |
| 117 | 314.0                  | 184.0                  | 187.0                  | 220.0                  | 14040    |
| 118 | 307.0                  | 184.0                  | 187.0                  | 219.0                  | 14160    |
| 119 | 299.00                 | 185.00                 | 186.00                 | 216.00                 | 17880    |
| 120 | 290.00                 | 184.00                 | 185.00                 | 213.00                 | 25200    |

Berdasarkan data pada Tabel 1.6 dapat diketahui bahwa pada saat proses pengujian kenaikan suhu, pada saat  $t=0s$ , diketahui tidak ada selisih perbedaan suhu pengukuran antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $T_1$ )  $\Delta T=0^\circ C$ . Hingga pada saat  $t=480$  sampai dengan  $t=4200s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran yang membesar antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 11^\circ C - 153^\circ C$ ). Hingga pada saat  $t=4320s$  sampai dengan  $t=11520s$ , diketahui selisih perbedaan suhu pengukuran mulai mengecil kembali antara plat pemanas bagian bawah ( $T_0$ ) dengan plat pemanas bagian kiri ( $\Delta T \approx 79^\circ C - 152^\circ C$ ). Hal ini yang menandakan bahwa dibutuhkan waktu 11520s untuk menaikkan suhu permukaan plat pemanas untuk mencapai suhu yang mendekati  $250^\circ C$  pada seluruh bagian plat pemanas. Berdasarkan data distribusi pengukuran suhu pada Tabel 1.6 dapat disimulasi dalam komputasi numerik distribusi suhu plat pemanas menggunakan menggunakan metode Metode Iterasi Successive Over Relaxation (SOR), pada saat  $t=0s$ ,  $t=11520s$ .



**Gambar 5.6** (a) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=0s$   
 (b) Simulasi distribusi suhu pada plat pemanas mesin hotpress saat  $t=13920s$

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sementara bahwa perancangan dan desain mesin hot press yang memiliki suhu stabil dalam penekanan sampel, efisien, murah dan hemat energi untuk diaplikasikan dalam industri plastik dan komposit bisa dilakukan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Arenda, Anis., Akhmad, S.,(2017), Rancang Bangun Mesin Hot Press untuk Recycle Plastik HDPE dan Karakterisasi Pengaruh Temperatur Pemanasan Waktu Pemanasan dan Temperatur Pembukaan terhadap Cacat Flashing Cacat Warpage dan Konsumsi Energi Pencetakan, *Jurnal Ilmiah Rekayasa* 10(2), 108-115.
- Febryant,(2013), Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik, *JRM* 1(1), 6-10.
- Chen, Zhanxiu, Dan Zheng, Jin Wang, Lei Chen, and Bengt Sundén. "Experimental investigation on heat transfer characteristics of various nanofluids in an indoor electric heater." *Renewable Energy* 147 (2020): 1011-1018.
- Hanifi ,R., Marno.,Kardiman., Widiantom, E., (2019), Rancang Bangun Mesin Hotpress Untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi Dan Plasik Hdpe ,*Journal of Infrastructure & Sciene Engineering* 2(1), 38-44.
- Junaidi, (2020), Pengembangan Alat Kempa Panas (Hot Press) Penekanan Dongkrak Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm, *Jurnal Teknik Mesin* 13(1), 25-31.
- Liu, Zhiyong, Kai Xu, Lingfei Qi, Hongye Pan, Zutao Zhang, Yajia Pan, Yanping Yuan, and Yikai Zeng. "A high efficiency electric heater based on dual-helical tube and screw-tape for instant water heating." *Applied Thermal Engineering* 160 (2019): 114018.
- Mubarot, I. Sofil., (2017) *Perancangan Konstruksi Mesin Press Panas Pneumatik Berbasis 2 Kontrol Relay Dengan Bantuan Software Solidwork*, Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Okazaki, Toru. "Electric thermal energy storage and advantage of rotating heater having synchronous inertia." *Renewable Energy* 151 (2020): 563-574.
- Wang, Zhengxu, Deli Gao, Binbin Diao, Leichuan Tan, Wei Zhang, and Kui Liu. "Comparative performance of electric heater vs. RF heating for heavy oil recovery." *Applied Thermal Engineering* 160 (2019): 114105.
- Yan, Weijie, Aidin Panahi, and Yiannis A. Levendis., (2020), Spectral emissivity and temperature of heated surfaces based on spectrometry and digital thermal imaging–Validation with thermocouple temperature measurements, *Experimental Thermal and Fluid Science* 112: 110017.
- Yusuf, N. K., Lajis, M. A., Ahmad, A., (2017), Hot Press as a Sustainable Direct Recycling Technique of Aluminium: Mechanical Properties and Surface Integrity, *materials* 10(902), 1-18.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Personalia penelitian

#### Ketua Peneliti

##### a. Identitas Diri

|     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| 1.  | Nama Lengkap dan gelar        | Mukti Hamjah Harahap, M.Si  |
| 2.  | Jenis Kelamin                 | Laki-laki .   |
| 3.  | Jabatan Fungsional            | Lektor  |
| 4.  | NIP/NIDN                      | 19770425 200801 1 011 / 0025047701  |
| 5.  | Pangkat/Golongan              | Penata muda tingkat I / III D   |
| 6.  | Tempat dan Tanggal Lahir      | Langga Payung/ 25 April 1977  |
| 7.  | Email                         | mhfis08@gmail.com   |
| 8.  | Nomor Telepon/ HP             | 081265697784  |
| 9.  | Alamat Kantor                 | Jl. Willem Iskandar, Psr. V Medan, Kode Pos 20221 No. telp (061) 662570, Fax (061) 614002 – 613319. |
| 10. | Alamat Rumah                  | Jl. Jalak I No. 14 Perumnas Mandala Medan   |
| 12. | Lulusan yang telah dihasilkan | 20 orang  |
| 13. | Matakuliah yang diampu        | Fisika Umum, Mekanika Klasik, Elektrodinamika, Fisika Inti, Kristalografi                           |

##### b. Riwayat Pendidikan

|                                 | S-1   | S-2   | S-3 |
|---------------------------------|---|---|-----|
| Nama Perguruan tinggi           | Universitas Sumatera Utara / S1   | Institut Teknologi Bandung / S2   |     |
| Bidang Ilmu                     | Fisika  | Fisika  |     |
| Tahun Masuk                     | 1996  | 2002  |     |
| Judul Skripsi/ Tesis/ Disertasi | Perancangan Alat Pengukur Arus Beban Otomatis Pada Sentral Telepon Otomatis (STO) Divre I Medan | Pengaruh Precipitate Pada Superkonduktor (SmEu) <sub>1+x</sub> Ba <sub>2-x</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub> Dengan Metode MTG |     |
| Nama Pembimbing/ Promotor       | Prof. Dr. Mester Sitepu, M.Phil   | Prof. M.O Tjia, Ph.D  |     |

##### c. Riwayat Pekerjaan

| No | Jenjang Karier | Tahun |
|----|----------------|-------|
| 1  | CPNS           | 2008  |
| 2  | PNS            | 2009  |
| 3  | Asisten Ahli   | 2010  |
| 4  | Lektor         | 2012  |

**d. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Tahun     | Judul Penelitian  | Pendanaan                         |               |
|----|-----------|---|-----------------------------------|---------------|
|    |           |   | Sumber *)                         | Jumlah (juta) |
| 1  | 2014-2015 | Pembuatan Dan Karakterisasi Aspal Yang Termodifikasi Dengan Pemanfaatan Karet Alam ( <i>Natural Rubber</i> ) Dan Karet Alam Siklik ( <i>Cyclic Natural Rubber</i> ) (Anggota) | Desentralisasi<br>BOPTN<br>Unimed | 42            |
| 2  | 2018-2019 | Sintesis pasir sebagai pengisi beton untuk meningkatkan sifat fisika beton (Ketua)  | BOPTN<br>Unimed                   | 22            |
| 3  | 2020      | Pengembangan Dan Perencanaan Ruang Tungku Listrik Bersuhu Tinggi Untuk Industri Peleburan Medium Gelas (Anggota)  | PNBP<br>Unimed                    | 160           |

**e. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Tahun     | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat   | Pendanaan       |               |
|----|-----------|--|-----------------|---------------|
|    |           |  | Sumber *)       | Jumlah (juta) |
| 1  | 2014-2015 | Instruktur Pembinaan Kelompok UPPKS di Kabupaten Serdang Bedagai, Deli Serdang, Langkat dan Kota Tebing Tinggi | BOPTN<br>Unimed | 200           |
| 2  | 2014-2015 | Instruktur Desa Binaan Di Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang   | BOPTN<br>Unimed | 250           |
| 3  | 2014-2015 | Ketua IbM Kelompok Guru SMP Membuat Multi Media Pembelajaran   | DP2M<br>Dikti   | 39            |
| 4  | 2015-2016 | Instruktur Desa Binaan Di Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang   | BOPTN<br>Unimed | 46            |
| 5  | 2018-2019 | Desiminasi Tekonologi Smoke House ramah lingkungan system hybrid   | DRPM<br>DIKTI   | 169           |

**f. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul Artikel Ilmiah   | Nama Jurnal                            | Volume/ Nomor/Tahun       |
|----|--|--|---------------------------|
| 1  | Karakterisasi Abu Sekam Padi Disintesis Polietilen Glikol-6000 Sebagai Bahan Pengisi Nano Komposit Termoplastik HDPE | Spektra Jurnal Fisika dan Aplikasi UNJ | Vol. 1 Nomor 1 Tahun 2016 |
| 2  | Analysis of Rice Husk Ash Nanoparticles with Polyethylene Glycol Surfactants-6000 Using Comprecipitation Method      | Jurnal Internasional iiste             | Vol. 8 Nomor 7 Tahun 2016 |
| 3  | Studi awal sintesis dan karakterisasi Bi(Pb)-Sr dengan metode sintering bertingkat                                   | Jurnal Metalurgi                       | Vol 32 no 3 tahun 2017    |

**g. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar  | Judul Artikel Ilmiah   | Waktu dan Tempat                         |
|----|--|--|--|
| 1  | Pertemuan perwakilan BKKBN se Indonesia dan 27 perguruan tinggi                                | Best practice pembinaan kelompok UPPKS   | 2016 Hotel SAHID JAKARTA                 |
| 2  | Pelatihan penyusunan proposal pengabdian skema dana DRPM ristekdikti.                          | Strategi penyusunan proposal pengabdian  | 2017 Sekolah tinggi bahasa asing HARAPAN |
| 3  | The 5 <sup>th</sup> Annual International Seminar on Trends in Science Education 2018 (AISTSSE) | Effect Of Composition Variation And Size Of Red Sand Grain To Concrete Quality | 18 Oktober 2018 di Hotel Polonia, Medan  |

**h. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul Buku                           | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit                     |
|----|--------------------------------------|-------|----------------|------------------------------|
| 1  | Pembinaan Masyarakat Berbasis IPTEKS | 2012  | 212            | Cipta Pustaka Media Perintis |

**i. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir**

| No | Judul/Tema HKI | Tahun | Jenis | Nomor P/ID |
|----|----------------|-------|-------|------------|
| 1  |                |       |       |            |

**j. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan | Tahun | Tempat Penerapan | Respon Masyarakat |
|----|--|-------|------------------|-------------------|
| 1  |  |       |                  |                   |

**k. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusilainnya)**

| No. | Jenis Penghargaan | Institusi Pemberi Penghargaan | Tahun |
|-----|-------------------|-------------------------------|-------|
| 1   |                   |                               |       |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan.

Medan, 12 Maret 2021



Mukti Hamjah Harahap, M.Si  
NIP: 19770425 200801 1 011

**Anggota Peneliti 1.**

**A. Identitas Diri**

|   |                             |                                  |
|---|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Nama lengkap (dengan gelar) | Winsyahputra Ritonga, S.Pd, M.Si |
|---|-----------------------------|----------------------------------|

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 2  | Pangkat/Golongan         | Penata / III d   |
| 3  | Jabatan Fungsional       | Lektor   |
| 4  | Jabatan Struktural       | -  |
| 5  | NIP                      | 198109192006041002   |
| 6  | NIDN                     | 0019098102   |
| 7  | Tempat dan Tanggal Lahir | Sigambal, 19 September 1981  |
| 8  | Alamat Rumah             | Jl. Pelajar Timur Komplek Griya Unimed no.22 Medan   |
| 9  | Nomor Telepon/HP         | 081376204129   |
| 10 | Alamat Kantor            | Jl. Willem Iskandar Psr V Medan  |
| 11 | Nomor Telepon/Fax        | -  |
| 12 | Alamat e-mail            | <a href="mailto:winsyahputra@gmail.com">winsyahputra@gmail.com</a><br><a href="mailto:winsyahputra@unimed.ac.id">winsyahputra@unimed.ac.id</a> |
| 13 | Mata Kuliah yang Diampu  | 1. Fisika Umum<br>2. Alat Ukur Fisika<br>3. Pendahuluan Fisika Inti<br>4. TILDA  |

### B. Riwayat Pendidikan

|                                | S-1  | S-2   | S-3 |
|--------------------------------|--|---|-----|
| Nama Perguruan Tinggi          | Universitas Negeri Medan   | Universitas Sumatera Utara  |     |
| Bidang Ilmu                    | Pendidikan Fisika  | Ilmu Fisika   |     |
| Tahun Masuk-Lulus              | 2000 – 2005  | 2011 – 2013   |     |
| Judul Skripsi/Thesis/Disertasi | Analisis Tingkat Kognitif Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Unimed Dengan Pendekatan Pemecahan Masalah Pada Mata Kuliah Fisika Dasar II | Modifikasi Aspal dengan Menggunakan LNR                           |     |
| Nama Pembimbing/Promotor       | Dr. Derlina, M.Si  | 1. Prof. Dr. Basuki Wirjoesentono, M.Sc<br>2. Dr. Nasruddin, M.Sc |     |

### C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan Skripsi, Thesis, dan Disertasi)

| No | Tahun | Judul Penelitian   | Pendanaan    |            |
|----|-------|--|--------------|------------|
|    |       |  | Sumber       | Jlh (Rp)   |
| 1  | 2015  | Pembuatan dan Karakterisasi Papan Partikel Komposit dari Serbuk Tempurung Kelapa Dengan Pengikat High Density Polyethylene (HDPE) Daur Ulang | PNBP Unimed  | 5.500.000  |
| 2  | 2015  | Pemanfatan Limbah Industri Sebagai Filler Untuk Modifikasi Aspal Berbahan LNR ( <i>Cyclic Natural Rubber</i> )                               | BOPTN Unimed | 57.500.000 |
| 3  | 2016  | Pemanfatan Limbah Industri Sebagai Filler Untuk Modifikasi Aspal Berbahan LNR ( <i>Cyclic Natural Rubber</i> )                               | BOPTN Unimed | 50.000.000 |
| 4  | 2017  | Aspal Modifikasi Berbahan Aditif Polimer   | DRPM         | 39.515.000 |

|   |      |   |                        |             |
|---|------|---|------------------------|-------------|
|   |      | <i>Liquid Natural Rubber (LNR)</i>  | Kemristekdikti         |             |
| 5 | 2018 | Aspal Modifikasi Berbahan Aditif Polimer <i>Liquid Natural Rubber (LNR)</i>                             | DRPM<br>Kemristekdikti | 70.000.000  |
| 6 | 2019 | Pemanfaatn Limbah Kakao Untuk Meningkatkan Kualitas Aspal   | PNBP Unimed            | 30.000.000  |
| 7 | 2020 | Pengembangan Dan Perekayasaan Ruang Tungku Listrik Bersuhu Tinggi Untuk Industri Peleburan Medium Gelas | PNBP Unimed            | 160.000.000 |

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Tahun | Judul Pengabdian pada Masyarakat   | Pendanaan       |             |
|----|-------|--|-----------------|-------------|
|    |       |  | Sumber          | Jumlah (Rp) |
| 1  | 2012  | Implementasi Model Peningkatan Mutu Pendidikan Untuk meningkatkan kualitas kompetensi lulusan SMA di Kabupaten Tapanuli Selatan dan Kota Padang Sidempuan Sumatera Utara | Unimed          | 5.000.000   |
| 2  | 2013  | Pendampingan Perbaikan Pembelajaran Pada Kelompok Guru Mata Pelajaran Fisika Tingkat SMA Rayon Meranti Kisaran   | BOPTN<br>Unimed | 15.000.000  |
| 3  | 2013  | Pendidikan dan Latihan Profesi Guru Rayon 102 Unimed   | Unimed          | 5.000.000   |
| 4  | 2014  | Peningkatan Pemberdayaan UPPKS Mutiara Deli Melalui Teknik Pemberdayaan Tanaman Hias di Kotamadya Medan  | BOPTN           | 10.000.000  |
| 5  | 2014  | Sosialisasi Program KKBPK Melalui PPL-KKN Mahasiswa Unimed di SMK Panca Jaya Galang Kabupaten Deli Serdang   | BKKBN           | 3.135.000   |
| 6  | 2015  | Pemberdayaan UPPKS Kelompo Bintang Kecamatan Batang Kuis Deli Serdang  | BOPTN           | 15.000.000  |

#### E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

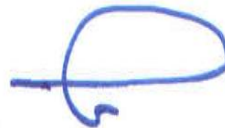
| No | Judul Artikel Ilmiah  | Jurnal/Volume/Nomor/<br>Tahun  |
|----|---|--|
| 1  | Pengaruh Karet Alam Siklik (Cyclic Natural Rubber) Terhadap Rongga Aspal Modifikasi   | Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia<br>Edisi : 12 (2), 169-176, 2016      |
| 2  | Analisis Rongga Pada Aspal Iran Pen 80/100 Termodifikasi Dengan Karet Alam ( Natural Rubber) Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)\ | Jurnal Einstein<br>Vol. 4 (3) (2016): 22-30                              |
| 3  | Pengaruh Karet Alam Siklik Dan Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Densitas Aspal Modifikasi   | Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika, UNY 2016        |
| 4  | University-government collaboration model to improve school teacher competence in North Sumatra, Indonesia  | International Journal of Training Research<br>Vol. 16 (3), 249-266, 2018 |
| 5  | The effect of oil palm shell ash to asphalt characteristics   | Journal of Physics:  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | Conference Series,<br>Sriwijaya International<br>Conference on Basic and<br>Applied Science |
| 6 | Preliminary Study: Development of Algodoo-based<br>Newtonian Teaching Materials to Improve Student's<br>Conceptual Understanding with Peer Instruction Method | Prosiding, AISTSSE 2018   |
| 7 | A Study on International Cooperation Information System<br>of Universitas Negeri Medan  | Cryptos: Journal of Security<br>and Communication Vol 1,<br>No 1 (2019)                     |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian tahun 2021 .

Medan, Maret 2021

Yang menyatakan,



Winsyahputra Ritonga, S.Pd, M.Si

NIP. 1981091920067041002

## Anggota Peneliti 2.

### A. Identitas Diri

|     |                      |  |
|-----|----------------------|--|
| 1.  | Nama                 | <b>Budiman Nasution, S.Pd., M.Si.</b>                                |
| 2.  | Jenis Kelamin        | Laki-laki  |
| 3.  | Pangkat/Golongan     | Penata Muda Tk. I/ III.b   |
| 4.  | Jabatan Fungsional   | Asisten Ahli   |
| 5.  | NIP                  | 198708302019031011   |
| 6.  | NIDN                 | 0030088707   |
| 7.  | Tempat/Tanggal Lahir | Mandailing Natal/30 Agustus 1987                                     |
| 8.  | Nomor Telepon/HP     | 081269983607   |
| 9.  | Email                | budimannasution@unimed.ac.id<br>budimannasution27@gmail.com          |
| 10. | Alamat               | Jln. Benteng Hilir, Taman Wahana Residence<br>Blok A6, Medan Tembung |

### B. Mata Kuliah Yang Diampu

| No. | Nama Mata Kuliah                       |
|-----|--|
| 1.  | Algorima dan Pemrograman Komputer      |
| 2.  | Proyek Fisika Komputasi                |
| 3.  | Metode Elemen Hingga                   |
| 4.  | Fisika Umum                            |
| 5.  | Statistika Dasar                       |
| 6.  | Alat-alat Ukur Fisika                  |
| 7.  | Termodinamika                          |
| 8.  | Pendahuluan Fisika Inti                |
| 9.  | Teknologi, Informasi dan Literasi Data |
| 10. | Kewirausahaan                          |

### C. Riwayat Pendidikan

|                          | S-1                          | S-2                        | S-3 |
|--------------------------|------------------------------|----------------------------|-----|
| Nama Perguruan Tinggi    | Universitas Graha Nusantara  | Institut Teknologi Bandung | -   |
| Bidang Ilmu              | Pendidikan Fisika            | Sains Komputasi            | -   |
| Tahun Masuk-Lulus        | 2005-2011                    | 2014-2016                  | -   |
| Nama Pembimbing/Promotor | Henry Dinus Hutabarat, M.Pd. | Acep Purqon, Ph.D          | -   |

### D. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian  | Pendanaan   |            |
|-----|-------|---|-------------|------------|
|     |       |   | Sumber      | Jml (Rp)   |
| 1.  | 2020  | Pengembangan Bahan Ajar Fisika Umum Disertai Lembar Kerja Mahasiswa Berorientasi ICARE Berbasis Mobile Learning System Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa | DIPA Unimed | 32.000.000 |

|    |      |   |             |             |
|----|------|---|-------------|-------------|
| 2. | 2020 | Sintesis dan Karakterisasi Ion Aktif Samarium Didoping dengan Sistem Gelas Borat (Sm <sup>3+</sup> : BNPZLi) Untuk Meningkatkan Fluoresensi LED Putih | DIPA Unimed | 160.000.000 |
| 3. | 2021 | Analisis Pengaruh Massa Pada Struktur Bangunan Bertingkat Pada Saat Gempa Bumi Menggunakan Metode Elemen Hingga                                       | Mandiri     | 5.000.000   |

**E. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat | Pendanaan |          |
|-----|-------|------------------------------------|-----------|----------|
|     |       |                                    | Sumber    | Jml (Rp) |
| 1.  | 2020  | Pengawas UTBK Tahun 2020           | Unimed    | 118.000  |
| 2.  | 2020  | Pengawas UTBK MANDIRI Tahun 2020   | Unimed    | 325.000  |

**F. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

**1. Buku**

| No. | Judul Artikel Ilmiah    | Nama Jurnal/ Penerbit    | Keterangan                              |
|-----|-------------------------|--------------------------|---|
| 1.  | Pendahuluan Fisika Inti | CV. Engineer Warungnesia | Februari 2020<br>ISBN 978-623-93128-1-7 |

**2. Artikel di Jurnal**

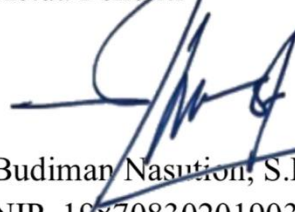
| No. | Judul Artikel Ilmiah  | Nama Jurnal/ Penerbit                                   | Keterangan                                   |
|-----|---|---|--|
| 1.  | Analisis Pengaruh Massa Pada Struktur Bangunan Bertingkat Pada Saat Gempa Bumi Menggunakan Metode Elemen Hingga | Jurnal Einstein Jurusan Fisika Universitas Negeri Medan | Vol. 9 No. 1 Februari 2021<br>ISSN 2338-1981 |

Semua data yang Saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, Saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini Saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu dalam pengajuan penugasan Penelitian Tahun 2021.

Medan, 15 Maret 2021

Ketua Peneliti



Budiman Nasution, S.Pd., M.Si.

NIP. 198708302019031011



## Lampiran 2. Artikel ilmiah

### DEVELOPMENT AND ENGINEERING OF HEAT PRESS MACHINE TOOLS

Mukhti Hamzah Harahap <sup>1,a)</sup>, Winsyahputra Ritonga <sup>1</sup>, Budiman Nasution <sup>1</sup>, Arman DS Tumanggor <sup>1</sup>, Putra Stevano Frima Yudha <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physic, Faculty of Mathematic and Natural Science, Universitas Negeri Medan, Indonesia, Jl. Willem Iskandar, Pasar V, Medan, Sumatera Utara – Indonesia

<sup>a)</sup> mhfis08@gmail.com

(Use the Microsoft Word template style: *Author Email*) or (Use Times New Roman Font: 10 pt, Italic, Centered)

**Abstract.** Engineering technology for utilizing electrical energy into heat energy or other energy needed by the industrial world is one of the national research master plans (RIRN). This is also in line with the research strategic plan of the State University of Medan which encourages the implementation of research in the field of energy. This research raises the topic of electrical energy utilization and optimization for Hydraulic Heat Press machines. Where the Hydraulic Heat Press machine often experiences Heat Loss due to an inefficient open heating system modeling. This press machine is designed to optimize the heat generated by the Heater against the sample and is designed to produce a Heat Press in a machine with a closed system. So that the process of forming or suppressing the sample becomes better and optimal. Press machines are capable of producing pressures of up to 120 Bar, the heating system of the Press machines is able to heat the sample up to a temperature of 500C and is able to control the constant heat increase, and the Press machine is also able to cool the sample with an efficient cooling system and does not damage the sample due to heat shock. The design of the Hydraulic Heat Press machine starts from the design of the Hydraulic Heat Press, designing the heating element, and designing the cooling system, designing the heating and cooling system control system in the Hydraulic Heat Press Machine Design. Heating control system to regulate the temperature rise of the Heat Press Machine. Before being manufactured, the Heat Press Machine system will be tested simultaneously in order to obtain a Press Machine that is safe, easy to operate, durable and inexpensive. From the results of this study, it is targeted that the output is a calibrated prototype of the heating system and also the pressure system until it is ready for manufacturing.

**Keywords:** *Heat Press Machine, Hydraulic Press, Energy Efficiency, Heat Transfer, Energy Saving.*

#### 1. Introduction

In the current era of modernization, the use of press machines is considered less than optimal due to inefficient modeling. The working principle of the machine uses heat and pressure, in contrast to machines on the market that use the principle of injection and pressure. Some of the press machines that have been produced and are on the market today still have several weaknesses, including heating elements embedded in the heating chamber which tend not to last long against high temperatures. Another weakness that is no less important is the system for controlling and reading the indoor temperature which is often inaccurate and does not match the actual heat (2).

Limitations and shortcomings in the current press machine can be overcome through several actions such as designing a temperature control system based on a thermal sensor with a level of heat resistance that exceeds the working temperature of the heating system. The indicator of damage to the heating element also needs to be inserted in the press machine which is equipped with a monitoring system for reporting output in real time. The heat press machine must be properly designed with the number of heating elements, the thickness of the ceramic insulator and the outer steel layer to get a high working efficiency from the press machine [1].

## 2. Methods

The type of data obtained from this research is quantitative and qualitative data. Quantitative data in the form of exact number from the measurement result of standardized tools such as temperature rise measurement, electric voltage measurement, control system data. The data is in several numeric extension format that need to be processed and converted into graph and table. Furthermore, an analysis is carried out according to the phenomenon that occurs by comparing it to several results from previous reputable journal article. While the qualitative data include the result of the analysis of the efficiency of the heating system which can be described by qualitative analysis.

### 2.1. Heating Press Temperature Test

The manufacture of heat press requires specific data, including determining the rate of heat transfer in the heating plate. In determining the rate of heat transfer in heating plate, we must know the thermal conductivity (U) of each material.

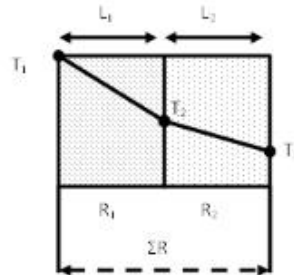


FIGURE 1. Heating Plate Lining Material Structure

Based on FIGURE 1, it must be known in advance the amount of conductivity of each material used as a lining material for heat plate in heat press machine.

Table 1. Specification of heat plate lining material of heat press machine.

| Material   | Thermal Conductivity (W/mK) | Layer Thickness (m) |
|------------|-----------------------------|---------------------|
| Refractory | 1,51                        | 0,06                |
| Iron       | 80                          | 0,01                |

Using the heat transfer rate equation below, we can calculate the heat released through each lining material for the heat plate of heat press, namely:

$$Q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{(T_1 - T_2)}{R} \quad (1)$$

Where :  
 Q : Heat from the surface of material, W.  
 R : Thermal resistance of the material surface area, K/W.  
 T<sub>1</sub> : Refractory temperature K.  
 T<sub>2</sub> : Iron Plate temperature K.

Based on Equation (1) thermal resistance material can be known through,

$$R_n = \frac{L_n}{K_n A} \quad (2)$$

Where :  
 R<sub>n</sub> : Thermal resistance of the material surface area, K/W.  
 L<sub>n</sub> : Material thickness, m.  
 K<sub>n</sub> : Thermal Conductivity of material, W/mK.  
 A : surface area of the material, m<sup>2</sup>.

The test was carried out by operating the heating system until the surface heat plate temperature reached the maximum temperature (450 °C) and held for 2 hours, observation is made by recording the time, temperature rise inside plate and the outer layer, voltage, and operating current of heat press heating, as presented in Table 2.

**Table 2.** Data on direct observation of time, temperature rise, voltage, and current on heating press testing

| $n$ | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | $t_e$ (s) | V (Volt) | I (Ampere) |
|-----|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 0   | ...        | ...        | ...       | ...      | ...        |
|     | ⋮          | ⋮          | ⋮         | ⋮        | ⋮          |
| $n$ | 500        | ...        | ...       | ...      | ...        |

Where :  $n$  : Heat from the surface of material, W.  
 $T_1$  : Refractory temperature °C.  
 $T_2$  : Iron Plate temperature °C.  
 $t_e$  : time, s.  
 $V$  : Heat press machine heating input voltage, Volt.  
 $I$  : Heat press machine input current, Ampere.

After the observation data is obtained, the researcher can analyze the heat-loss and temperature in each layer of the heat plate surface of heat press machine so that we can analyze the total heat-loss as energy loss, and researcher can analyze the power in the heat press heater during testing as Energy input, to be able to analyze the energy efficiency of the heat press machine, as the data can be presented in Table 3.

**Table 3.** Heat press machine temperature test result data.

| $n$ | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | $T_3$ (°C) | $Q_{\text{loss}}$ | $t_e$ (s) | V (Volt) | I (Ampere) | P (Watt) | $\eta$ (%) |
|-----|------------|------------|------------|-------------------|-----------|----------|------------|----------|------------|
| 0   | ...        | ...        | ...        | ...               | ...       | ...      | ...        | ...      | ...        |
|     | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮                 | ⋮         | ⋮        | ⋮          | ⋮        | ⋮          |
| $n$ | ...        | ...        | ...        | ...               | ...       | ...      | ...        | ...      | ...        |

Where :  $n$  : index of observational data.  
 $T_1$  : Refractory temperature °C.  
 $T_2$  : Iron Plate temperature °C.  
 $T_3$  : Iron Plate Outer Surface temperature °C.  
 $Q_{\text{loss}}$  : Total heat released in heat press machine, watt.  
 $t_e$  : time, s.  
 $V$  : Heat press machine heating input voltage, Volt.  
 $I$  : Heat press machine heating input current, Ampere.  
 $P$  : Heat press machine heating power input, Watt.

### 3. Result and Discussion

In this test, the heat press machine is just operate the heating system. Set the temperature to reach a maximum temperature of heat press machine heating system up to 450 °C . Observational data as shown in table 4.

**Table 4.** Temperature rising test result

| $n$ | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | $t_e$ (s) | V (Volt) | I (Ampere) |
|-----|------------|------------|-----------|----------|------------|
| 0   | 33,00      | 33,00      | 0,00      | 227,00   | 10,00      |
| 1   | 40,00      | 40,00      | 123,00    | 217,00   | 11,50      |
| 2   | 50,00      | 50,00      | 199,00    | 216,00   | 9,90       |
| 3   | 60,00      | 60,00      | 256,00    | 216,00   | 8,80       |
| 4   | 70,00      | 70,00      | 311,00    | 216,00   | 9,70       |
| 5   | 80,00      | 80,00      | 362,00    | 216,00   | 9,20       |
| 6   | 90,00      | 90,00      | 400,00    | 216,00   | 9,50       |
| 7   | 100,00     | 100,00     | 448,00    | 216,00   | 9,60       |
| 8   | 110,00     | 110,00     | 498,00    | 216,00   | 6,80       |
| 9   | 120,00     | 120,00     | 549,00    | 216,00   | 11,40      |
| 10  | 130,00     | 130,00     | 591,00    | 216,00   | 11,20      |
| 11  | 140,00     | 140,00     | 640,00    | 218,00   | 9,40       |
| 12  | 150,00     | 150,00     | 696,00    | 216,00   | 9,10       |
| 13  | 160,00     | 160,00     | 752,00    | 216,00   | 10,61      |

|    |        |        |         |        |       |
|----|--------|--------|---------|--------|-------|
| 14 | 170,00 | 170,00 | 808,00  | 216,00 | 10,40 |
| 15 | 180,00 | 180,00 | 868,00  | 216,00 | 9,90  |
| 16 | 190,00 | 190,00 | 930,00  | 216,00 | 11,00 |
| 17 | 200,00 | 200,00 | 997,00  | 217,00 | 9,50  |
| 18 | 210,00 | 210,00 | 1071,00 | 215,00 | 8,90  |
| 19 | 220,00 | 220,00 | 1149,00 | 215,00 | 10,50 |
| 20 | 230,00 | 230,00 | 1231,00 | 217,00 | 8,80  |
| 21 | 240,00 | 240,00 | 1317,00 | 216,00 | 9,30  |
| 22 | 250,00 | 250,00 | 1410,00 | 219,00 | 11,40 |
| 23 | 260,00 | 260,00 | 1507,00 | 216,00 | 9,80  |
| 24 | 270,00 | 270,00 | 1606,00 | 217,00 | 9,50  |
| 25 | 280,00 | 280,00 | 1708,00 | 217,00 | 12,20 |
| 26 | 290,00 | 290,00 | 1820,00 | 218,00 | 11,30 |
| 27 | 300,00 | 300,00 | 1932,00 | 215,00 | 9,20  |
| 28 | 310,00 | 307,00 | 2047,00 | 215,00 | 9,40  |
| 29 | 320,00 | 317,00 | 2180,00 | 215,00 | 9,00  |
| 30 | 330,00 | 326,00 | 2330,00 | 214,00 | 11,10 |
| 31 | 340,00 | 336,00 | 2476,00 | 215,00 | 11,50 |
| 32 | 350,00 | 345,00 | 2612,00 | 216,00 | 11,10 |
| 33 | 360,00 | 354,00 | 2763,00 | 216,00 | 10,00 |
| 34 | 370,00 | 364,00 | 2929,00 | 215,00 | 11,70 |
| 35 | 380,00 | 373,00 | 3091,00 | 217,00 | 11,70 |
| 36 | 390,00 | 383,00 | 3261,00 | 215,00 | 12,10 |
| 37 | 400,00 | 393,00 | 3418,00 | 216,00 | 9,70  |
| 38 | 410,00 | 403,00 | 3590,00 | 217,00 | 8,70  |
| 41 | 420,00 | 412,00 | 3727,00 | 216,00 | 9,20  |
| 40 | 430,00 | 421,00 | 3883,00 | 216,00 | 9,00  |
| 41 | 440,00 | 431,00 | 4058,00 | 216,00 | 9,10  |
| 42 | 450,00 | 441,00 | 4236,00 | 215,00 | 9,90  |

Based on the data above, we can see that during the heating process, the temperature measurements at the refractory temperature (T1) and the surface temperature of the heating plate are equal from the beginning until it reaches temperature of 300°C, when the refractory temperature reaches temperature of 310°C to 450°C there are differences in temperature measurements at the surface temperature of the heating plate reaching ±3°C. This shows that the decrease in thermal energy (thermal loss) that occurs during the test process increases the temperature on the heat press machine quite small.

To calculate the rate of heat transfer generated from the heating element, and also to calculate the temperature distribution in each layer in an heating plate of heat press machine with a capacity of 2200 Watt. Some of the data obtained for the thermal conductivity of each heating plate lining material of heat press machine are shown in table 1, the data describes the structure, thermal conductivity, and thickness of the coating material used in heat press machine.

To find out the total heat transfer rate in the heat press machine through the data on Table 4, FIGURE 1 explain the layer structure of the heating plate lining material of heat press machine and use the heat transfer rate equation at Equation 1 so that the total heat energy is reduced (thermal loss) becomes:

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{R_{total}} \quad (3)$$

Using temperature measurement data on each heating plate lining material of heat press machine at Table 4, then converted into Kelvin, obtained reduced heat energy (thermal loss) when the measurement temperature in the refractory reaches 450°C (maximum). Using the result of the calculation of the reduced heat energy (thermal loss)

above, we can calculate the temperature distribution for each electric furnace lining material using Equation 3, then we get The temperature distribution in the Iron Plate temperature ( $T_2$ ) is 446,01°C.

So to calculate the thermal efficiency of the heat press machine. Using heat press machine heating voltage and current measurement data on Table 4. to calculate the electrical power required by the heating element, and using the result of the calculation of the reduced heat energy (thermal loss) above, then use the energy conversion efficiency equation in the following system,

$$\eta = \frac{(E - E_{Loss})}{E} \times 100\% \quad (4)$$

Where :  $\eta$  : Energy efficiency, %.  
 $E$  : Total energy required.  
 $E_{Loss}$  : Energy obtained from a heated material.

Using the electric energy equation,

$$P = I \times V \quad (5)$$

Where :  $P$  : Electrical energy, Watt.  
 $I$  : current strength, Ampere.  
 $V$  : voltage, volt.

Based on the measurement data of the voltage and current measured on the heating element in Table 4 and use Equation 5, and by assuming the electrical energy required by the heating element as the input energy, and the reduced heat energy (thermal loss) as the energy obtained from a heated material. Use Equation 4 then we get, the thermal efficiency of the heat press machine (at the measurement temperature of 450°C) is 98,59%, which means that 2150 Watt of electrical energy needed by heat press machine heating element to heat the the heating plate is only 0.25. % of wasted energy loss.

Using the calculation result above, the reduced heat energy (thermal loss), the temperature distribution of each heating plate lining material of heat press machine, the electrical energy of the heating element, and also the energy efficiency of the heat press machine can be obtained from each temperature measurement data displayed on table 4, so that we can present it in table 5.

**Table 5.** Calculation result of the temperature distribution, and thermal loss of the heat press machine test

| n  | T <sub>1</sub> (°C) | T <sub>2</sub> (°C) | T <sub>3</sub> (°C) | Q <sub>max</sub> | t <sub>a</sub> (s) | V (Volt) | I (Ampere) | P (Watt) | η (%)   |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|----------|------------|----------|---------|
| 0  | 33,00               | 33,00               | 33,00               | 0,00             | 0,00               | 227,00   | 10,00      | 2270,00  | 100,00% |
| 1  | 40,00               | 40,00               | 40,00               | 0,00             | 123,00             | 217,00   | 11,50      | 2495,50  | 100,00% |
| 2  | 50,00               | 50,00               | 50,00               | 0,00             | 199,00             | 216,00   | 9,90       | 2138,40  | 100,00% |
| 3  | 60,00               | 60,00               | 60,00               | 0,00             | 256,00             | 216,00   | 8,80       | 1900,80  | 100,00% |
| 4  | 70,00               | 70,00               | 70,00               | 0,00             | 311,00             | 216,00   | 9,70       | 2095,20  | 100,00% |
| 5  | 80,00               | 80,00               | 80,00               | 0,00             | 362,00             | 216,00   | 9,20       | 1987,20  | 100,00% |
| 6  | 90,00               | 90,00               | 90,00               | 0,00             | 400,00             | 216,00   | 9,50       | 2052,00  | 100,00% |
| 7  | 100,00              | 100,00              | 100,00              | 0,00             | 448,00             | 216,00   | 9,60       | 2073,60  | 100,00% |
| 8  | 110,00              | 110,00              | 110,00              | 0,00             | 498,00             | 216,00   | 6,80       | 1468,80  | 100,00% |
| 9  | 120,00              | 120,00              | 120,00              | 0,00             | 549,00             | 216,00   | 11,40      | 2462,40  | 100,00% |
| 10 | 130,00              | 130,00              | 130,00              | 0,00             | 591,00             | 216,00   | 11,20      | 2419,20  | 100,00% |
| 11 | 140,00              | 140,00              | 140,00              | 0,00             | 640,00             | 218,00   | 9,40       | 2049,20  | 100,00% |
| 12 | 150,00              | 150,00              | 150,00              | 0,00             | 696,00             | 216,00   | 9,10       | 1965,60  | 100,00% |
| 13 | 160,00              | 160,00              | 160,00              | 0,00             | 752,00             | 216,00   | 10,61      | 2291,76  | 100,00% |
| 14 | 170,00              | 170,00              | 170,00              | 0,00             | 808,00             | 216,00   | 10,40      | 2246,40  | 100,00% |
| 15 | 180,00              | 180,00              | 180,00              | 0,00             | 868,00             | 216,00   | 9,90       | 2138,40  | 100,00% |
| 16 | 190,00              | 190,00              | 190,00              | 0,00             | 930,00             | 216,00   | 11,00      | 2376,00  | 100,00% |
| 17 | 200,00              | 200,00              | 200,00              | 0,00             | 997,00             | 217,00   | 9,50       | 2061,50  | 100,00% |
| 18 | 210,00              | 210,00              | 210,00              | 0,00             | 1071,00            | 215,00   | 8,90       | 1913,50  | 100,00% |

|    |        |        |        |       |         |        |       |         |         |
|----|--------|--------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|
| 19 | 220,00 | 220,00 | 220,00 | 0,00  | 1149,00 | 215,00 | 10,50 | 2257,50 | 100,00% |
| 20 | 230,00 | 230,00 | 230,00 | 0,00  | 1231,00 | 217,00 | 8,80  | 1909,60 | 100,00% |
| 21 | 240,00 | 240,00 | 240,00 | 0,00  | 1317,00 | 216,00 | 9,30  | 2008,80 | 100,00% |
| 22 | 250,00 | 250,00 | 250,00 | 0,00  | 1410,00 | 219,00 | 11,40 | 2496,60 | 100,00% |
| 23 | 260,00 | 260,00 | 260,00 | 0,00  | 1507,00 | 216,00 | 9,80  | 2116,80 | 100,00% |
| 24 | 270,00 | 270,00 | 270,00 | 0,00  | 1606,00 | 217,00 | 9,50  | 2061,50 | 100,00% |
| 25 | 280,00 | 280,00 | 280,00 | 0,00  | 1708,00 | 217,00 | 12,20 | 2647,40 | 100,00% |
| 26 | 290,00 | 290,00 | 290,00 | 0,00  | 1820,00 | 218,00 | 11,30 | 2463,40 | 100,00% |
| 27 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 0,00  | 1932,00 | 215,00 | 9,20  | 1978,00 | 100,00% |
| 28 | 310,00 | 307,01 | 307,00 | 22,58 | 2047,00 | 215,00 | 9,40  | 2021,00 | 98,88%  |
| 29 | 320,00 | 317,01 | 317,00 | 22,58 | 2180,00 | 215,00 | 9,00  | 1935,00 | 98,83%  |
| 30 | 330,00 | 326,01 | 326,00 | 30,11 | 2330,00 | 214,00 | 11,10 | 2375,40 | 98,73%  |
| 31 | 340,00 | 336,01 | 336,00 | 30,11 | 2476,00 | 215,00 | 11,50 | 2472,50 | 98,78%  |
| 32 | 350,00 | 345,01 | 345,00 | 37,64 | 2612,00 | 216,00 | 11,10 | 2397,60 | 98,43%  |
| 33 | 360,00 | 354,02 | 354,00 | 45,17 | 2763,00 | 216,00 | 10,00 | 2160,00 | 97,91%  |
| 34 | 370,00 | 364,02 | 364,00 | 45,17 | 2929,00 | 215,00 | 11,70 | 2515,50 | 98,20%  |
| 35 | 380,00 | 373,02 | 373,00 | 52,69 | 3091,00 | 217,00 | 11,70 | 2538,90 | 97,92%  |
| 36 | 390,00 | 383,02 | 383,00 | 52,69 | 3261,00 | 215,00 | 12,10 | 2601,50 | 97,97%  |
| 37 | 400,00 | 393,02 | 393,00 | 52,69 | 3418,00 | 216,00 | 9,70  | 2095,20 | 97,48%  |
| 38 | 410,00 | 403,02 | 403,00 | 52,69 | 3590,00 | 217,00 | 8,70  | 1887,90 | 97,21%  |
| 41 | 420,00 | 412,02 | 412,00 | 60,22 | 3727,00 | 216,00 | 9,20  | 1987,20 | 96,97%  |
| 40 | 430,00 | 421,03 | 421,00 | 67,75 | 3883,00 | 216,00 | 9,00  | 1944,00 | 96,51%  |
| 41 | 440,00 | 431,03 | 431,00 | 67,75 | 4058,00 | 216,00 | 9,10  | 1965,60 | 96,55%  |
| 42 | 450,00 | 441,03 | 441,00 | 67,75 | 4236,00 | 215,00 | 9,90  | 2128,50 | 96,82%  |

Based on data on table 5. we can find out the characteristic of the temperature distribution of each lining material with respect to time, and the reduced heat energy (thermal loss) in the heat press machine.

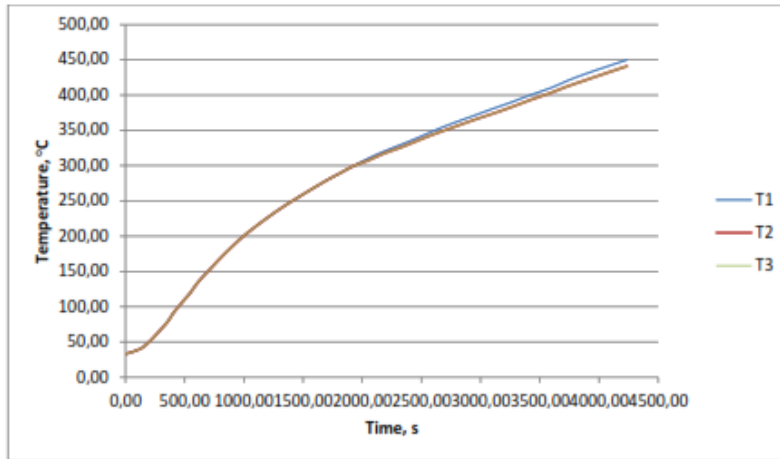


FIGURE 2. Temperature distribution of each lining material in the heat plate of heat press machine.

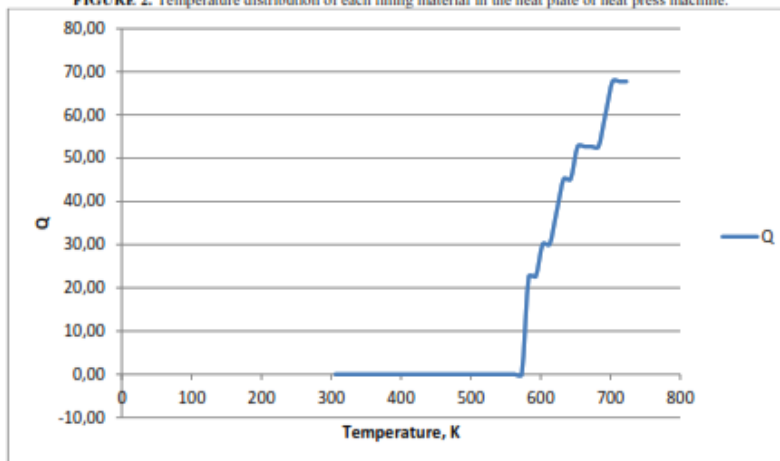


FIGURE 3. Thermal loss of the heat press machine against the measured temperature in the refractory.

#### 4. Conclusion

Heating system of heating press machine has been successfully manufactured with a heating capability of up to 450°C and possible to heat with a relatively low average power ( $\pm 2200$  Watt) than any heating heat press machine available in the market. The heating plate lining material used has been known to be very efficient based on the wasted heat transfer rate from the electric furnace combustion chamber at the maximum temperature (67.75 W).

## 5. References

1. Ritonga, W. Putra., Harahap, M. H. ., Rajagukguk, J. ., Stevano FY, P. ., & Sembiring, M. A. R. (2021) Energy Efficiency of High Temperature Electric Furnace Design. *Advances in Mechanics*, 9(3), 750–780. Retrieved from <http://www.advancesinmech.com/index.php/am/article/view/194>
2. Winsyahputra Ritonga et al. (2021) Design and construction of an electrical furnace chamber based on RERIH system for high temperature. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1819 012023
3. Hanifi ,R., Marno,Kardiman., Widiantom, E., (2019), Rancang Bangun Mesin Hotpress Untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi Dan Plastik Hdpe ,*Journal of Infrastructure & Sciene Engineering* 2(1), 38-44.
4. Okazaki, Toru. "Electric thermal energy storage and advantage of rotating heater having synchronous inertia." *Renewable Energy* 151 (2020): 563-574.
5. Yusuf, N. K., Lajis, M. A., Ahmad, A., (2017), Hot Press as a Sustainable Direct Recycling Technique of Aluminium: Mechanical Properties and Surface Integrity, *materials* 10(902), 1-18.



### Lampiran 3. Kontrak Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
Jalan Willem Iskandar Psr. V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221  
Telepon (061) 6613365, 6613276, 6618754; Fax. (061) 6614002 – 6613319  
Laman: [www.unimed.ac.id](http://www.unimed.ac.id)

**KONTRAK PENELITIAN TERAPAN INOVASI  
TAHUN ANGGARAN 2021  
NOMOR: 0011 /UN33.8/PL-PNBP/2021**

Pada hari ini, Kamis tanggal dua puluh tujuh bulan Mei tahun dua ribu dua puluh satu, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. **Prof. Dr. Baharuddin, ST, M.Pd.** : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Medan, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Medan, yang berkedudukan di Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate, berdasarkan SK Ketua LPPM Universitas Negeri Medan Nomor: 126A/UN33.8/KEP/PPKM/2021, untuk selanjutnya disebut **Pihak Pertama**.
2. **Mukti Hamjah Harahap, S.Si, M.Si.** : Dosen FMIPA Universitas Negeri Medan, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua Pelaksana **Penelitian Terapan Inovasi** Tahun Anggaran 2021, untuk selanjutnya disebut **Pihak Kedua**.

**Pihak Pertama** dan **Pihak Kedua**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak **Penelitian Terapan Inovasi** Tahun Anggaran 2021 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1  
Ruang Lingkup Kontrak**

**Pihak Pertama** memberi pekerjaan kepada **Pihak Kedua** dan **Pihak Kedua** menerima dan melaksanakan pekerjaan **Penelitian Terapan Inovasi** Tahun Anggaran 2021 dengan judul **"PENGEMBANGAN DAN PEREKAYASAAN MESIN HOT PRESS"**.

**Pasal 2  
Dana Penelitian**

- (1) Dana untuk melaksanakan pekerjaan penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **Rp 101,000,000,-** (Seratus Satu Juta Rupiah).
- (2) Dana penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada dana internal (PNBP) Universitas Negeri Medan Tahun Anggaran 2021.

**Pasal 3**  
**Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **Pihak Pertama** akan membayarkan dana penelitian sebagaimana Pasal 2 kepada **Pihak Kedua** secara bertahap sebagai berikut:
  - a. Pembayaran **Tahap I** (70%) sebesar **Rp 70,700,000,-** (Tujuh puluh Juta Tujuh ratus Ribu Rupiah);
  - b. Pembayaran **Tahap II** (30%) sebesar **Rp 30,300,000,-** (Tigapuluh Juta Tiga ratus Ribu Rupiah);
  - c. Pembayaran Tahap II dibayarkan setelah **Pihak Kedua** mengunggah Laporan Kemajuan dan *logbook* ke <http://simppm.unimed.com> serta menyampaikan *hardcopy* Laporan Kemajuan selambat-lambatnya tanggal **09 Agustus 2021**.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **Pihak Pertama** kepada **Pihak Kedua** ke rekening sebagai berikut:

|                |                                      |
|----------------|--------------------------------------|
| Nama           | : Mukti Hamjah Harahap, S.Si., M.Si. |
| Nomor Rekening | : 0348899738                         |
| Nama Bank      | : PT BNI (Persero) Tbk               |
- (3) **Pihak Pertama** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya dana penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disebabkan kesalahan **Pihak Kedua** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

**Pasal 4**  
**Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah selama 1 (satu) tahun yaitu tahun 2021.

**Pasal 5**  
**Luaran**

- (1) **Pihak Kedua** berkewajiban untuk mencapai target **luaran wajib** penelitian yaitu:
  - a. Minimal satu produk iptek-sosbud yang berupa metode, purwarupa, sistem, model, pertunjukan karya seni, atau teknologi tepat guna yang telah terdaftar di Kemenkumham, dibuktikan dengan sertifikat Hak Kekayaan Intelektual (**paten**);
  - b. Publikasi Jurnal Internasional Bereputasi terindeks Scopus atau Web of Science (**Accepted/Terbit**);
  - c. Kerjasama dengan Industri (**MoA/Mou**);
  - d. Laporan Akhir Penelitian didaftarkan Hak Cipta.
- (2) **Pihak Kedua** diharapkan dapat mencapai target **luaran tambahan** penelitian berupa:
  - a. Buku Ajar / Buku Referensi / Monograf / *Book Chapter* ber ISBN.
  - b. Prosiding seminar internasional;
  - c. Keynote speaker dalam pertemuan ilmiah Internasional.
- (3) Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Tim Penilai/reviewer luaran, sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan.

**Pasal 6**  
**Hak dan Kewajiban**

- (1) **Pihak Pertama** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **Pihak Kedua**;
- (2) **Pihak Pertama** berhak untuk mendapatkan dari **Pihak Kedua** luaran penelitian;

Hal 2 dari 5

- (3) **Pihak Kedua** berkewajiban mengunggah laporan kemajuan, laporan akhir, dan luaran wajib serta luaran tambahan di laman <http://simppm-unimed.com>;
- (4) **Pihak Kedua** berkewajiban menyerahkan kepada **Pihak Pertama** *hardcopy* laporan kemajuan, laporan akhir, laporan penggunaan dana yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan.

**Pasal 7**  
**Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **Pihak Kedua** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan dan rekapitulasi penggunaan dana (SPTB) dana tahap I (70%) kepada **Pihak Pertama** paling lambat **09 Agustus 2021** sebanyak **1 (satu)** eksemplar sebagai persyaratan pembayaran dana tahap II (30%).
- (2) **Pihak Kedua** berkewajiban menyampaikan laporan kemajuan, laporan akhir, laporan keuangan, dan luaran penelitian paling lambat tanggal **01 Desember 2021**.
- (3) Laporan akhir penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (2) harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:
  - a. Bentuk/ukuran kertas **A4**
  - b. Ditulis dengan format font **Times New Roman**, ukuran **12** dan spasi **1½**
  - c. Sistematika laporan akhir penelitian harus sesuai dengan yang tercantum di Buku Panduan Penelitian dan Pengabdian 2021.

Dibiayai oleh:  
Dana PNB  
Universitas Negeri Medan  
Sesuai dengan SK Ketua LPPM Nomor:  
126A/UN33.8/KEP/PPKM/2021

**Pasal 8**  
**Monitoring dan Evaluasi**

**Pihak Pertama** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal dan eksternal pada tanggal **18-31 Agustus 2021** terhadap kemajuan pelaksanaan penelitian tahun anggaran 2021.

**Pasal 9**  
**Perubahan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Medan.

**Pasal 10**  
**Penggantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila **Pihak Kedua**, selaku Ketua Pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **Pihak Kedua** wajib mengusulkan kepada **Pihak Pertama** pengganti Ketua Pelaksana dari salah satu anggota tim **Pihak Kedua**.
- (2) Apabila **Pihak Kedua** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak memiliki pengganti Ketua Pelaksana sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka **Pihak Kedua** harus mengembalikan dana penelitian kepada **Pihak Pertama** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **Pihak Pertama**.

**Pasal 11**  
**Sanksi**

- (1) Apabila sampai batas waktu pelaksanaan penelitian ini berakhir, namun **Pihak Kedua** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim Laporan Kemajuan, maka dikenakan sanksi berupa penghentian pembayaran tahap II (30%);
- (2) Apabila **Pihak Kedua** terlambat mengirim Laporan Akhir, maka dikenakan sanksi tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut;
- (3) Apabila **Pihak Kedua** tidak dapat mencapai target luaran wajib sampai pada waktu yang telah ditetapkan, maka akan dicatat sebagai hutang dan apabila tidak dapat dilunasi oleh **Pihak Kedua**, maka akan berdampak dalam mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **Pihak Pertama**;

**Pasal 12**  
**Kekayaan Intelektual**

- (1) Kekayaan intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan perundang-undangan di Pusat Inovasi Publikasi dan Sentra HKI LPPM Unimed.
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana.
- (3) Hasil penelitian adalah milik negara dan dihibahkan kepada **PIHAK KEDUA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST) untuk keberlanjutan pengembangan penelitian.

**Pasal 13**  
**Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, i'tikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **Pihak Kedua**, maka Kontrak Penelitian ini dinyatakan batal dan **Pihak Kedua** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **Pihak Pertama** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **Pihak Pertama**.

**Pasal 14**  
**Pajak-Pajak**

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPh dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **Pihak Kedua** dan harus dibayarkan oleh **Pihak Kedua** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

**Pasal 15**  
**Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara **Pihak Pertama** dan **Pihak Kedua** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.


**Pasal 16**  
**Lain-lain**

- (1) **Pihak Kedua** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau dikusertakan pada pendanaan penelitian lainnya yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan di dalam maupun di luar negeri.

- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Kontrak ini dan dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut, maka akan dilakukan perubahan-perubahan oleh kedua pihak;
- (3) Perubahan-perubahan yang akan diatur kemudian merupakan satu kesatuan dari Kontrak ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh kedua pihak dan dibuat dalam **rangkap 2 (dua)** serta bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**Pihak Pertama,**



**Prof. Dr. Baharuddin, ST, M.Pd.**  
NIP. 196612311992031020

**Pihak Kedua,**



**Mukti Hamjah Harahap, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197704252008011011

## Lampiran 4. Perjanjian kerjasama

### PERJANJIAN KERJASAMA

antara  
**PERBENGKELAN CIPTA MAJU**  
dan  
**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

#### Tentang **KERJASAMA PENELITIAN PENGEMBANGAN UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

Dengan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, pada hari ini Rabu, tanggal Tujuh Belas, bulan Maret tahun Dua ribu dua puluh satu, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. **Agung Sucipto, S.T**, Direktur/Kepala/Pimpinan PERBENGKELAN CIPTA MAJU, yang berkedudukan di PERBAUNGAN, yang selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **Mukti Hamzah Harahap**, Dosen UNIMED, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Medan, berkedudukan di Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate selanjutnya disebut PIHAK KEDUA;

Selanjutnya PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, akan melakukan Kerjasama dalam pelaksanaan penelitian pengembangan Universitas Negeri Medan Tahun 2021.

PARA PIHAK sepakat mengikatkan diri dalam sebuah Perjanjian Kerjasama dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

#### **Pasal 1** **AZAS**

Perjanjian Kerjasama ini berazaskan pada itikad baik, saling percaya, saling menghormati, saling menguntungkan, dengan tetap taat dan patuh pada ketentuan

yang berlaku serta selalu berusaha menyelesaikan masalah yang mungkin timbul dengan cara profesional.

## **Pasal 2**

### **TUJUAN**

Nota perjanjian Kerjasama ini bertujuan untuk menghasilkan penelitian yang berkualitas terkait dengan Rancang Bangun dan Perekayasaan Alat Mesin HotPress.

## **Pasal 3**

### **LINGKUP KEGIATAN**

Ruang lingkup pelaksanaan perjanjian kerjasama ini meliputi:

1. Merancang dan Mendesain Mesin Press yang memiliki suhu stabil dalam penekanan sampel, efisien, murah dan hemat energi untuk diaplikasikan dalam industri Plastik dan Komposit,
2. Mengetahui ekspansi suhu dalam ruang area panas dan dingin alat press, dan
3. Merancang sistem pengontrolan suhu di dalam ruang yang didesain untuk industri Plastik dan Komposit.
4. Bagian kegiatan penelitian lainnya yang disepakati PARA PIHAK.

## **Pasal 4**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

- (1) Pelaksanaan Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Jurusan Fisika Universitas Negeri Medan.
- (2) PT.... akan memfasilitasi terkait justifikasi alat yang dihasilkan apakah sudah memenuhi standar yang dibutuhkan.

**Pasal 5**  
**PEMBIAYAAN**

Biaya yang dibebankan dalam penelitian ini dibebankan kepada kedua belah pihak dengan besaran sebagai berikut:

- a. PIHAK PERTAMA Harus memberikan kontribusi nyata yang terlihat dalam struktur pembiayaan minimum 10% dari nilai nominal kontrak dan *in kind* sebesar 15% dari nilai nominal kontrak PIHAK KEDUA dengan Unimed.
- b. PIHAK KEDUA memperoleh dana penelitian yang bersumber dari Dana PNBPN Unimed tahun 2021.

**Pasal 6**  
**JANGKA WAKTU**

- (1) Perjanjian Kerjasama ini berlaku untuk jangka waktu 10 (sepuluh) bulan sejak pengumuman hasil seleksi proposal LPPM Unimed dan dapat diperpanjang atau diakhiri atas dasar kesepakatan PARA PIHAK.
- (2) Dalam hal salah satu pihak berkeinginan untuk mengakhiri Perjanjian Kerjasama sebelum jangka waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka pihak tersebut wajib memberitahunya secara tertulis selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan sebelum keinginan diakhirinya Nota Perjanjian Kerjasama ini.
- (3) Dalam hal Perjanjian Kerjasama ini tidak diperpanjang lagi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tidak akan menghilangkan hak dan kewajiban masing-masing pihak yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebagai akibat pelaksanaan sebelum berakhirnya Perjanjian Kerjasama.

**Pasal 7**  
**KEPEMILIKIAN KEKAYAAN INTELEKTUAL**

1. PARA PIHAK sepakat dalam hal kegiatan kerjasama penelitian ini menghasilkan Karya Cipta, maka nama penulis atau penciptanya harus dicantumkan, masing-masing dengan urutan yang disetujui oleh PARA PIHAK.
2. Hasil kegiatan dapat dipublikasikan sesuai mekanisme PARA PIHAK.



**Pasal 8**  
**PEMASARAN PRODUK DAN ROYALTI**

1. PIHAK PERTAMA akan memasarkan produk penelitian kepada Konsumen
2. PIHAK KEDUA membantu memasarkan produk penelitian kepada Konsumen
3. PIHAK KEDUA akan memperoleh Royalti 10% dari pendapatan bersih penjualan produk penelitian.

**Pasal 8**  
**PENYELESAIAN PERSELISIHAN**

Apabila terjadi ketidak serasian atau perbedaan pendapat dalam pelaksanaan isi Perjanjian Kerjasama ini akan diselesaikan oleh PARA PIHAK secara musyawarah guna mencapai mufakat

**Pasal 10**  
**PENUTUP**

Perjanjian Kerjasama ini dibuat disetujui dan ditandatangani rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup yang dipegang oleh masing-masing pihak serta mempunyai kekuatan hukum yang sama

**PIHAK KEDUA**



**MUKTI HAMJAH HARAHAHAP, M.Si**

**PIHAK PERTAMA**



**AGUNG SUCIPTO, S.T**