

Rancang Bangun Alat Pengepress Ban Elektrik Untuk Merekatkan Ban Secara Otomatis

Musthafa Mahmud Adam Alfarizi Flora¹, Madyono², Budi Nur Iman³
^{1,2,3} Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya, Indonesia

email: musthafaalfarizi16@gmail.com¹, madyono@pens.ac.id², alfaruqi@pens.ac.id³

Abstrak - Alat tambal ban yang banyak dijumpai di pinggir jalan kebanyakan menggunakan alat tambal ban tradisional dengan metode *press* manual dan memanaskan di atas plat besi dan menggunakan spiritus yang dibakar di tungku untuk merekatkan tambalan. Proses penambalan ban memerlukan waktu yang lama dan terkadang penambal harus memastikan, apakah tambalan sudah merekat atau belum. Permasalahan ketika terlalu cepat membuka hasil tambalan mengakibatkan tambalan belum merekat sempurna. Begitu juga ketika penambalan terlalu lama akan merusak permukaan ban. Dari masalah tersebut muncul ide untuk membuat alat tambal ban dengan ada tampilan untuk mengetahui suhu ketika alat tambal ban bekerja dan juga waktu lama tambal ban agar tambal ban otomatis berhenti. Alat ini akan diimplementasikan pada penambal ban sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimal untuk penambalan ban dan menghasilkan tambalan yang baik dengan waktu yang singkat ketika dibandingkan dengan waktu penambalan ban biasanya. Dalam penelitian ini menggunakan sensor *thermocouple*, Arduino Pro Mini, *organic light-emitting diode* (OLED), dan motor DC. Hasil penambalan dengan variasi suhu dan waktu yang ditentukan diperoleh hasil tambalan yang baik dan tidak baik. Suhu optimal untuk penambalan ban pada pengujian ini terdapat pada suhu 70 °C suhu pada plat pemanas, dengan hasil tambalan yang sempurna selama 1 menit 50 detik. Laju perpindahan panas pada plat sebesar 37.763 watt dan laju perpindahan panas pada ban sebesar 0,45 watt.

Kata Kunci – Suhu optimal, OLED, sensor *thermocouple*

Abstract - The tire patch tools that we often encounter on the roadside mostly use traditional tire patches using the manual press method and heating on an iron plate. And use spiritus that is burned in the furnace to glue the filling. The tire patching process takes a long time and sometimes the patcher has to make sure whether the patch is glued or not. The problem is when opening the patch too quickly results in the patch not being completely glued. Likewise, when patching for too long will damage the tire surface. From this problem, the idea emerged to make a tire patch tool with a display to find out the temperature when the tire patch tool works and also the length of time the tire patch will take so that the tire patch automatically stops. This tool will be implemented on the surrounding tire patch. This study aims to determine the optimal temperature for tire filling and produce a good filling in a short time when compared to the usual tire filling time. In this research, we use a thermocouple sensor, Arduino Pro Mini, organic light-emitting diode (OLED), and a DC motor. The results of the filling with the specified temperature and time variations obtained good and bad results. The optimal temperature for tire filling in this test is at 70 °C temperature on the heating plate, with perfect patching results for 1 minute 50 seconds. The heat transfer rate on the plate is 37763 watts and the heat transfer rate on the tires is 0.45 watts.

Keywords – Optimal temperature, OLED, thermocouple sensor

I. PENDAHULUAN

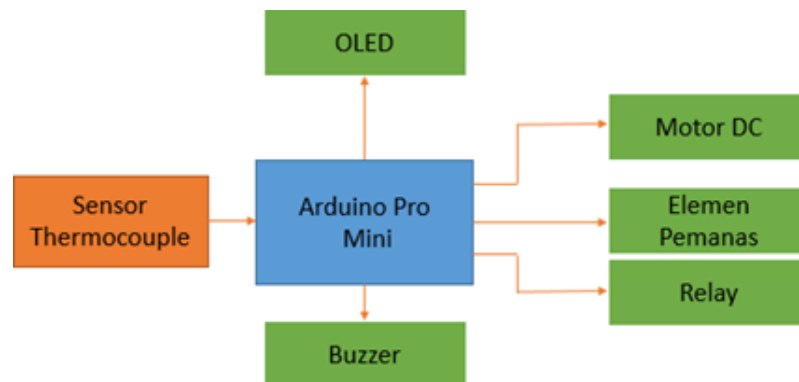
Seiring perkembangan zaman dan teknologi, perusahaan pembuatan ban menemukan jenis ban baru yaitu ban *tubless* [1]. Tetapi masih banyak yang menggunakan ban biasa ataupun ban vulkanisir yang memiliki kelemahan mudah rusak, mengelupas atau pecah [2].

Daya tahan ban dalam menyesuaikan dengan pemakaian ban luar [3]. Dengan begitu ban akan mudah mengalami kebocoran di mana saja, dan kapan saja [4]. Pada umumnya masyarakat menggunakan metode *press* dengan panas. Dengan energi panas bertujuan untuk merkatkan karet ban yang sudah diberi lem kemudian direkatkan pada bagian yang bocor. Proses pemanasan tersebut menggunakan spiritus atau minyak tanah yang dibakar pada tungku. Proses pemanasan memakan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan tambalan yang optimal dan terkadang ketika menambal ban, penambal ban tidak mengetahui secara spesifik berapa waktu yang diharapkan untuk mengetahui hasil tambalan. Hal tersebut memang benar karena penulis sudah melakukan survei pada penambal ban ketika melakukan penambalan dalam dua kali penambalan, pada penambalan pertama didapatkan waktu 7 menit 14 detik (waktu pemanasan ditambah dengan menunggu tambalan dingin), dan pada penambalan kedua didapatkan waktu 4 menit 51 detik (waktu pemanasan ditambah dengan menunggu tambalan dingin). Dari 2 penambalan tersebut dapat dikatakan bahwa tidak ada waktu aktual yang dibutuhkan untuk proses pemanasan. Cara yang biasa digunakan untuk mengetahui proses penambalan selesai ialah dengan menuangkan air pada plat pemanas. Faktor itu yang mendorong untuk membuat desain agar dapat disesuaikan dengan kondisi saat ini [5].

Perkembangan teknologi *microcontroller* dapat membantu mempermudah kinerja manusia, termasuk pada pembuatan alat [6]. Pada pembuatan alat diarahkan pada proses pemasakan atau penambalan ban, yang sebelumnya menggunakan pembakaran spiritus akan diganti dengan elemen pemanas yang menggunakan listrik. Selain itu alat ini akan bisa mengepress ban secara otomatis dan terdapat sensor *thermocouple* untuk mengetahui ketika mencapai suhu optimal [7]. Untuk mengetahui berhasil merekatkan ban terdapat pengingat berupa bunyi dari *buzzer*, dan pengepress akan bergerak berlawanan.

II. METODE

A. Konfigurasi Sistem



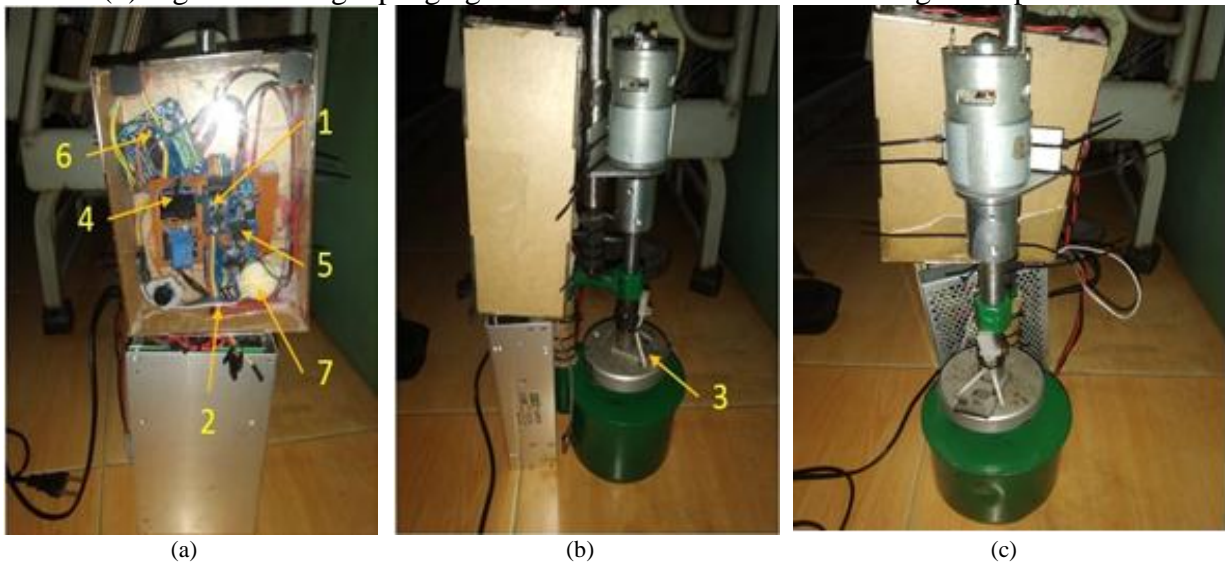
Gambar 1. Block Diagram Sistem

Terdapat sensor *thermocouple* yang digunakan untuk membaca beberapa suhu pada elemen pemanas, ban, dan plat pemanas. Sistem *thermocouple* ini sudah lama digunakan untuk mengukur suhu [8] [9]. Sebelum melakukan penambalan, terlebih dahulu menekan *push button*, kemudian motor DC akan mulai melakukan *press* kepada ban yang siap ditambal selama 10 detik dan *buzzer* berbunyi. Sensor *thermocouple* membaca suhu pada plat pemanas sesuai suhu yang diatur pada program. Setelah mencapai suhu yang ditentukan proses penambalan akan ditampilkan pada OLED sampai waktu yang diinginkan. Ketika proses penambalan selesai, *buzzer* akan berbunyi. Proses penambalan yang ditampilkan pada OLED adalah tampilan awal “Tambal Ban Online”, motor *press*, suhu tambal, dan motor stop. Proses penambalan akan berjalan sesuai dengan waktu yang diatur pada program.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (*Hardware*) merupakan kegiatan dalam merancang perangkat keras dengan menyusun sistem dari komponen yang digunakan. Seperti mikrokontroler, sensor, dan modul lainnya. Selanjutnya dilakukan perancangan desain mekanik yang dibuat dalam bentuk dan dimensi sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Pada tahap ini yang dilakukan adalah pembuatan rangkaian Arduino Pro Mini dengan Relay, Modul *Driver* BTS7960, Modul *Buck Converter*, dan Modul MAX6675. Desain *box* untuk tempat perangkat keras berukuran 6x13x17 cm dan dimensi alat secara keseluruhan 11x17x37 cm.

Perancangan perangkat keras terdiri dari Arduino Pro Mini (1) digunakan sebagai *prototyping platform* untuk menjalankan sebuah sistem. *Thermocouple* (2) merupakan sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya. [10] Elemen Pemanas (3) merupakan alat pemanas utama untuk melakukan penambalan. OLED (4) digunakan untuk menampilkan suhu yang dibaca oleh sensor *thermocouple*. Buck Converter (5) digunakan untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah/*direct current* (DC) menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tegangan masukan. BTS 7960 (6) digunakan sebagai motor driver / mengatur kecepatan motor. Buzzer (7) digunakan sebagai pengingat kondisi ketika memulai dan mengakhiri penambalan.



Gambar 2 (a). Desain *Hardware* tampak depan (b). Desain *Hardware* tampak samping (c). Desain *Hardware* tampak belakang

C. Laju Perpindahan panas

Laju perpindahan panas (Q) pada plat pemanas didapatkan k plat pemanas yang berbahan besi, A dan L dari plat pemanas dan perbedaan suhu T_1 (suhu elemen pemanas) dan T_2 (suhu plat pemanas). Perhitungan Q pada plat pemanas berlaku Persamaan 1 [7].

$$Q = k.A \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (1)$$

Dimana:

- Q = Laju perpindahan panas (watt)
- k = Konduktivitas panas besi (W/m°C)
- A = Luas penampang plat pemanas (m²)
- T_1 = Suhu elemen pemanas (°C)
- T_2 = Suhu plat pemanas (°C)
- L = Tebal plat pemanas (m)

Laju perpindahan panas pada ban menggunakan perhitungan yang serupa seperti sebelumnya. Perbedaan dalam perhitungan Q pada ban berdasarkan k dan ΔT . Di mana k yang

digunakan merupakan k dari ban dan ΔT berasal dari perbedaan suhu antara T_2 dengan T_3 . Perhitungan Q pada ban berlaku Persamaan 2 [7].

$$Q = k.A \frac{T_2 - T_3}{L} \tag{2}$$

Di mana:

- Q = Laju perpindahan panas (watt)
- k = Konduktivitas panas besi (W/m.°C)
- A = Luas penampang plat pemanas (m²)
- T_2 = Suhu plat pemanas (°C)
- T_3 = Suhu ban (°C)
- L = Tebal plat pemanas (m)

D. Pengondisian Tes

Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi suhu pada plat pemanas:

- Uji 1 : dengan suhu pada plat pemanas 37 °C
- Uji 2 : dengan suhu pada plat pemanas 50,50 °C
- Uji 3 : dengan suhu 64,75 °C
- Uji 4 : dengan suhu 70 °C
- Uji 5 : dengan suhu 93,25 °C

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini, penulis melakukan pengujian pada sensor *thermocouple* dengan cara menempelkan ujung sensor pada permukaan plat pemanas, elemen pemanas, dan ban sebanyak 5 kali. Dari hasil pengujian sensor *thermocouple* didapatkan data yang ditunjukkan pada tabel.

TABEL 1. PENGUJIAN PENGUKURAN SUHU SAAT PENAMBALAN BAN

Pengujian Ke-	Suhu Plat (T2) (°C)	Suhu Elemen Pemanas (T1) (°C)	Suhu ban (T3) (°C)	Waktu (Detik)
1	37	123,95	29	60
2	50,50	139	43,25	81
3	64,75	157	59,3	92
4	70	165	64,5	110
5	93,25	190,75	89	120

A. Pengujian Pertama

Pada pengujian pertama ini didapatkan suhu plat, suhu elemen pemanas, dan suhu ban, yaitu 37 °C, 123,95 °C, 29 °C. Gambar 3 (a) adalah tampilan pada OLED dan Gambar 3 (b) adalah hasil tambalan. Pada percobaan pertama ini dilakukan dengan waktu 1 menit.



(a)



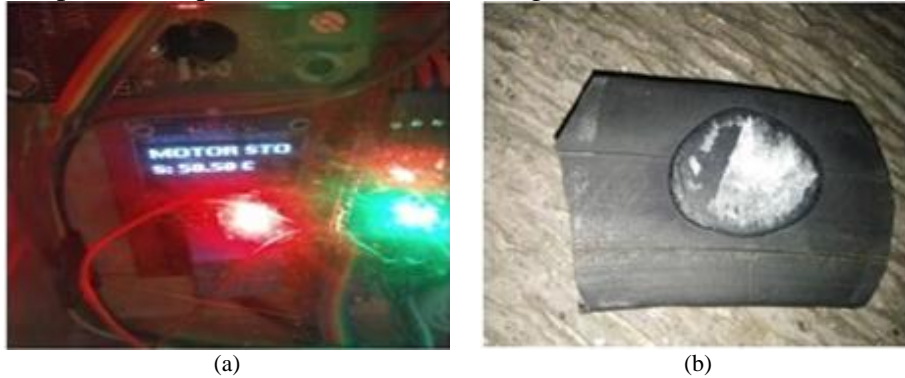
(b)

Gambar 3. (a). Tampilan pada OLED, (b). Hasil Penambalan Pertama

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dikatakan bahwa suhu 37 bukan suhu yang tepat untuk proses penambalan. Hal ini terbukti dari hasil penambalan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *kompon* (bahan penambal) belum menempel dan belum meleleh.

B. Pengujian Kedua

Pada pengujian kedua ini didapatkan suhu plat, suhu elemen pemanas, dan suhu ban, yaitu 50,50 °C, 139 °C, 43,25 °C. Gambar 4 (a), tampilan pada OLED dan Gambar 4 (b), hasil tambalan. Pada percobaan pertama ini dilakukan dengan waktu 1 menit 21 detik.



Gambar 4. (a). Tampilan pada OLED, (b). Hasil Penambalan Kedua

Pada suhu 50,50 °C pada plat pemanas, hasil pengujian Pada Gambar 4 (b), suhu 50,50 °C belum termasuk suhu yang tepat dalam proses penambalan. *Kompon* (bahan penambal) sudah terlihat menempel hanya saja belum begitu kuat.

C. Pengujian Ketiga

Pada pengujian ketiga ini didapatkan suhu plat, suhu elemen pemanas, dan suhu ban, yaitu 64,75 °C, 157 °C, 59,5 °C. Gambar 5 (a), tampilan pada OLED dan Gambar 5 (b), hasil tambalan. Pada percobaan pertama ini dilakukan dengan waktu 1 menit 32 detik.



Gambar 5. (a). Tampilan pada OLED, (b). Hasil Penambalan Ketiga

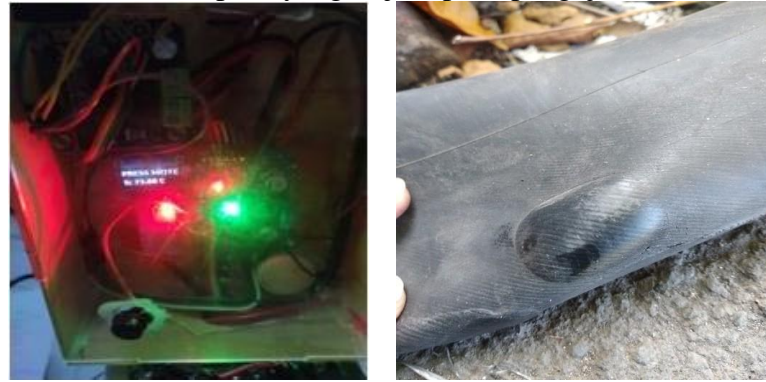
Pada suhu 64,75 °C pada plat pemanas, hasil pengujian pada Gambar 5. Bisa dikatakan pada suhu 64,75 °C bisa dikatakan suhu yang bagus untuk penambalan. Hanya saja bagian samping dari *kompon* (bahan penambal) masih belum menempel dengan sempurna sempurna.

D. Pengujian Keempat

TABEL 2. PENGUJIAN MENENTUKAN SUHU OPTIMAL SAAT PENAMBALAN BAN

Suhu Plat (T2) °C	Suhu Elemen Pemanas (T1) (°C)	Suhu ban (T3) (°C)	Waktu (Detik)
70	165	64,5	110
71	165	64,7	110
72	165,5	66	105
73	165,5	62,2	64
73	168	68	60

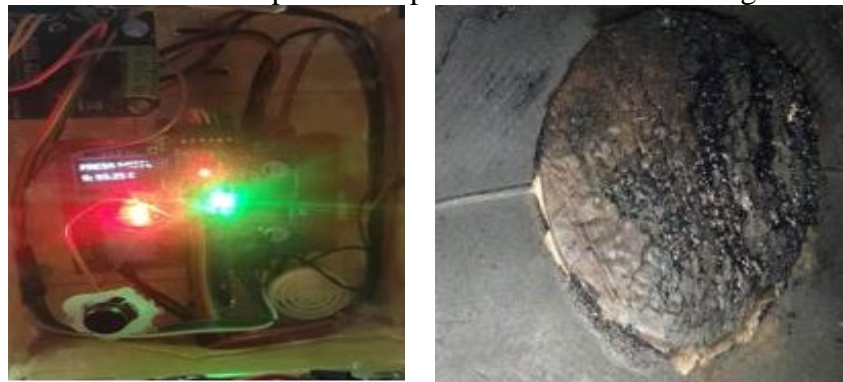
Pada pengujian keempat ini dilakukan 4 kali pengujian dan didapatkan hasil penambalan yang bagus. Meskipun ada perbedaan suhu dan waktu yang didapatkan. Jadi berdasarkan pengujian, pengepressan optimal dicapai pada suhu 70 °C. Suhu optimal diambil suhu paling rendah dengan waktu yang lebih cepat. Namun pada suhu 72 °C dan 73 °C meskipun lebih cepat dalam segi waktu dibandingkan dengan suhu 70 °C, suhu lebih tinggi mempunyai resiko yang serius terhadap umur alat. Selain umur alat, suhu yang lebih tinggi mengakibatkan kerusakan pada permukaan ban seperti yang terjadi pada pengujian ke-5.



Gambar 6. (a). Tampilan pada OLED, (b). Hasil Penambalan Keempat

E. Pengujian Kelima

Pada pengujian pertama ini didapatkan suhu plat, suhu elemen pemanas, dan suhu ban, yaitu 93,25 °C, 190,75 °C, 89 °C. Pada Gambar 7 (a) merupakan tampilan pada OLED dan Gambar 7 (b) hasil tambalan. Pada percobaan pertama ini dilakukan dengan waktu 2 menit.



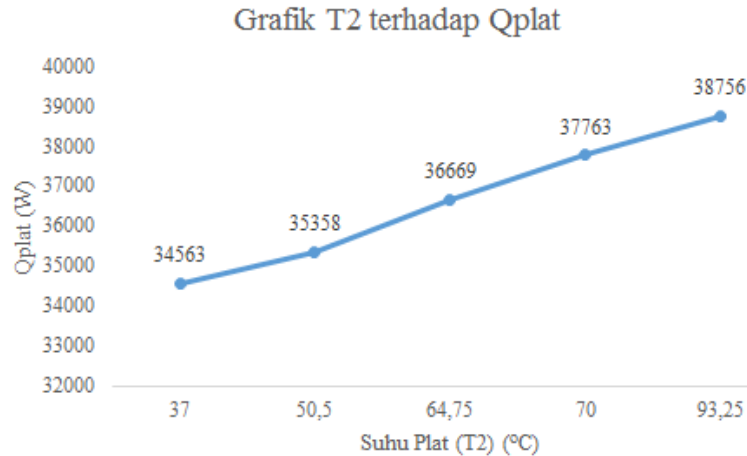
Gambar 7. (a). Tampilan pada OLED, (b). Hasil Penambalan Kelima

Pada suhu 93,25 °C pada plat pemanas, hasil pengujian pada Gambar 7 dapat dilihat hasil tambalan ban bagian *kompon* sampai keriput karena terlalu matang. Bisa dikatakan hasil tambalan pada Gambar 7 tidak baik karena dapat mengakibatkan bocor kembali.

F. Analisa Laju Perpindahan Panas

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN LAJU PERPINDAHAN PADA PLAT PEMANAS

k (W/m.°C)	A (m2)	Suhu Plat (T2) (°C)	ΔT (°C)	L(m)	Qplat (w)
79,5	0,01	37	86,95	0,002	34563
79,5	0,01	50,50	88,95	0,002	35358
79,5	0,01	64,75	92,25	0,002	36669
79,5	0,01	70	95	0,002	37763
79,5	0,01	93,25	97,5	0,002	38756

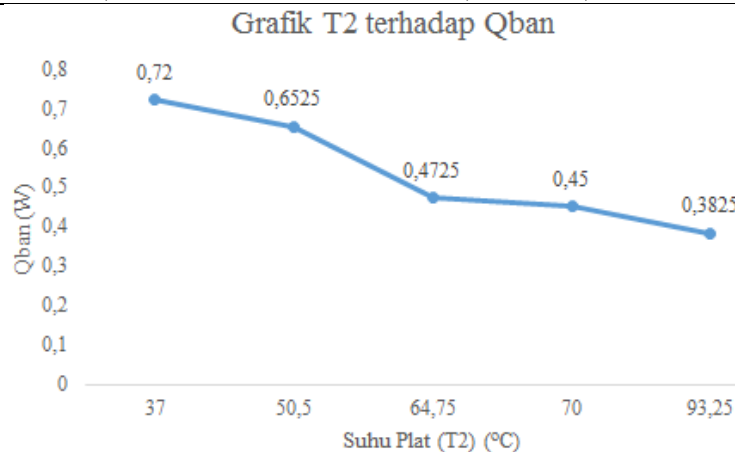


Gambar 8. Grafik hubungan T₂ Terhadap Q_{plat}

Pada grafik hubungan T_1 dan T_2 berbanding lurus. Ketika suhu pada T_1 naik maka T_2 juga akan naik. Begitu juga pada grafik hubungan T_2 dan ΔT (T_1-T_2) dan grafik hubungan T_2 terhadap Q_{plat} berbanding lurus dan cenderung naik. Karena pada pengujian sebelumnya suhu yang optimal adalah 70 °C maka laju perpindahan panas Q_{plat} ketika suhu 70 °C adalah 37.763 watt.

TABEL 4. HASIL PERHITUNGAN LAJU PERPINDAHAN PADA BAN

k (W/m.C)	A (m ²)	Suhu Plat (T ₂) (°C)	ΔT (°C)	L(m)	Q _{plat} (w)
0,2	0,0009	37	8	0,002	0,72
0,2	0,0009	50,50	7,25	0,002	0,6525
0,2	0,0009	64,75	5,25	0,002	0,4725
0,2	0,0009	70	5	0,002	0,45
0,2	0,0009	93,25	4,25	0,002	0,3825



Gambar 9. Grafik Hubungan antara T₂ Terhadap Q_{ban}

Pada grafik hubungan T_2 dan T_3 berbanding lurus. Ketika suhu pada T_2 naik maka T_3 juga akan naik. Namun berbeda pada grafik hubungan T_2 dan ΔT (T_1-T_2) dan grafik hubungan T_2 terhadap Q_{ban} pada grafik menunjukkan berbanding terbalik dan cenderung menurun. Karena pada pengujian sebelumnya suhu yang optimal adalah 70 °C maka laju perpindahan panas Q_{ban} ketika suhu 70 °C adalah 0,45 watt.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian untuk menentukan suhu dan waktu yang tepat untuk mendapatkan hasil perekatan maksimal, pengepressan optimal dicapai pada pada pengujian ke-4 dengan suhu 70 °C selama 110 detik. Suhu 70 °C dikatakan optimal karena dengan suhu yang relatif rendah tetapi hasil tambalan sempurna dan memerlukan waktu lebih cepat. Pada

perhitungan Q_{plat} yang dilakukan pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ didapatkan hasil laju perpindahan panas sebesar 37.763 watt . Pada perhitungan Q_{ban} yang dilakukan pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ didapatkan laju perpindahan panas sebesar $0,45\text{ watt}$.

REFERENSI

- [1] Hidayat, R. & Mu'alim, Perancangan dan Pengembangan Press Ban Elektrik Otomatis, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 2013; 12(2): pp. 201-212.
- [2] Susanto, A. Analisis Cacat Produk Ban Vulkanisir Jenis Truk dan Bus pada CV. Sigma Jaya Surakarta. Surakarta, Universitas Sebelas Maret; 2013.
- [3] Mustofa, R., Istiasih, H., & Santoso, R. Alat Pemanas Ban Otomatis. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. Kediri. 2020; pp. 95-98,
- [4] Sumarsono, B. Perancangan Aplikasi Mobile Tambal Ban Terdekat Di Kabupaten Sleman Menggunakan Location-Based Services Platform Android. Yogyakarta: Amikom Yogyakarta, 2014.
- [5] Arsana, I. M., Gufron, A. & Ariyanto, S. R. Analisis Penambalan Ban pada Alat Penambal Ban Dengan Pengontrol Suhu Otomatis. *Journal Penelitian Saintek*, 2017; 22(2): pp. 126-139.
- [6] Wibowo, A. & Supriyono, L. A. Analisis Pemakaian Sensor Load Cell dalam Perhitungan Berat Benda Padat dan Cair Berbasis Microcontroller. *Jurnal Elektronika dan Komputer*. 2019; 12(1): pp. 1-4.
- [7] Ashari, A., Mufrida, A. & Ahmad, E. N. Analisis Perpindahan Panas pada Tambal Ban Elektrik. *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 2016; 1(1): pp. 37-42,
- [8] Bull, K. Thermistors and Thermocouples: Matching the Tool to the Task in Thermal Validation. *Journal of Validation Technology*. 2008; 14(2): pp. 73-76.
- [9] Zhengyu, W., Xiaoyang, Y., Guanghui, L. & Guangyu, T. Online Cutting Temperature Measurement System Based Thermocouple. *International Journal of Control and Automation*. 2014; 7(10): pp. 355-364.
- [10] Jufri, A. Rancang Bangun dan Implementasi Kunci Pintu Elektronik Menggunakan Arduino dan Android. *Jurnal STT STIKMA Internasional*. 2016; 7(1): pp. 40-51.