

PENGARUH *WELD TIME* TERHADAP KECACATAN PRODUK PADA PROSES PENGELASAN MATERIAL TERMOPLASTIK ABS (AKRILONITRIL BUTADIENA STIREN) MENGGUNAKAN MESIN *ULTRASONIC WELDING*

Benny Haddli Irawan,^{1,*} Fajar Putra Ryadi,¹ Wowo Rosbandrio,²

¹ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

² Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: benny@polibatam.ac.id

Article history

Received:
08-12-2020
Accepted:
31-12-2020
Published:
31-12-2020

Copyright © 2020
Jurnal Teknologi
dan Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Masalah utama yang terjadi pada kebanyakan proses pengelasan ultrasonik pada material termoplastik ABS menggunakan mesin *ultrasonic welding* adalah pemilihan parameter yang tidak tepat. Hal ini akan menyebabkan berbagai macam kecacatan pada produk seperti *gap*, *dent*, *offside*, dan lain-lain. Salah satu parameter yang sangat berpengaruh pada hasil pengelasan ialah parameter *weld time*. Hal tersebut dikarenakan parameter ini memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi terhadap hasil pengelasan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh *weld time* terhadap produk yang dihasilkan dengan cara melakukan pengelasan pada 5 parameter berbeda mulai dari yang paling minimum yaitu 0.190s hingga parameter maksimum yaitu 0.350s dengan menggunakan 15 sampel yang telah tersedia. Selanjutnya pada setiap parameter dilakukan pengujian sebanyak 3 kali menggunakan 3 sampel produk yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk mengetahui pengaruh parameter *weld time* maka digunakan metode inspeksi. Metode ini bertujuan untuk melakukan pengujian kebocoran udara menggunakan mesin *air leakage tester* agar dapat memastikan hasil pengelasan pada produk tidak terdapat kebocoran. Selain itu digunakan metode lainnya dengan cara menginspeksi secara visual menggunakan alat *luxo lamp*. Alat ini berupa kaca pembesar yang diterangi lampu sehingga kita dapat dengan mudah memastikan kecacatan apa yang terjadi pada produk setelah pengelasan. Hasil data dari penelitian ini diharapkan dapat menginformasikan pengaruh yang signifikan dari parameter *weld time* terhadap kecacatan yang terjadi pada produk sehingga dapat membantu perusahaan mengatasi masalah yang terjadi.

Kata Kunci: *weld time*, kecacatan, *ultrasonic welding* dan parameter.

Abstract

The main problem that occurs in most ultrasonic welding processes on ABS thermoplastic materials using ultrasonic welding machines is improper parameter selection. Selection of incorrect parameters will cause various defects in the product such as gaps, dent, offside etc. One parameter that is very influential on the results of welds is the weld time parameter, it is because this parameter has a high level of sensitivity to the welding results. That is why the purpose of this research itself is to test the effect of weld time on the product produced by welding five different parameters starting from the minimum of 0.190s to the maximum parameter of 0.350s by using 15 samples that are available for later testing. parameters using 3 product samples to get maximum results. Then the inspection method used to determine the effect of the weld time parameter is the first air leak testing using a water leakage tester to ensure the weld results on the product there are no leaks and the second method is visual inspection assisted with a tool called luxo lamp, this tool is in the form of a magnifying glass illuminated lights so that we can easily ascertain what defects occur in the product after welding. The results of the data from this study are expected to indicate whether there is a significant influence of the weld time parameters on defects that occur in the product so that it can help companies overcome the problems that occur.

Keywords: *weld time*, disability, *ultrasonic welding* and parameters

1.0 PENDAHULUAN

Pengelasan ultrasonik pada material termoplastik adalah penggabungan atau pembentukan kembali material termoplastik menggunakan panas yang dihasilkan dari gerakan mekanis berfrekuensi tinggi. Gerakan mekanis ini dapat dicapai dengan cara mengubah energi listrik frekuensi tinggi menjadi gerakan mekanis frekuensi tinggi. Gerakan mekanis yang diterapkan menghasilkan gesekan sehingga memunculkan panas pada permukaan komponen plastik (area sambungan) yang menyebabkan material menjadi leleh. Kemudian membentuk ikatan molekuler antara bagian-bagian tersebut.

Keuntungan menggunakan teknik ini adalah bahwa dalam hitungan detik dapat menghasilkan kekuatan ikatan yang tinggi, kedap air, serta pengikatan tanpa sekrup; lem; benang; solder dan jenis bahan ikatan lainnya [1]. Pengelasan ultrasonik merupakan proses yang ramah lingkungan dan mengonsumsi sedikit energi serta menghasilkan pengelasan yang permanen, hemat biaya, dan bersih. Karena kemampuannya tersebut banyak perusahaan-perusahaan manufaktur memanfaatkan penggunaan mesin ini. Aplikasi pengelasan ultrasonik pada material termoplastik sendiri sangat luas dan dapat ditemukan dalam banyak industri manufaktur seperti pada produksi komponen listrik, komputer, medis, dan lain-lain.

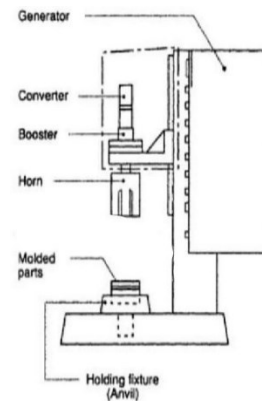
Namun kemampuan pengelasan ultrasonik hanya berlaku pada material yang memiliki tingkat ketebalan yang relatif rendah. Karena jika suatu material memiliki tingkat ketebalan yang relatif rendah, maka titik lelehnya juga relatif cepat. Sebaliknya apabila tingkat ketebalan suatu material tinggi maka akan sulit untuk memperoleh hasil pengelasan yang maksimal. Jika melihat dari sisi material yang akan dilas, maka kemampuan dan hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh jenis material. Anixter berpendapat bahwa termoplastik merupakan jenis plastik yang paling mudah dilas menggunakan mesin *ultrasonic welding* karena sifatnya yang akan menjadi lunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan [2].

Material yang digunakan dalam pembuatan produk ini adalah Akrlonitril Butadiena Stiren (ABS). ABS termasuk kelompok termoplastik yang berisi 3 monomer pembentuk, yaitu :

1. akrilonitril bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas;
2. butadiena memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*toughness*);
3. stiren menjamin kekakuan dan mudah diproses

ABS tergolong polimer termoplastik dan amorf. Termoplastik memiliki hubungan yang berbeda dalam hal merespon panas. Termoplastik memiliki suhu transisi kaca sekitar 105°C (221°F) dan merupakan zat padat amorf yang tidak mempunyai titik leleh yang tetap. Material tersebut dapat dipanaskan hingga titik lelehnya, serta didinginkan, dan dipanaskan kembali tanpa degradasi. Termoplastik ABS yang mencair memungkinkan untuk disuntikkan, dibentuk, dan didaur

ulang [3]. Hal tersebut dikarenakan material memiliki titik transisi suhu kaca yang masih terjangkau oleh mesin *ultrasonic welding* yaitu pada kisaran 105°C sehingga material tersebut cocok untuk pengelasan ultrasonik.



Gambar 1: Bagian-bagian mesin *ultrasonic welding*[4]

Berikut ini merupakan bagian-bagian dari mesin *ultrasonic welding*.

- Generator adalah perangkat untuk mengubah daya listrik ke dalam bentuk lain. Alat ini digunakan juga untuk mengubah frekuensi, tegangan, atau fase daya. Selain itu, generator dapat digunakan juga untuk mengisolasi beban listrik dari saluran catu daya listrik.
- Converter adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi getaran mekanis.
- Booster berfungsi untuk menguatkan besarnya getaran mekanis dari converter serta memberikan getaran ke horn.
- Horn berfungsi untuk mentransmisikan getaran ultrasonik ke bagian plastik itu sendiri. Bagian komponen ini merupakan salah satu elemen paling penting dari sistem pengelasan ultrasonik.
- Molded parts adalah plastik hasil dari proses *mold* yang akan dilas menggunakan mesin *ultrasonic welding*.
- Holding fixture berfungsi menahan part yang akan dilas.



Gambar 2: Parameter *weld time*

Masalah utama yang umumnya terjadi pada proses pengelasan ultrasonik adalah pemilihan parameter yang tidak tepat. Ketidaktepatan dalam pemilihan parameter, dapat menyebabkan kualitas dan kekuatan pengelasan kurang baik. Untuk menentukan parameter yang tepat dalam proses pengelasan akan mengalami kesulitan dikarenakan banyaknya kombinasi parameter. Sebagai contoh, apabila menggunakan metode tradisional untuk memperoleh kombinasi parameter yang tepat maka dibutuhkan sampel produk yang banyak agar diperoleh parameter terbaik. Salah satu parameter yang sangat berpengaruh pada hasil pengelasan adalah parameter *weld time*. *Weld time* adalah lamanya waktu pengelasan untuk menyatukan antara material. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *weld time* terhadap kecacatan pada produk setelah proses pengelasan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter *weld time* yang tepat untuk produk yang ada di perusahaan sehingga dapat membantu perusahaan mengurangi persentase kerugian akibat *reject* yang dihasilkan karena kesalahan pemilihan parameter.

Di bawah ini merupakan jenis-jenis cacat produk yang dapat dicek dengan menggunakan metode *visual inspection*. Jenis cacat berikut ini telah ditentukan perusahaan terkait *output* setelah pengelasan. Hal tersebut dapat menjadi patokan dalam penelitian ini, yaitu *defect* apa saja yang berpengaruh terhadap hasil pengujian parameter *weld time* ini.

1. Gap / Not Flush Join

Cacat produk ini ditandai dengan adanya celah diantara daerah sambungan yang menandakan sambungan pengelasan tidak sempurna. **Gambar 3** di bawah ini menunjukkan produk yang mengalami cacat *gap/not flush join*



Gambar 3: Cacat Gap / Not Flush Join

2. Offside

Cacat produk ini ditandai dengan tidak rata area sambungan pengelasan dimana salah satu sisi material lebih condong ke depan atau sebaliknya lebih condong ke belakang. Berikut ini ialah gambar produk yang mengalami cacat tersebut.



Gambar 4: Cacat Offside

3. Dent

Cacat produk ini ditandai dengan terdapatnya penyok pada permukaan material setelah dilas. **Gambar 5** di bawah ini menunjukkan produk yang mengalami cacat *dent*



Gambar 5: Cacat Dent

4. Bubble

Cacat produk ini ditandai dengan adanya bentuk menyerupai gumpalan udara yang terjebak pada area *cover housing*. Berikut ini ialah gambar dari cacat tersebut.



Gambar 6: Cacat Bubble

5. Excess Material

Cacat produk ini ditandai dengan munculnya lelehan dari material pada area sambungan pengelasan. **Gambar 7** menunjukkan penampakan dari cacat

tersebut.



Gambar 7: Cacat *Excess Material*

6. *Scarhes*

Cacat produk ini ditandai dengan munculnya goresan pada material setelah proses pengelasan. Berikut ini ialah gambar dari cacat tersebut.



Gambar 8: Cacat *Scarthes*

2.0 METODE

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. CICOR PANATEC BATAM, tempat penulis melaksanakan program magang industri. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur. Ruang lingkup perusahaan ini, yaitu memproduksi material-material plastik dan alat-alat elektronik, di bidang medis dan otomotif.

2.2 Setting Parameter *Weld Time*

Seperti yang sudah dijelaskan pada bagian pendahuluan, bahwa salah satu parameter yang paling menentukan hasil pengelasan material termoplastik ABS menggunakan mesin *ultrasonic welding* adalah parameter *weld time*. Hal tersebut dikarenakan parameter ini memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi,

akibatnya apabila terjadi sedikit saja ketidaktepatan parameter *weld time* ini terhadap parameter lain akan menyebabkan kecacatan yang berkelanjutan pada *output* yang dihasilkan.

Di perusahaan tempat penulis melakukan penelitian ini, standar minimum dan maksimum parameter *weld time* sudah ditentukan, yaitu berkisar 0.190 s/d 0.350 detik. Selanjutnya metode yang akan peneliti lakukan untuk melihat pengaruh parameter *weld time* terhadap kecacatan pada produk adalah dengan melakukan pengelasan menggunakan parameter *weld time* yang berbeda-beda di setiap prosesnya, mulai dari standar parameter minimum hingga parameter maksimum. **Tabel 1** di bawah ini menunjukkan parameter *weld time* yang digunakan dalam penelitian ini.

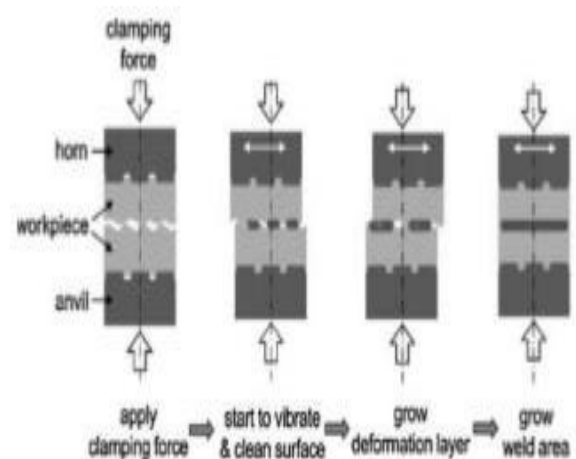
Tabel 1: Parameter *Weld Time* Yang Digunakan

No	Parameter <i>Weld Time</i>
1	0.190 s
2	0.230 s
3	0.270 s
4	0.310 s
5	0.350 s

2.3 Proses Pengelasan Mesin *Ultrasonic Welding*

Dari bagian-bagian mesin pengelasan yang sudah dijelaskan sebelumnya pada Gambar 1, dapat kita simpulkan bahwa proses pengelasan dari mesin *ultrasonic welding* bermula dari energi listrik yang diperoleh dari generator. Energi listrik tersebut kemudian diterima oleh *converter* lalu diubah menjadi getaran mekanis. Namun, getaran ini masih kurang kuat untuk melelehkan material termoplastik oleh karena itu, dibutuhkan *booster* untuk menguatkan besarnya getaran mekanis dari *converter*. Selanjutnya, getaran mekanis tersebut diteruskan menuju *horn* yang akan mengirimkan getaran tersebut pada material termoplastik yang ditahan oleh *anvil*.

Gambaran lain proses pengelasan ialah benda kerja yang akan dilas, diapit oleh *horn* dan *anvil*, kemudian *horn* mulai bergetar menghasilkan panas pada area material yang bergesekan dan secara otomatis menghasilkan deformasi, pada akhirnya area sambungan pengelasan terbentuk [5]. Proses pengelasan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9: Skema proses pengelasan ultrasonik [4]

2.4 Pengujian Hasil Pengelasan

Pedoman yang dipakai sebagai patokan *accept* atau *reject* produk dalam menguji hasil dari proses pengelasan ialah dokumen PT. Cicor Panatec Batam, 2019. Inspection plan inprocess- Doc.No.INIP-SSS-013. Dokumen tersebut menjelaskan bahwa tidak boleh terdapat *reject* berupa *gap*, *offside*, *dent*, *bubble*, *excess material*, dan *scratshes* pada hasil pengelasan [6]. Untuk itu dalam pengujian ini peneliti menggunakan dua metode, yaitu metode uji kebocoran udara dan metode inspeksi visual, berikut penjelasannya.

2.4.1 Uji kebocoran udara

Hasil pengelasan yang baik ialah tidak adanya kebocoran udara, oleh karenanya kita harus melakukan pengujian ini. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin *air leakage tester*. Cara kerja mesin ini adalah dengan menjepit benda kerja diantara jig lalu memberikan tekanan udara ke dalam benda kerja tersebut. Tekanan udara yang diberikan sebesar 4.0 kPa. Standar dari *pass*-nya pengetesan ini ialah apabila tekanan udara di dalam benda kerja berada pada angka 1.75 kPa. Apabila hasilnya menunjukkan angka di bawah 1.75 kPa, maka otomatis akan *fail* dari pengujian ini. Pengujian ini juga bertujuan untuk menguji seberapa besar tekanan udara yang mampu di tampung oleh material hasil pengelasan. Gambar 10 di bawah ini menunjukkan proses uji kebocoran udara.



Gambar 10: Proses pemberian tekanan udara (a) dan jumlah tekanan dan kebocoran (b)

2.4.2 Inspeksi visual

Metode *visual inspection* dilakukan oleh mata dibantu dengan alat bantu *luxo lamp* untuk menemukan kecacatan yang dialami oleh benda kerja setelah hasil pengelasan.



Gambar 11: *Luxo Lamp*

Tidak adanya *excess material*, *gap*, *offside*, *dent*, *bubble*, *scratshes*, dan suara berderak dari material hasil pengelasan [6] merupakan standar output yang diinginkan perusahaan.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang dilakukan pada mesin *ultrasonic welding* tentang pengaruh parameter *weld time* terhadap kecacatan produk, diperoleh cacat produk yang dihasilkan pada setiap percobaan berikut ini.

a. Percobaan pertama

Tabel 2: Hasil Percobaan Parameter Pertama

No. Sampel	Defect	Leakage testing
1	Gap	0.55 kPa
2	Gap	0.54 kPa
3	Gap	0.55 kPa

Dengan parameter *weld time* sebesar 0.190 s, muncul cacat produk berupa *gap* pada area sambungan material serta pada pengujian kebocoran didapat hasil *fail* dengan nilai *pressure* sebesar 0.54 - 0.55 kPa.

b. Percobaan kedua

Tabel 3: Hasil Percobaan Parameter Kedua

No. Sampel	Defect	Leakage testing
1	Gap	1.54 kPa
2	Gap	1.54 kPa
3	Gap	1.54 kPa

Dengan parameter *weld time* sebesar 0.230 s muncul cacat produk berupa *gap* pada area sambungan material serta pada pengujian kebocoran didapat hasil *fail* dengan nilai *pressure* sebesar 1.54 kPa.

c. Percobaan ketiga

Tabel 4: Hasil Percobaan Parameter Ketiga

No. Sampel	Defect	Leakage testing
1	-	3.07 kPa
2	-	3.05 kPa
3	-	3.07 kPa

Dengan parameter *weld time* sebesar 0.270 s tidak ditemukan cacat pada produk serta pada pengujian kebocoran didapat hasil *pass* dengan nilai *pressure* sebesar 3.05 - 3.07 kPa.

d. Percobaan keempat

Tabel 5: Hasil Percobaan Parameter Keempat

No. Sampel	Defect	Leakage testing
1	Excess Material	3.58 kPa
2	Excess Material	3.58 kPa
3	Excess Material	3.57 kPa

Dengan parameter *weld time* sebesar 0.310 s muncul cacat produk berupa *excess material* pada area sambungan material serta pada pengujian kebocoran didapat hasil *pass* dengan nilai *pressure* sebesar 3,57 – 3.58 kPa.

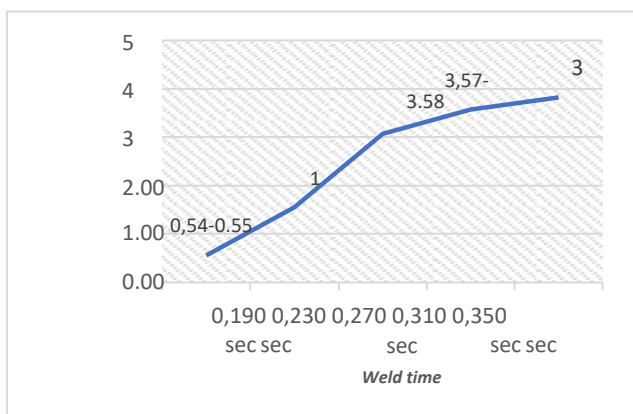
e. Percobaan kelima

Tabel 6: Hasil Percobaan Parameter Kelima

Sampel	Defect	Leakage testing
1	Excess Material	3.82 kPa
2	Excess Material	3.82 kPa
3	Excess Material	3.82 kPa

Dengan parameter *weld time* sebesar 0.350 s muncul cacat produk berupa *excess material* pada area sambungan *material* serta pada pengujian kebocoran didapat hasil *pass* dengan nilai *pressure* sebesar 3.82 kPa.

Dari data yang sudah diperoleh pada pengujian *leakage testing* dapat digambarkan grafik pengujian sebagai berikut.



Gambar 12. Grafik pengujian kebocoran udara

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa semakin tinggi *weld time* maka semakin tinggi juga *pressure* yang terdapat dalam material hasil pengelasan. Hal ini membuktikan pula bahwa semakin rendahnya *weld time* maka semakin tinggi pula risiko bocornya udara.

Berdasarkan data pengujian visual dan pengujian kebocoran dari parameter *weld time*, didapat data bahwa *weld time* berpengaruh terhadap hasil produk yang *reject* karena memiliki cacat pada permukaannya. Jenis cacat yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut ini.

TABEL 7.

HASIL KESELURUHAN PENGUJIAN

No	Weld time (s)	defect	Leakage testing	Accept/reject
1	0.190	Gap	fail	Reject
2	0.230	Gap	fail	Reject
3	0.270	-	Pass	Accept
4	0.310	Excess material	pass	Reject
5	0.350	Excess material	pass	Reject

Seperti yang terlihat pada tabel di atas, pengujian parameter *weld time* 0.270s menghasilkan produk yang tidak terdapat cacat pada permukaannya. Sementara itu, pada hasil uji kebocoran didapatkan hasil *pass*. Adapun jika tekanan yang diberikan di bawah parameter 0.270s, maka terdapat cacat pada permukaan produk berupa *gap*. Sementara itu, pada hasil uji kebocoran didapatkan hasil *fail*. Jika tekanan yang diberikan di atas parameter 0.270s, maka terdapat cacat pada permukaan produk berupa *excess material*. Sementara itu, pada hasil uji kebocoran didapatkan hasil *fail*.

4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian ini sesuai standar *accept* atau *reject*-nya produk dari Departemen Quality Control PT. Cicor Panatec Batam yang menjelaskan bahwa hasil setelah proses pengelasan tidak boleh terdapat *reject* berupa *gap*, *offside*, *dent*, *bubble*, *excess material*, dan *sctarhes* [6], dapat disimpulkan bahwa apabila parameter *weld time* yang diberikan sebesar 0.270s, maka hasil yang diperoleh ialah produk *acceptable*. Kemudian apabila parameter diturunkan di bawah 0.270s maka akan timbul sejenis cacat produk berupa *gap*. Oleh karena itu, pada pengujian kebocoran didapatkan hasil *fail* sehingga produk yang dihasilkan pun produk yang *reject*. Sementara itu, apabila parameter dinaikkan di atas 0.270s maka akan timbul sejenis cacat produk berupa *excess material* dan pada pengujian kebocoran mendapatkan hasil *pass* karena memiliki tingkat kerapatan yang relatif tinggi namun produk yang dihasilkan tetaplah produk yang *reject*

karena cacat yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, dapat terlihat jelas bahwa parameter *weld time* yang tepat pada pengujian ini yaitu berada pada 0.270 s karena produk yang dihasilkan yaitu produk yang baik dan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craftech industries, inc . 2018, *An introduction to the ultrasonic welding of plastics*. <https://www.craftechind.com/an-introduction-to-the-ultrasonic-welding-of-plastics/> di akses 15 Januari 2020.
- [2] Anixter, 2008, *Thermoplastic vs. Thermoset*. [http://www.anixter.com/AXECOM/AXEDocLib.nsf/0/F11EK5NE/\\$file/thermosetvsthermoplasticJune2010.pdf](http://www.anixter.com/AXECOM/AXEDocLib.nsf/0/F11EK5NE/$file/thermosetvsthermoplasticJune2010.pdf)/ di akses pada 15 Januari 2020
- [3] Tony Rogers, 2015. *Everything you need to know about ABS plastic*, <https://www.creativemechanisms.com/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic/>, diakses 01 Februari 2020.
- [4] Suresh Kumar V P, Manikandan N., M Jayaraj, 2017, *Design and Analysis of Ultrasonic Welding Horn using Finite Element Analysis*.
- [5] T. H. Kim, J. Yum, S. J. Hu, J. P. Spicer and J. A. Abell. 2011. *Process Robustness of Single Lap Ultrasonic Welding of Thin, Dissimilar Materials* H. Author 8, "Thesis title one", *PhD Thesis*, The Australian National University, Canberra, Australia, 2009.
- [6] PT. Cicor Panatec Batam, 2019. *Inspection plan inprocess-Doc. No. INIP-SSS-013*.