

## Perancangan Tabung Vaksin Hewan Berbahan Dasar Polivinil Klorida (PVC) dengan Menggunakan Elemen Peltier

Marthen M. Dae Panie, Ishak Sartana Limbong, Ben Vasco Tarigan  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT  
Email: bentarigan77@gmail.com

### ABSTRAK

Pemberian vaksin adalah salah satu cara untuk mencegah penyakit pada hewan ternak sebagai anti *body*. Vaksin ini sangat rentan karena tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung dan tidak boleh dibekukan. Untuk beberapa jenis vaksin harus disimpan pada temperatur 2°C - 8°C. Kendala terbesar ketika harus membawa vaksin ke daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau dan tidak memiliki infrastruktur utama seperti jalan yang memadai. Perencanaan tabung pendingin ini memiliki dimensi tabung yang digunakan berukuran 3" dan 4". Tinggi tabung 3" adalah 14,6 cm dan tinggi tabung 4" adalah 19,8 cm berbahan dasar *polyvinyl chloride*. Hasil perencanaan diperoleh tegangan tarik yang terjadi pada selubung tabung pendingin 38,144 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan tarik pada selubung ruang isolator 68,766 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan geser penutup ruang pendingin 0,00093 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan geser pada penutup tabung 9,479 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan tekan yang terjadi untuk logam las 8,656 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan tarik ijin baut 74 N/mm<sup>2</sup>. Tegangan geser ijin baut 44,4 N/mm<sup>2</sup>. Diameter baut yang dibutuhkan 0,278 mm.

**Kata kunci:** vaksin, Elemen peltier dan tabung.

### ABSTRACT

*The vaccine is one of the ways to prevent disease in livestock as an antibody. These vaccines are very vulnerable because it should not be exposed to direct sunlight and should not be frozen. For some types of vaccines should be stored at a temperature 2°C - 8°C. The toughest obstacle when should bring the vaccine to remote areas that are difficult to reach and have no major infrastructure such as adequate road. The cooling tubes planning has the dimensions of the tubes used are 3 inches and 4 inches. High tube 3 inches is 14.6 cm in size and high 4 inches is 19.8 cm made polyvinyl chloride. The planning results retrieved the tensile that occurs in the cooling tube sheath 38,144 kg/cm<sup>2</sup>. Tensile on sheath insulating space 68,766 kg/cm<sup>2</sup>. The shear stress of cooling space cover 0,00093 kg/cm<sup>2</sup>. Shear stress on the cover tube 9,479 kg/cm<sup>2</sup>. Press the voltage going to the metal welding 8,656 kg/cm<sup>2</sup>. Voltage drop bolt permits 74 N/mm<sup>2</sup>. The shear stress permits 44,4 N/mm<sup>2</sup>. The diameter bolt required 0,278 mm.*

**The keywords:** the vaccine, elements peltier and tube.

### PENDAHULUAN

Peranan sumberdaya ternak telah terbukti nyata sejak kehidupan manusia primitif sampai ke tingkat kehidupan modern. Ruang lingkup dan tingkat peranannya bervariasi menurut tingkat kehidupan dan sistem usaha tani di tiap daerah. Manusia memelihara hewan untuk dimanfaatkan bagi kepentingan hidup manusia baik sebagai hewan pangan dan hewan non pangan. Selain itu hewan ternak atau hewan pangan sebagai hewan ekonomi yang perlu ditingkatkan jumlah maupun produktifitasnya. Hewan ternak tidak dapat terhindar dari penularan penyakit dan infeksi yang dapat

mengganggu kesehatan, baik dari hewan ke hewan maupun dari hewan ke manusia. Namun dalam menangani hewan ternak, peran ilmu kedokteran hewan dalam memastikan kesehatan hewan tidak dapat dipisahkan agar tujuan peternakan dapat tercapai. Kondisi sehat ini merupakan persyaratan mutlak bagi hewan untuk dapat diperdagangkan dan sebagai bibit serta dimanfaatkan manusia.

Mengingat manusia sangat aktif dalam memanfaatkan berbagai jenis hewan dengan berbagai kepentingan membuat terjadinya perdagangan dan pengangkutan hewan-hewan, baik antar wilayah dalam satu negara maupun antar negara, sehingga secara otomatis terjadi pula penyebaran penyakit hewan. Sampai saat

ini penanganan penyakit yang mendapatkan prioritas baru 40% karena keterbatasan dukungan anggaran dan kesisteman. Situasi ini menyebabkan penanganan penyakit hewan tidak optimal. Oleh karena itu, pemberian vaksin adalah salah satu cara untuk mencegah penyakit pada hewan ternak karena vaksin merupakan anti *body*. Vaksin ini sangat rentan karena tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung dan tidak boleh dibekukan. Untuk beberapa jenis vaksin harus disimpan pada temperatur tertentu yaitu 2°C - 8°C.

Kendala terberat muncul ketika harus membawa vaksin ke daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau dan tidak memiliki infrastruktur utama seperti jalan kendaraan bermotor dan. Alat yang biasa digunakan dalam pendistribusian jarak jauh adalah termos es yang menggunakan *icepack* untuk mendinginkan vaksin. Kelemahannya adalah tidak mampu menjaga temperatur dalam kondisi konstan serta daya tahan pendinginan yang tidak stabil, sehingga vaksin yang dibawa untuk pemberian anti *body* tidak dapat digunakan. Keterbatasan waktu pendinginan inilah merupakan kelemahan utama dalam penggunaan termos es untuk membawa vaksin. Maka dibutuhkan *Vaccine Carrier Box* yang diharapkan mampu untuk menyimpan vaksin untuk pemberian anti *body* pada hewan ternak yang terserang oleh penyakit dan infeksi lainnya yang penularannya masih di NTT dan dapat ditekan khususnya pada lapisan masyarakat yang tinggal di pedalaman yang sulit dijangkau dan tidak tersedianya fasilitas umum seperti energi listrik.

Melihat permasalahan yang ada dan untuk membantu mengatasi permasalahan ini, maka peneliti melakukan perancangan tabung penyimpan vaksin menggunakan bahan dasar *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan elemen *Peltier* sebagai pompa kalor. dan tabung penyimpanan vaksin tersebut dapat di bawah menggunakan kendaraan bermotor. Selain itu bahan dasar *Polyvinyl Chloride* (PVC) sangat baik untuk mempertahankan temperatur dan bahan ini pun mudah serta murah didapat.

Didasari oleh masalah yang terkandung pada latar belakang diatas, maka penulis mengambil judul tentang Perancangan Tabung Vaksin Hewan Berbahan Dasar *Polivinil Klorida* (PVC) Dengan Menggunakan Elemen

*Peltier*. Dengan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana merancang tabung vaksin dari bahan *Polyvinyl Chloride* (PVC) serta mendesain tempat penyimpanan tabung vaksin.

## TEORI DASAR

### Elemen *Peltier*

Efek *Peltier* merupakan efek yang *reversible*, artinya jika arah arus listrik dibalik, maka disambungan yang tadinya terjadi pelepasan kalor akan berubah menjadi penyerapan kalor dan disambungan yang tadinya terjadi penyerapan kalor akan berubah menjadi pelepasan kalor. Untuk arus listrik tertentu, kecepatan penyerapan kalor atau pelepasan kalor per detik pada sambungan dua penghantar bergantung kepada daya termoelektrik dan tidak tergantung kepada bentuk dan dimensi penghantar (Budi Sutrisno, 1999).

### Polivinil Klorida (PVC)

Polivinil klorida biasa disingkat PVC adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah *polietilena* dan *polipropilena*. Di seluruh dunia lebih dari 50% PVC yang diproduksi dan dipakai dalam konstruksi sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. umumnya dipakai sebagai bahan bangunan, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya.

PVC dihasilkan dari proses polimerisasi dengan adisi HCl yang menghasilkan polimer rantai lurus dengan ikatan ganda. Hal ini meningkatkan derajat kristalinitas dan titik lunak, karena energi yang diperlukan untuk melepaskan ikatan sekunder antara rantai (jaraknya tidak jauh dan tidak tersusun secara kuat) adalah besar. Menurut Suyitno (1990) PVC mempunyai sifat keras, kaku, jernih dan mengkilap, sangat sukar ditembus air dan permeabilitas gasnya rendah sehingga sesuai untuk mengemas makanan yang banyak mengandung air. Menurut Hui (1992), LDPE

mempunyai densitas antara 0,915 sampai 0,939 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan HDPE mempunyai densitas sebesar > 0,940 g/cm<sup>3</sup>. Menurut Bachriansyah (1997), densitas PVC berkisar antara 1,38 – 1,41 g/cm<sup>3</sup>. Densitas PP menurut Brydson (1975) berkisar antara 0,90 – 0,91 g/cm<sup>3</sup>. Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas dapat menunjukkan struktur plastik secara umum. Aplikasi dari hal tersebut yaitu dapat dilihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat seperti air, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>.

Penggunaan PVC sebagai bahan pengemas yang mempunyai keunggulan dibanding bahan kemasan lain karena sifatnya yang ringan, transparan, kuat, termoplastis dan selektif dalam permeabilitasnya terhadap uap air, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Sifat permeabilitas plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan memodifikasi ruang kemas selama penyimpanan (Winarno, 1994). Menurut Buckle *et al.* (1987) permeabilitas gas PVC (seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) lebih rendah dibandingkan dengan HDPE, LDPE, dan PP, sehingga PVC cocok untuk mengemas produk yang banyak mengandung senyawa volatil (senyawa yang mudah menguap).

### Rancang Bangun Tabung vaksin

Tabung vaksin yang dirancang ini terdiri dari dua bagian yaitu :

- Ruang Pendingin tempat disimpan vaksin yang belum mengalami kerusakan atau belum dipergunakan dengan cara penyimpanan selama waktu tertentu pada temperatur antara 2 – 8 °C. Pada ruang pendingin menggunakan tabung berukuran 3” berbahan dasar polivinil klorida.
- Ruang Isolator berfungsi sebagai tempat isolator agar ruang pendingin tidak kontak langsung dengan udara luar atau temperatur luar. Pada ruang isolator menggunakan tabung berukuran 4” berbahan dasar polivinil klorida.

### Perencanaan Rangka Penyimpan Tabung Vaksin

- Pemilihan Material dan Konstruksi Pengelasan

Material yang digunakan untuk plat adalah baja tahan karat. Baja tahan karat adalah semua

baja yang tidak dapat berkarat. Banyak diantara baja ini yang digolongkan secara metalurgi menjadi baja tahan karat austenit, baja tahan karat ferit, dan baja tahan karat martensit.

Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua logam atau lebih secara permanen. Pengelasan dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan tidak hanya untuk baja, baja cor dan besi cor kelabu tetapi juga untuk tembaga, aluminium, nikel, paduan magnesium dan lain-lain.

Tegangan tekan yang diijinkan untuk logam las ( $\tau_d^1$ ) adalah 0,60 sy

Tegangan normal ( $\sigma$ ) adalah :

$$\sigma = \frac{F}{r \times t} k / c^2 \quad 1)$$

Tegangan geser rata-rata ( $\tau_s$ ) adalah :

$$\tau_s = \frac{F}{0,7 r \times t} k / c^2 \quad 2)$$

- Perhitungan Baut Pengikat

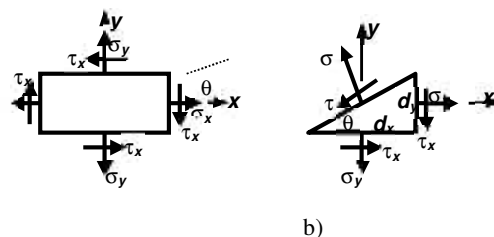
Yang perlu diperhatikan dalam sambungan baut adalah beban tarik murni yang bekerja pada setiap baut :

$$F^I = \frac{F}{n} \quad 3)$$

### Jenis-Jenis Tegangan

Bidang tegangan merupakan bidang yang merupakan dasar dari arah (orientasi) dari tegangan. Tegangan terdiri atas 2 jenis, yaitu :

- *Tegangan Normal*, yaitu tegangan yang arahnya tegak lurus bidang. Tegangan normal sering dilambangkan sebagai  $\sigma$ .
- *Tegangan Geser*, yaitu tegangan yang arahnya sejajar bidang. Tegangan geser sering dilambangkan sebagai  $\tau$ .



Gambar 1. a). Tegangan geser arah positif, b). Tegangan Geser arah negatif

Tegangan normal yang terjadi sendiri terbagi atas 2 jenis, yaitu tegangan tarik, yaitu tegangan normal yang arahnya menjauhi bidang orientasi. Pada umumnya jika satu elemen bidang dipindahkan dari induk (*body*) maka

akan terkena tegangan normal  $\sigma_x$  dan  $\sigma_y$  bersama dengan tegangan geser  $\tau_{xy}$  seperti Gambar 1. Untuk tegangan normal, tegangan tarik diberi tanda positif dan tegangan tekan diberi tanda negatif. Untuk tegangan geser, arah positif adalah seperti ditunjukkan Gambar 1.

Tegangan geser bekerja pada arah paralel terhadap bidang permukaan material dan cenderung menyebabkan bidang yang berdekatan/berbatasan mengalami 'slip' satu dengan yang lain. Tegangan geser mungkin disebabkan oleh lebih dari satu jenis beban. Sebagai contoh, tegangan geser disebabkan oleh gaya geser arah melintang.



Gambar 2. Tegangan Geser

## METODE PENELITIAN

### Prosedur Penelitian

- Mempersiapkan alat dan bahan yang akan diperlukan
- Memotong tabung Pvc berdiameter  $\varnothing$  4" dengan tinggi tabung PVC 19,8 cm.
- Memotong tabung Pvc berdiameter  $\varnothing$  3" dengan tinggi tabung PVC 14,6 cm.
- Membuat lubang pada tutupan PVC untuk penempatan Elemen Peltier.
- Merancangudukan botol vaksin di dalam tabung Pvc berdiameter  $\varnothing$  3".
- Membuat tempat penyimpanan tabung vaksin

## PEMBAHASAN

### Perencanaan Dimensi Tabung

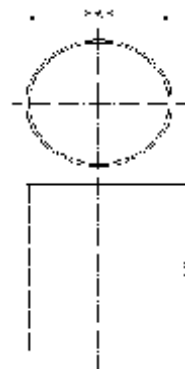
Dalam perencanaan tabung pendingin, dimensi tabung yang digunakan berukuran 3" dan 4", sedangkan tinggi tabung untuk 3" yaitu 14,6 cm dan untuk tinggi tabung 4" adalah 19,8 cm berbahan dasar *polyvinyl chloride*.

Ruangan pendingin di tempatkan dalam rangka penyimpan tabung pendingin yang terbuat dari rangka baja, dan diletakan di kendaraan bermotor antara stang dan jok

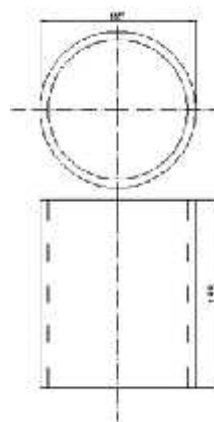
kendaraan bermotor (bagian tengah), dengan panjang rangka 23,3 cm

Beban yang diterima oleh ruang isolator mencapai 1 kg dan akan mengalami guncangan yang di akibatkan jalan yang tidak rata atau bergelombang sehingga dapat mempengaruhi perluasan daerah dalam ruang isolator, maka di asumsikan faktor keamanan ( $S_f$ ) sebesar 5.

### Ruang Pendingin



Gambar 3. Ruang Pendingin



Gambar 4. Ruang Isolator

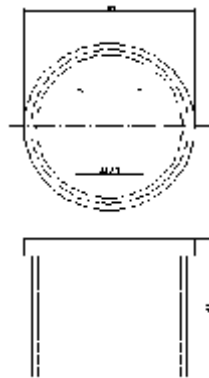
Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa ruang pendingin terbuat dari *polivinil klorida* berukuran 3" dengan pelapis dalam plat seng, yang di dalamnya terdapat botol vaksin dan *sterovom*. dengan diameter luar tabung 8,98 cm, diameter dalam tabung 8,72 cm, tebal tabung 0,71 cm, sedangkan untuk tinggi tabung yaitu 14,6 cm. Ruang pendingin berfungsi untuk mempertahankan temperatur ruangan sebesar 2 – 8 °C.

### Ruang Isolator

Berdasar Gambar 4, ruang isolator berukuran 4" yang padanya terdapat sistem pendingin berupa elemen peltier, heatsink-fan, ruang pendingin dan sterovom. Dengan diameter luar tabung 11,2 cm, diameter dalam tabung 10,7 cm, tebal tabung 0,5 cm dan tinggi tabung 20 cm. Ruang isolator berfungsi untuk menyimpan ruang pendingin yang didalamnya terdapat vaksin, sehingga dapat dicapai suhu ruangan pada posisi penuh terisi sebesar 2 – 8 °C.

### Penutup Tabung

Penutup tabung ini terdiri dari dua bagian yaitu :



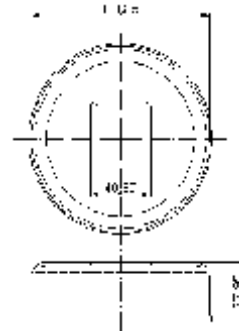
Gambar 5. Penutup Ruang Pendingin

Penutup tabung ruang pendingin Pada Gambar 5 terlihat bahwa penutup tabung berbentuk silinder dan berbahan dasar polivinil klorida berukuran 3". dengan diameter luar penutup tabung 9,2 cm, diameter dalam penutup tabung 8,9 cm dan tinggi penutup tabung 3,6 cm. Penutup tabung ruang pendingin berfungsi untuk menutup sekaligus menahan beban yang ada pada ruang pendingin, dan pada penutup terdapat heatsink-fan, elemen peltier dan plat seng.

### Penutup tabung ruang isolator

Pada Gambar 6 terlihat bahwa penutup tabung berbentuk silinder dan berbahan dasar polivinil klorida berukuran 4". dengan diameter luar penutup tabung 12,1 cm, diameter dalam penutup tabung 11,5 cm dan tinggi penutup tabung 3,6 cm. Penutup tabung ruang pendingin

berfungsi untuk menutup sekaligus menahan beban yang ada pada ruang pendingin, dan pada penutup terdapat heatsink-fan, elemen peltier dan plat seng.



Gambar 6. Penutup Tabung Ruang Isolator

### Perhitungan Tegangan Ruang Pendingin

Agar perencanaan tabung dapat digunakan maka harus memperhatikan tegangan yang terjadi, dari porsi beban dan bidang yang menerima, yang dimana berat vaksin 0,06 kg.

Tegangan tarik pada selubung ( $\sigma_r$ ) adalah,

$$\sigma_r = \frac{\pi (d_o + d_i)}{2r}$$

Tegangan tarik yang terjadi pada selubung

$$\sigma_r = \frac{3,1 \times (8,2 + 8,9)}{2 \times 0,7} = 38,144 \text{ kg/cm}^2$$

### Ruang Isolator

Agar perencanaan tabung dapat digunakan maka harus memperhatikan tegangan yang terjadi, dari porsi beban dan bidang yang menerima, yang dimana berat vaksin pada tabung isolator 0,06 kg.

Tegangan tarik pada selubung ( $\sigma_r$ )

$$\sigma_r = \frac{\pi (d_o + d_i)}{2r}$$

$$\sigma_r = \frac{3,1 \times (11,7 + 11,4)}{2 \times 0,5} = 68,766 \text{ kg/cm}^2$$

### Penutup Tabung

Bahan penutup tabung berbahan dasar Polivinil klorida, dengan berdiameter 3" yang berfungsi untuk menutup tabung dan menahan beban yang ada pada ruang pendingin, yang pada penutup diberi pengeleman dengan tinggi pengeleman 17,86 cm.

Bahan PVC terbuat dari plastik yang dimana bahan tersebut termasuk bahan isolator, rumus untuk menghitung tegangan yaitu

(Niemann, 1994).

Tegangan geser ( $\tau_s$ ) =  $\frac{F}{A}$  (N/mm<sup>2</sup>).....

(Nieman, 1994)

$$\tau_s = \frac{1}{4} \left( \frac{0,0}{3,1 (9,6)^2 - (0,9)^2} \right) \times 17,86 \text{ c}$$

$$= 0,00093 \text{ kg/c}^2$$

### Penutup Tabung Isolator

Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa bahan penutup tabung berbahan dasar *Polivinil klorida*, dengan berdiameter 4'' yang berfungsi untuk menutup tabung dan menahan beban yang ada pada ruang isolator.

Tegangan geser pada penutup tabung ( $\tau_s$ )

$$\tau_s = \left( \frac{W_D}{\pi \times (d_0)^2 - (d_i)^2} \right) \times h$$

$$\tau_s = \left( \frac{1 \text{ k}}{3,1 (1,1-1,5)} \right) \times 17,86 \text{ c}$$

$$= 9,479 \text{ kg/c}^2$$

Agar perencanaan kerangka dapat berfungsi dan kuat, maka sangat penting dalam penentuan bahan yang akan dipergunakan. Material yang digunakan untuk merancang rangka penyimpan vaksin adalah plat baja dan baja strip dengan ketebalan adalah 2 cm.

### Perhitungan Kekuatan Pada Rangka

Untuk menghitung kekuatan las pada rangka, maka harus diketahui jenis las yang dipakai, Jenis sambungan las yang dipilih adalah las sudut. Tegangan tekan yang diijinkan untuk logam las ( $\tau_d^1$ ) adalah 0,60 sy

Tegangan tekan yang terjadi untuk logam las ( $\tau_d^1$ ) , Beban yang diterima 1 kg.

$$A = \text{Luas penampang yang di las}$$

$$= b \times d$$

$$= 15,2 \times 7,6 \text{ (c}^2\text{)}$$

$$= 115,52 \text{ c}^2$$

$$\tau d^1 = \frac{1 \text{ k}}{1,5 \text{ c}^2}$$

$$= 8,656 \text{ kg/c}^2$$

Dari perhitungan di atas tegangan tekan yang terjadi lebih kecil dari tegangan tekan yang diijinkan. Maka perencanaan ini dikatakan aman.

Baut pengikat rangka penyimpan vaksin dan sekaligus menahan momen bengkok yang terjadi. Baut pengikat terdiri dari 3 buah dan diasumsikan bahan baut dari ST 37 dengan

angka keamanan ( $s_f$ ) = 5

Tegangan tarik ijin adalah:

$$\sigma_T = \frac{3}{5} = 74 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser ijin = 0,6  $\sigma_t$

$$\tau_s = 0,6 \cdot 74 = 44,4 \text{ N/mm}^2$$

Untuk memperoleh ukuran baut yang sesuai maka dilakukan perhitungan sebagai berikut: Beban geser murni yang bekerja pada baut:

$$F_1 = \frac{2,7}{3} = 0,9 \text{ N (Khurmi \& Gupta, Machine Desingn, hal 347)}$$

Diameter baut yang dibutuhkan untuk menahan beban geser :

$$\sigma_t = \frac{F^1}{A}$$

Maka diameter baut yang dibutuhkan :

$$\tau_s = \frac{F_D \times 4}{\pi \times d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{F_D \times 4}{\pi \times \tau_s}}$$

$$= \sqrt{\frac{2,7 \times 4}{3,1 \times 44,4}} = 0,278 \text{ mm}$$

Dari hasil yang diperoleh maka ukuran ulir yang diambil adalah ulir M10.

### KESIMPULAN

Perancangan Tabung Vaksin yang sesuai sebagai tempat penyimpanan vaksin, yaitu: volume tabung PVC berdimensi 3'' yang dibutuhkan adalah 14,6 cm, volume tabung PVC berdimensi 4'' yang dibutuhkan adalah 19,8 cm, seng, busa *Polyrethane*, elemen *Peltier*, dan *heatsink-fan*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shigley, Joseph E. Mitchell, Larry D. Gandhi Harahap. *Perencanaan teknik mesin*. Erlangga. Jakarta 1991
- [2] Gustav, Neiman. *Elemen Mesin jilid I. edisi kedua*. Penerbit Erlangga. Jakarta 1994.
- [3] Putra, Nandy, dkk., Jurnal Teknologi "Penggunaan *Heatsink-Fan Sebagai Pendingin Sisi Panas Elemen Peltier Pada Pengembangan Vaccine Carrier*" Edisi No. 1, Jakarta 2007