

Desain dan analisis kontrol *temperature mold* pada mesin pencetak piring pelepah pohon palm

Hari Kurnia Safitri¹, Muhamad Rifa'i², Ridho Agwan Prakoso³

e-mail: hari.kurnia@polinema.ac.id, muh.rifai@polinema.ac.id, ridhoagwan36@gmail.com

^{1, 2, 3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 15 Februari 2021

Direvisi 6 April 2021

Diterbitkan 29 April 2021

Kata kunci:

Pelepah Palm
Hidrolik
PLC
Elemen Pemanas

Keywords:

Fonds of Palm
Hydraulic
PLC
Heating Element

ABSTRAK

Palm merupakan tumbuhan asli daerah tropis yang selama ini hanya dianggap sampah. Bentuknya yang besar dan kasar membuatnya sulit dibersihkan dan akhirnya pelepah pohon tersebut hanya akan di bakar oleh manusia sekitar tanpa ada ide memanfaatkan kembali pelepah palm tersebut menjadi produk bermanfaat dengan nilai jual tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penelitian guna menentukan parameter yang tepat untuk mencetak pelepah palm sebagai media piring dengan alat pencetak dan juga pelaksanaan program 3R untuk penggunaan pelepah pohon palm sebagai media piring. Proses cetak menggunakan cara pemanasan lembaran pelepah palm dalam suatu cetakan, alat ini dilengkapi dengan pengaturan suhu yang dihubungkan dengan elemen pemanas. Dengan memberikan data *input* suhu yang diinginkan melalui menu yang tersedia, kemudian data tersebut diolah PLC untuk memanaskan elemen pemanas sesuai set poin dan hidrolis akan menekan secara otomatis hingga pelepah tercetak sempurna. Alat ini diujikan untuk mencetak piring dengan rentang suhu 80°, 100°, 120°, 150°. Dari hasil beberapa percobaan didapatkan suhu dan waktu yang terbaik yaitu suhu 120°C dan waktu 15 detik, dengan kondisi pelepah piring sudah pada keadaan tidak basah.

ABSTRACT

Palm is a plant native to the tropics which has been considered as garbage. Its large and rough shape makes it difficult to clean, in the end the tree fronds will only be burned by local people without any idea of reusing the palm fronds into useful products with high selling value. This research aims to determine the parameters for printing palm fronds as plate media with a printer and also the implementation of the 3R program for the use of palm tree fronds as plate media. The printing process uses the way of heating the palm frond sheets in a mold, this tool is equipped with a temperature setting that is connected to a heating element. By providing data input the desired temperature through the available menu, the data is processed by the PLC to heat the heating element according to the set point and the hydraulic will automatically press until the frond is perfectly printed. This tool was tested for printing plates with a temperature range of 80°, 100°, 120°, 150°. From the results of several experiments, it was found that the best temperature and time were 120°C and 15 seconds, with the plate condition not wet.

Penulis Korespondensi:

Hari Kurnia Safitri,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141
Email: hari.kurnia@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) adalah suatu proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Secara umum penyebab *global warming* dibagi menjadi dua jenis yaitu faktor alam dan faktor penduduknya. Istilah “*go green*”, “*back to nature*”, “*stop global warming*” akrab dalam kehidupan sehari-hari di seluruh dunia [1]. Program ini menghimbau untuk penghematan listrik, penghematan air, dan penerapan 3R (*reuse, reduce, recycle*), dll dengan tujuan agar dapat membantu penanggulangan terjadinya *global warming* di sekitar kita.

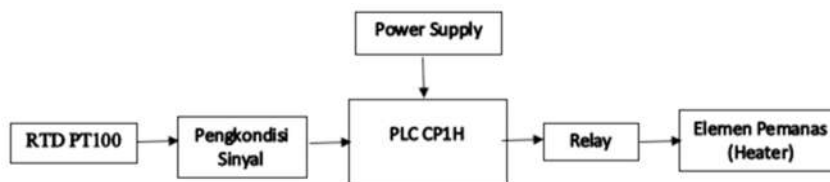
Palm merupakan tumbuhan asli daerah tropis, yakni daerah yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Di wilayah Indonesia, tanaman palm dapat ditemukan hampir di seluruh provinsi, dari daerah pantai yang datar sampai ke daerah pegunungan. Pelepah palm selama ini hanya dianggap sampah. Bentuknya yang besar dan kasar membuatnya sulit dibersihkan. Pada akhirnya pelepah-pelelah tersebut hanya akan di bakar oleh warga sekitar tanpa ada ide untuk memanfaatkan kembali menjadi barang bermanfaat dengan nilai jual tinggi [1][2]. Misalnya dalam hal peralatan makanan, minuman, ataupun peralatan dapur. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan guna menentukan parameter yang tepat untuk mencetak pelepah palm dengan alat pencetak dan juga pelaksanaan program 3R untuk penggunaan pelepah pohon palm sebagai media piring [3]. Pelepah palm memiliki karakter lentur dengan serat yang sejajar atau searah, dan di bagian permukaannya memiliki lapisan seperti lilin yang menjadikan pelepah palm dapat menahan air agar tidak tembus dari satu sisi ke sisi lainnya dan juga keunggulannya dari produk dengan bahan pelepah pinang karena higienis, murah dan biodegradable [4]. Hasil dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa dengan teknik tertentu limbah pelepah palm dapat diolah dan dibentuk menjadi material baru guna fashion seperti tas wanita [2].

Metode dalam alat pencetak ini dilakukan secara terintegrasi menggunakan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Control*). Pada proses cetak menggunakan cara pemanasan lembaran dengan elemen pemanas yang berada dalam suatu cetakan atau mold yang terdiri dari core dan cavity [5]. Dalam pengaturan panas cetakan, alat ini terdapat sensor PT100 yang digunakan untuk mendeteksi suhu cetakan, sensor ini sering digunakan pada sistem kontrol pada industri [6]. Selanjutnya pelepah palm diberi perlakuan gaya dan dipanaskan dalam cetakan dengan rentang suhu 115 - 120 °C dengan waktu 1-2 menit [7]. Dalam alat ini suhu sangat berpengaruh signifikan dalam kualitas produk piring yang dihasilkan [8].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok Sistem

Adapun sistem yang akan dirancang, khususnya untuk menjaga suhu pada cetakan alat di alat pencetak piring. Sebagai mana terlihat pada blok diagram perancangan Gambar 1.



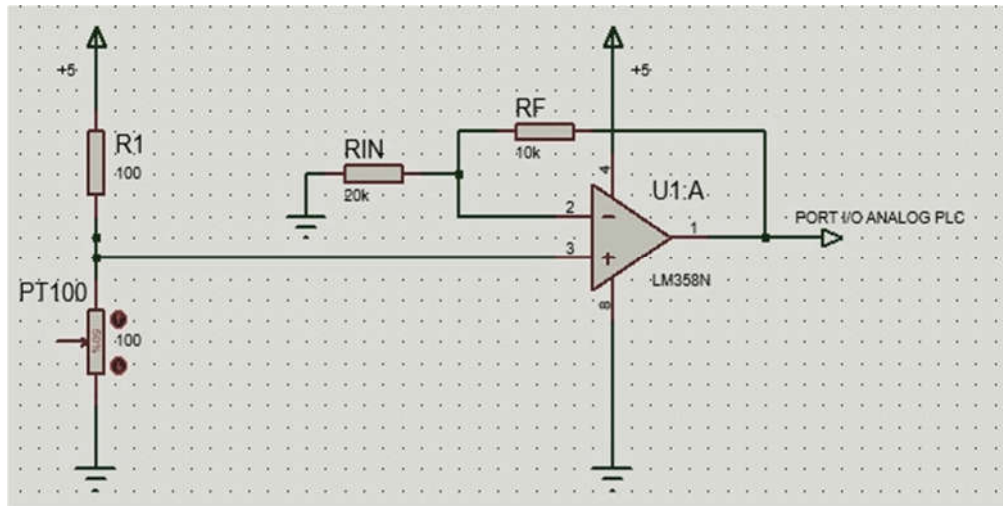
Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

Prinsip kerja dari proses pencetakan pelepah sebagai piring adalah menyiapkan pelepah palm yang sudah dalam kondisi kering dan bersih untuk siap dicetak dengan cara melakukan proses pembacaan *set point* suhu menggunakan sensor suhu PT100 dan pengkondisi sinyal. Untuk nilai *set point* suhu pada penelitian ini menggunakan nilai suhu 80°, 100°, 120°, 150°. Setelah ditentukan nilai *set point* suhu yang akan digunakan, tekan tombol *START* pada saklar panel box, kemudian aktuator heater akan mulai memanasi pencetak piring (*mold*). Setelah suhu pada cetakan dianggap telah sesuai oleh sensor PT100 maka sinyal output dari sensor akan dikuatkan menggunakan pengkondisi sinyal. Lalu sinyal yang telah dikuatkan oleh pengkondisi sinyal akan diproses ke dalam *controller* (PLC).

Controller (PLC) akan menerima data sensor berupa sinyal penguatan yang kemudian akan segera diproses untuk menghasilkan *output* panas dengan mengaktifkan *relay heater*. Kemudian *relay* akan aktif dan membatasi aliran arus yang masuk pada *heater* yang berakibat pada *heater* tidak melakukan pemanasan sehingga panas pada cetakan akan sesuai dengan *setting* yang diinginkan

2.2 Desain Pengkondisi Sinyal

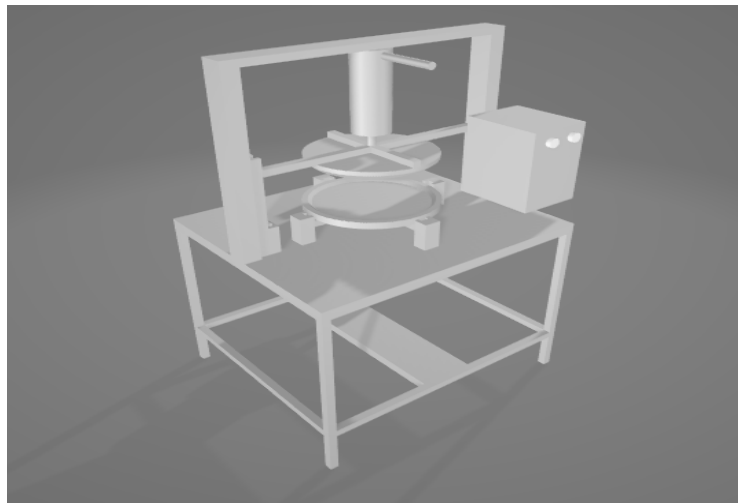
Untuk membuat PT-100 terhubung dan dapat diproses oleh PLC diperlukan rangkaian Pembagi tegangan dan penguat tegangan yang berfungsi untuk mendapat nilai tegangan tebaca pada PT-100. Penguatan tegangan yang digunakan adalah penguatan Non Inverting. Pada prinsipnya penguatan non inverting adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memperkuat dan membalik polaritas sinyal masukan. Dengan perubahan yang terjadi, maka tegangan *output* yang dikeluarkan oleh Op-amp juga akan berubah. *Output* dari op-amp itulah yang akan dibaca oleh PLC. *Input* analog dari PLC adalah tegangan 0v s/d 5v. Pengkondisi sinyal dikondisikan agar tegangan keluaran tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar serta jarak tegangan mampu terbaca oleh Analog PLC.



Gambar 2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

2.3 Desain Alat Pencetak piring Pelepah Pohon Palm

Pada Gambar 3 memperlihatkan desain alat pencetak piring pelepah pohon palm



Gambar 3. Design Alat Pencetak Piring Pelepah Pohon Palm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor Suhu PT100

Pengujian pada sensor ini dilakukan dengan membandingkan kenaikan nilai resistansi terhadap kenaikan suhu dengan *datasheet* sensor PT-100. Selain itu, pengujian dilakukan dengan membandingkan

suhu yang terbaca pada serial monitor dengan suhu pada thermogun. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sensor ini bekerja dengan akurat sesuai dengan nilai suhu aktual atau tidak.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Nilai Resistansi Sensor PT100

No.	Suhu (°C)	Pengukuran	Datasheet	Error (%)
		Resistansi Sensor PT100 (Ω)	Sensor PT100 (Ω)	
1.	30	111,2	111,67	0,421
2.	40	116,4	115,54	0,744
3.	50	119,8	119,40	0,335
4.	60	123,7	123,24	0,373
5.	70	127,0	127,08	0,063
6.	80	130,7	130,90	0,153
7.	90	134,2	134,71	0,379
8.	100	137,1	138,51	1,018
9.	110	142,0	142,29	0,204
10.	120	146,2	146,07	0,089
11.	130	149,7	149,83	0,087
Error Rata-Rata				0,351

Dari hasil perbandingan nilai resistansi sensor suhu PT100 yang ditunjukkan pada Tabel 1, diperoleh hasil yang cukup akurat dan sesuai dengan nilai yang ada pada datasheet. Hal ini dapat dilihat dari persentase nilai error rata-rata dan nilai error setiap pengujian, yaitu dengan nilai error minimal sebesar 0,063% dan error maksimal sebesar 1,018% dengan nilai error rata-rata sebesar 0,351%. Nilai error setiap pengujian dan nilai error rata-rata yang didapat tidak lebih besar dari 5% sehingga dapat ditoleransi dan tidak mengganggu kinerja sistem. Dari hasil perhitungan nilai error rata-rata yang didapat dari persamaan dengan nilai 0,351%, maka dapat disimpulkan bahwa hasil kalibrasi antara nilai resistansi sensor suhu PT100 hasil pengukuran dengan nilai resistansi yang ada pada dataSheet diperoleh hasil yang cukup akurat dan sesuai sehingga dapat menghasilkan kinerja yang baik.

Selain itu, sensor diujikan dengan membandingkan tegangan yang terbaca pada pengukuran voltmeter dengan perhitungan secara manual. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sensor ini bekerja dengan akurat sesuai dengan nilai *range* tegangan yang dapat terbaca oleh controller. Sehingga *output* dapat terproses oleh PLC

Tabel 2. Perbandingan *Output* Sensor PT100 dengan Penguatan

No.	Suhu (°C)	Vout	Vout	Error (%)
		Perhitungan (Volt)	Pengukuran (Volt)	
1.	0	3,75	3,8	1,33
2.	20	3,9	3,94	1,03
3.	30	3,96	4	1,01
4.	40	4,02	4,1	1,9
5.	60	4,14	4,2	1,45
6.	80	4,25	4,29	0,94
7.	100	4,36	4,4	0,92
8.	120	4,46	4,5	0,9
9.	140	4,55	4,59	0,88
10.	160	4,64	4,68	0,86
11.	180	4,72	4,76	0,85
12.	200	4,8	4,84	0,83
Error Rata-Rata				1,08

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan pada tabel 2, diperoleh hasil yang cukup akurat dan sesuai dengan hasil perhitungan. Hal ini dapat dilihat dari persentase nilai error rata-rata dan nilai error pada setiap pengujian yaitu dengan nilai error minimal sebesar 0.83% dan error maksimal sebesar 1,9% dengan nilai error rata-rata sebesar 1,08%. Nilai error setiap pengujian dan nilai error rata-rata yang didapat tidak lebih besar dari 5% sehingga dapat ditoleransi dan tidak mengganggu kinerja sistem. Dan dari hasil penguatan tegangan *output* pengkondisi sinyal sensor PT100 diperoleh *range* tegangan antara 3,75V – 4,8 V, sehingga *output* pengkondisi sinyal dapat memenuhi kebutuhan analog *input* PLC dimana kebutuhan analog *input* PLC disetting pada *range* 0V s/d 5V. Dengan demikian rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu PT100 dapat bekerja dengan cukup akurat dan optimal

3.2 Pengujian PLC

Pengujian PLC bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa semua port I/O PLC yang digunakan dapat berfungsi dengan baik, karena PLC merupakan otak dari keseluruhan sistem. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengecekan I/O PLC pada digital *input*, digital *output*, analog *input* dan analog *output*.

3.2.1 Pengujian Digital Input dan Output

Pengujian digital *input* dilakukan dengan memberikan logika *high* dan *low* pada masing-masing alamat *input* yang digunakan dan dengan melihat nyala lampu indikator pada *input* PLC. Pengujian digital *output* dilakukan dengan memberikan logika *high* dan *low* pada masing-masing alamat *output* yang digunakan dengan melihat *output* tegangan yang dihasilkan, dimana saat kondisi logika *low* tegangan yang dihasilkan adalah 0 VDC dan apabila kondisi logika *high* tegangan yang dihasilkan adalah 24 VDC

3.2.2 Pengujian Analog Input dan Output

Pengujian pada analog *input* untuk mengetahui pada pin - pin analog *input* dapat digunakan sebagai *input* yang mampu membaca data *output* dari sensor. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan pada pin analog *input* sesuai dengan range 0V – +5V. Pengujian pada analog *input* untuk mengetahui pada pin - pin analog *input* dapat digunakan sebagai *input* yang mampu membaca data *output* dari sensor dengan range desimal 0000 – 6000 sesuai dengan *datasheet* PLC

Tabel 3. Hasil Pengujian Analog Input

No.	Vin (Power Supply)	AI Modify (Desimal)
1.	0V	0000
2.	1V	1200
3.	2V	2400
4.	3V	3600
5.	4V	4800
6.	5V	6000

Pengujian analog *output* dilakukan dengan memberikan tegangan *output* dengan range 0-5 VDC melalui *software* PLC yang sudah terprogram untuk mengeluarkan *output* tertentu sesuai dengan range yang ditentukan. *Output* dari analog *output* diukur menggunakan multimeter dan dibandingkan dengan nilai *output* yang diberikan pada program yaitu range desimal 0000 – 6000.

Tabel 4. Hasil Pengujian Analog Output

No.	AO Modify (Desimal)	Vout
1.	0000	0V
2.	1200	1V
3.	2400	2V
4.	3600	3V
5.	4800	4V
6.	6000	5V

Jadi dari data pada Tabel 3 dapat dianalisa yaitu *input* yang sudah di-*setting* 0V – +5V tersebut akan diolah menjadi bilangan desimal pada pin analog *input* berupa tegangan 0V – +5V. Hasil pengujian analog *input* dari data diatas mampu menghasilkan data yang cukup akurat dan linear. Dan hasil pengujian analog *output* PLC pada Tabel 4 tegangan *output* dengan range 0-5 VDC yang terbaca pada analog pengukuran multimeter sesuai dengan program. Dengan demikian analog *input* dan *output* pada controller dapat digunakan seluruhnya dan menghasilkan data yang akurat dan linier.

3.3 Pengujian Heater

Pengujian pada elemen pemanas (*heater*) dilakukan dengan mengontrol pemanasan pada cetakan pelepah dan mengetahui lama pemanasan pada setiap *set point* suhu pada program yang telah di kehendaki. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Percobaan Heater

No	Suhu(°C)	Tegangan(V)	Lama Pemanasan (tanpa cetakan)	Lama Pemanasan (dengan cetakan)
1	20°	27 V	0 detik	0 menit

No	Suhu(°C)	Tegangan(V)	Lama Pemanasan (tanpa cetakan)	Lama Pemanasan (dengan cetakan)
2	40 °	27 V	40 detik	13 menit
3	60 °	27 V	60 detik	17 menit
4	80 °	27 V	80 detik	25 menit
5	100 °	27 V	100 detik	29 menit
6	120 °	27 V	120 detik	33 menit
7	150 °	27 V	150 detik	39 menit

Dari hasil percobaan pemanasan *heater* Tabel 5 diatas dalam *range* suhu 20° - 150 ° diperoleh *range* waktu pemanasan cetakan sekitar 0 – 39 menit dengan tegangan yang tidak berubah. Dengan demikian *Heater* dapat digunakan secara baik

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian pada rangkaian ini dilakukan dengan membandingkan antara kenaikan suhu pada cetakan mesin terhadap piring pelepah yang telah dicetak. Pengujian ini bertujuan untuk melihat dampak pemanasan pada cetakan terhadap hasil produk piring pelepah yang telah di cetak baik atau tidak. Hasil pelepah dapat dikatakan baik jika bentuk dari pelapah yang di hasilkan sesuai dengan cetakan yang ada dan tekstur dari pelepah tidak gosong

Tabel 6. Hasil Percobaan Keseluruhan

No	Suhu(°C)	Lama Pencetakan(detik)	Hasil
1	80°	5 detik	Kurang
		10 detik	Kurang
		15 detik	Kurang
2	100°	5 detik	Kurang
		10 detik	Kurang
		15 detik	Kurang
3	120°	5 detik	Kurang
		10 detik	Kurang
		15 detik	Baik
4	150°	5 detik	Buruk
		10 detik	Buruk
		15 detik	Buruk

Dari hasil pengamatan rangkaian keseluruhan pada alat pencetak ini pada *range* suhu 80°C hingga *range* 150° dan lama pencetakan yang stabil maka diperoleh hasil produk piring yang berbeda. Dapat dijelaskan bahwa sifat pelepah palm menjadi mudah terbentuk sesuai cetakan seiring dengan peningkatan temperatur dan jika suhu terlalu tinggi maka tekstur pelepah yang tercetak akan menjadi gosong dan mudah robek. Terlihat pada contoh Gambar 4 hasil pelepah dalam kategori baik jika bentuk dari pelepah dapat tercetak sempurna dan juga tekstur dari pelepah tidak ada kegosongan, namun jika pada contoh Gambar 5 di kategorikan kurang ataupun buruk karena tekstur pelepah yang gosong di bagian pinggir pelepah yang tercetak



Gambar 4. Contoh Hasil pelepah baik



Gambar 5. Contoh Hasil pelepah Kurang

4. KESIMPULAN

Alat pencetak piring dapat mencetak sesuai dengan cetakan yang telah di sediakan, semakin panas cetakan semakin baik kualitas piring yang dihasilkan. Dari hasil beberapa percobaan didapatkan suhu dan waktu yang terbaik agar pelepah yang dicetak tidak mengalami kerusakan. Suhu dan waktu yang didapatkan yaitu dengan suhu 120°C dengan waktu 15 detik, dengan posisi pelepah piring sudah pada keadaan tidak basah Alat pencetak piring dapat berjalan sesuai dengan program yang telah di setting

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya diucapkan kepada semua pihak yang telah banyak memberikan motivasi, bantuan, kesempatan, dan juga sumbangan pikirannya

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christiani, Mega. (2013) Pengaruh Citra Merek Hijau, Kepuasan Hijau, Dan Kepercayaan Hijau Pada Ekuitas Merek Hijau Produk Batik Natural Di Indonesia. Universitas Gadjah Mada
- [2] Dharmawan, Maureen Florencia.(2015). Pemanfaatan Material Alam Pelepah Palm Menjadi Bahan Benda Produk. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya, Vol 4, No 1.
- [3] Agustinus Deka, Betan.(2014). Pengaruh Persentase Alkali Pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pinang (Areca Catechu) Terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol5, No 2
- [4] Mohanraj K S, Vijayakumar P, Senthilkumar R, Gokul Karthika (2017).Design And Analysis Of Semi Automatic Paper Cum Arecanut Plate Making. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 4 issue 05, 2017, pp. 3546-3550.
- [5] Kurniawan, Didik (2011) Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Hasil Cetak Plastik Dengan Mold Dari Alumunium Pada Proses Mechanical Thermoforming. Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [6] Suprianto. (2015). Pengertian Dan Prinsip Kerja Sensor RTD. Jurnal Universitas Negeri Semarang
- [7] Kurniawan, Sigit, Maizal Isnen (2018) . Pengaruh Temperature Dan Lama Waktu Pengepresan Alat Hot Press Pelepah Daun Pinang. Jurnal Inovator Politeknik Negeri Jambi, Vol 1, No 2, Pp.14-17
- [8] Ch. Mani Kumar, P. Rajendra Babu.(2017).Design And Fabrication Of Degradable Cups Making Machine .*International Journal On Recent Research In Science, Engineering & Technology*, Vol. 5 Issue 10.