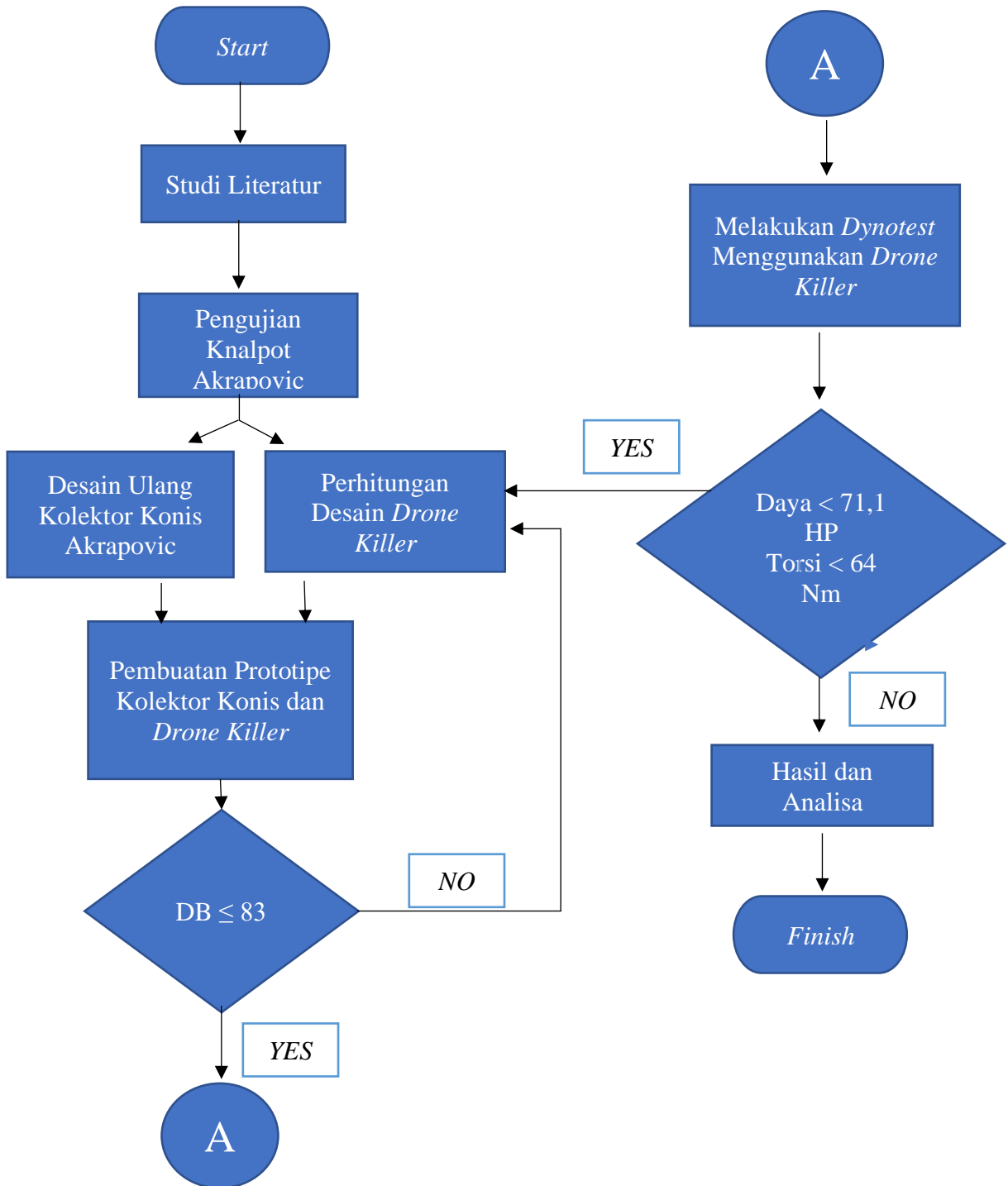


3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flowchart



Gambar 3.1 Flowchart kerja

3.2 Data Spesifikasi Kendaraan Yang Diuji

Tahap pertama adalah mencari spesifikasi kendaraan yang akan diuji, dimana kendaraan yang akan diuji adalah Kawasaki ER6N. Spesifikasi ER6N sebagai berikut:

- Tipe Mesin : 4- Langkah, 2 Silinder sejajar, Berpendingin Coolant.
- Volume Silinder : 649 cc
- Maksimum Power : 53 kW (71.1 HP)/8.500 rpm
- Torsi Maksimum : 64 N.m (6.5 Kgf.m)/7.000 rpm
- Sistem Pembakaran : Fuel Injeksi
- Sistem Pengapian : Digital System
- Diameter x Langkah : 83.0 x 60.0 mm
- Perbandingan Kompresi : 10.8 : 1

3.3 Peralatan Pengujian

Untuk menguji motor Kawasaki ER6N, dibutuhkan beberapa peralatan khusus untuk menguji mesin pada motor tersebut. Alat uji mulai dari dynotest, jangka sorong alur dalam, roll meter, jangka sorong dan desibel meter.

- **Dynotest**

Dynotest adalah suatu metode dimana roda kendaraan diletakkan pada dynotest roller dimana mesin kendaraan akan diuji, sehingga dyno roller akan membaca data berapa besar tenaga dan torsi yang dihasilkan oleh mesin kendaraan tersebut.



Gambar 3.2 Mesin *Dynotest*.

Dinamometer yang digunakan dalam pengujian ini adalah *wheel dynamometer* merek Leads dengan spesifikasi:

- Panjang : 200 cm
- Lebar : 90 cm
- Tinggi : 25-30 cm
- Berat : 265 kg
- Kapasitas : 500 kg
- Pemegang Roda Depan : *Adjustable*
- Sumbu Roda Minimum : 110 cm
- Sumbu Roda Maksimum : 190 cm
- Daya Maksimum : 250 HP

Software yang digunakan oleh dinamometer ini adalah software *sportdyno 40*. Dinamometer ini memiliki fitur yaitu roller putaran mesin (RPM), pengukuran daya (HP), pengukuran torsi (Nm), pengukuran *air fuel ratio* (λ), pengukuran waktu pengujian, pengukuran kecepatan dan pengukuran akselerasi.

proses *dynotest* dilakukan untuk mendapatkan data hasil berapa besar tenaga dan torsi yang dihasilkan oleh mesin motor yang diuji terlebih dahulu, dengan menggunakan knalpot bawaan pabrik yang sudah dilengkapi oleh *catalytic converter*. Setelah didapatkan hasil maka akan dilakukan pengujian ulang menggunakan knalpot *full system* Akrapovic Titanium. Setelah data didapatkan, selanjutnya dilakukan pemasangan *drone killer* dengan menggunakan beberapa variasi tabung. Setelah data diperoleh, kemudian data dihitung menggunakan rumus *error* daya dan *error* torsi.

Rumus *error* daya:

$$Error\ Daya = \frac{Daya\ Spesifikasi - Daya\ Pengujian}{Daya\ Spesifikasi} \times 100\% \quad (3.1)$$

Rumus *error* torsi:

$$Error\ Torsi = \frac{Torsi\ Spesifikasi - Torsi\ Pengujian}{Torsi\ Spesifikasi} \times 100\% \quad (3.2)$$

- **Jangka Sorong dan Roll Meter**

Jangka sorong dan roll meter digunakan untuk mengukur diameter, panjang dan ketebalan pipa header bawaan pabrik dan header Akrapovic Titanium.



Gambar 3.3 Jangka Sorong.

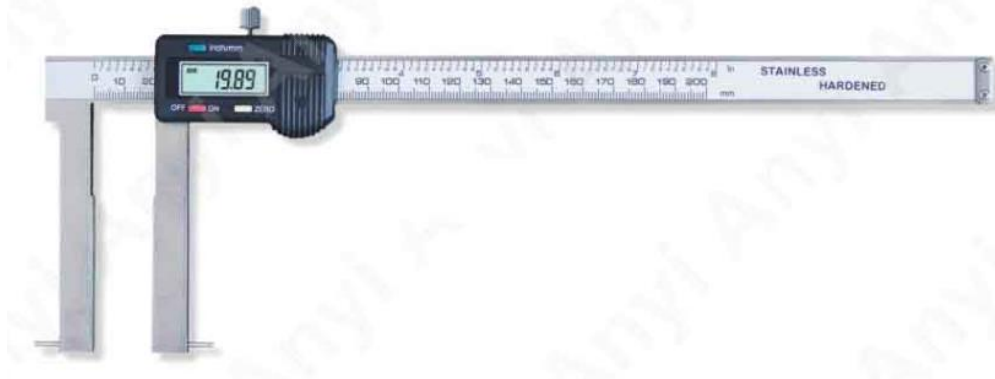
Untuk mengetahui berapa panjang knalpot yang akan digunakan dengan lekukan pada Header maka gunakan Roll Meter, sehingga dapat diketahui berapa panjang keseluruhan Header.



Gambar 3.4 Roll Meter

- **Jangka Sorong Alur Dalam**

Jangka sorong dalam alur digunakan untuk mengukur diameter dalam tabung pada *drone killer*, pada saat pengujian akan diketahui diameter dalam tabung berapa yang dapat mengurangi desibel meter dengan penggunaan knalpot Akrapovic Titanium.



Gambar 3.5 Jangka Sorong Alur Dalam

- **Decibel Meter**

Desibel meter digunakan untuk mengukur ambang batas tingkat kebisingan pada kendaraan, sehingga memudahkan untuk mendapatkan data yang dihasilkan oleh knalpot yang akan diuji.



Gambar 3.6 Decibel Meter

Decibel meter yang digunakan dalam pengujian ini adalah GM1358 merek BENETECH dengan spesifikasi:

- Jarak Pengukuran : 30 ~ 130 dB
- Ketepatan : $\pm 1,5$ dB

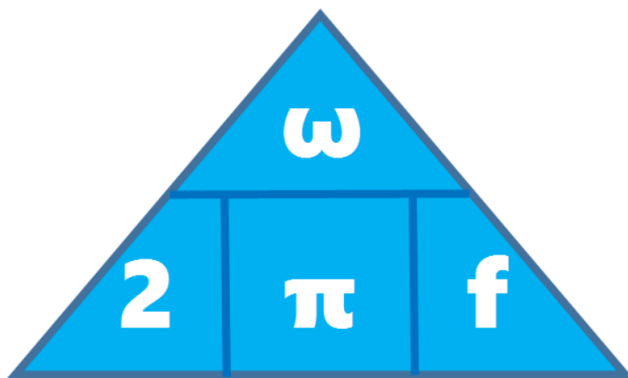
3.4 Desain Knalpot

Dalam mendesain *drone killer* knalpot dibutuhkan beberapa proses yaitu proses perhitungan, pemilihan bahan, pengerjaan, dan tahap pengujian. Awal proses desain *drone killer* harus diawali dengan proses perhitungan frekuensi pada mesin, agar dapat melakukan proses perhitungan dan penentuan dimensi pada *drone killer*. Langkah selanjutnya adalah proses pemilihan bahan dan proses produksi *drone killeri*. Setelah proses produksi selesai dilakukan, maka proses selanjutnya adalah tahap pengujian *drone killer* pada kendaraan kawasaki er6n.

3.4.1 Proses Perhitungan

- **Perhitungan Kecepatan Sudut**

Menurut Michael: Forum Mesin & Teknik. (2017). Resonator cabang samping, juga dikenal sebagai *drone killer*, dapat membantu mengurangi dengung sistem pembuangan Titanium Akrapovic. Dengan memasang resonator cabang samping juga akan mempengaruhi tingkat desibel yang dihasilkan. Maka dengan pengujian menggunakan knalpot sistem pembuangan penuh Akrapovic Titanium, selanjutnya dilakukan *custome* pada kolektor konis yang akan diberikan saluran resonator cabang samping.



Gambar 3.7 Rumus Kecepatan Sudut

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad (3.3)$$

f = frekuensi, in hertz

ω = omega = kecepatan sudut (dengan satuan $\frac{rad}{s}$ (radian per sekon))

π = pi = 3,14

- **Perhitungan Dimensi *Drone killer* dengan Metode Helmholtz Resonator**

Perhitungan desain jalur *drone killer* dan *drone killer* menggunakan metode Helmholtz Resonator. Tahap awal perhitungan dengan mencari jalur masuk gas pembuangan ke *drone killer* dengan menggunakan diameter pipa dan panjang pipa yang akan diuji, dengan demikian bisa mendapatkan berapa diameter pipa.

$$f = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{V \times (L + 0.8D)}} \quad (3.4)$$

f = frequency, in hertz

v = 343 meters/ second (speed of sound in air)

A = area of opening, in m

V = volume of round cavity, in m³

L = length of neck, in m

D = diameter of neck, in m

- **Hasil Perhitungan Frekuensi dan Dimensi *Drone killer***

Perancangan dimulai dengan melakukan desain *drone killer* yang mengikuti panjang, diameter dan lekukan dari kolektor konis Akrapovic. Setelah mengukur dan mendesain menurut kolektor konis Akrapovic, diberilah jalur tambahan untuk aliran udara pada *drone killer*. Pada desain *drone killer* menggunakan rumus segitiga rumus kecepatan sudut untuk mencari frekuensi, untuk mencari luas penampang pada jalur *drone killer* menggunakan rumus helmholtz resonator.

$$\omega = 5000 \text{ RPM} = 523,6 \text{ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{523,6}{2\pi} = 83,3 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{V \times (L + 0.8D)}}$$

$$83,3 = \frac{343}{2\pi} \sqrt{\frac{\frac{\pi D^2}{4}}{4,9 \times 10^{-4} \times (0,1 + 0,8D)}}$$

$$\left(\frac{83,3 \times 2\pi}{343}\right)^2 = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{4,9 \times 10^{-4} \times (0,1 + 0,8D)}$$

$$2,32 = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{4,9 \times 10^{-4} \times (0,1 + 0,8D)}$$

$$2,32 \times 4,9 \times 10^{-4} \times (0,1 + 0,8D) = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$1,13 \times 10^{-3} (0,1 + 0,8D) = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$1,13 \times 10^{-3} \times 0,1 + 1,13 \times 10^{-3} \times 0,8D = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\frac{4}{\pi}(1,13 \times 10^{-4} + 9,04 \times 10^{-4}D) = D^2$$

$$1,43 \times 10^{-4} + 11,51 \times 10^{-4}D = D^2$$

$$D_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \times a \times c}}{2 \times a}$$

$$D_{1,2} = \frac{-(-11,51 \times 10^{-4}) \pm \sqrt{(-11,51 \times 10^{-4})^2 - 4 \times (-1,43 \times 10^{-4})}}{2}$$

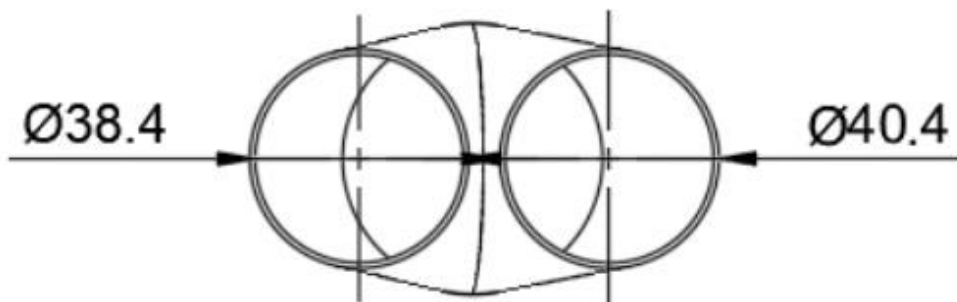
$$D_1 = \frac{-(-11,51 \times 10^{-4}) + \sqrt{(-11,51 \times 10^{-4})^2 - 4 \times (-1,43 \times 10^{-4})}}{2} = 12,5 \text{ mm}$$

$$D_2 = \frac{-(-11,51 \times 10^{-4}) - \sqrt{(-11,51 \times 10^{-4})^2 - 4 \times (-1,43 \times 10^{-4})}}{2} = -12,5 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan helmholtz resonator, di dapat luas penampang pada jalur *drone killer* berdiameter 12,7 mm. Langkah selanjutnya mendesain *drone killer* dengan empat panjang yang berbeda tetapi memiliki diameter yang sama yaitu 51mm, sedangkan panjang yang akan di uji mulai dari 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm.

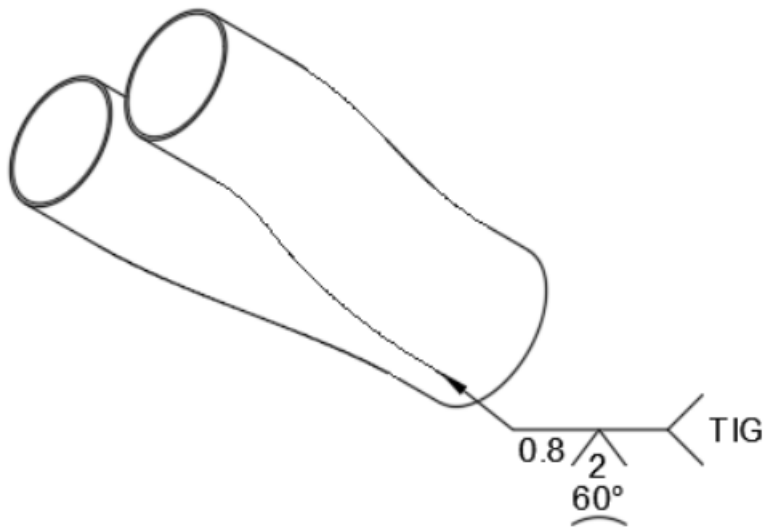
3.4.2 Pembuatan Desain *Drone Killer*

Proses pembuatan kolektor konis dilakukan dengan mengikuti desain yang dibuat menggunakan Fusion360 dengan menggunakan data diameter, panjang dan lekukan pada kolektor konis Akrapovic agar bisa digunakan pada *header* dan silincer Akrapovic. Desain kolektor konis terhadap *header* memiliki diameter 40,4 mm dengan jarak titik pusat tiap *cylinder* 46 mm serta jarak dinding luar *cylinder* satu dengan dua 5,6 mm. kolektor konis pada desain memiliki ketebalan 2 mm dengan kedalaman *header* memasuki kolektor konis 15 mm, jalur kolektor konis terhadap *drone killer* berdiameter 15mm serta memiliki ketebalan dinding 2mm seperti pada Gambar 3.8. *Drone killer* tidak di las pada kolektor konis, dikarenakan agar mempermudah pengujian dan cukup menggunakan satu kolektor konis agar data yang didapatkan valid.



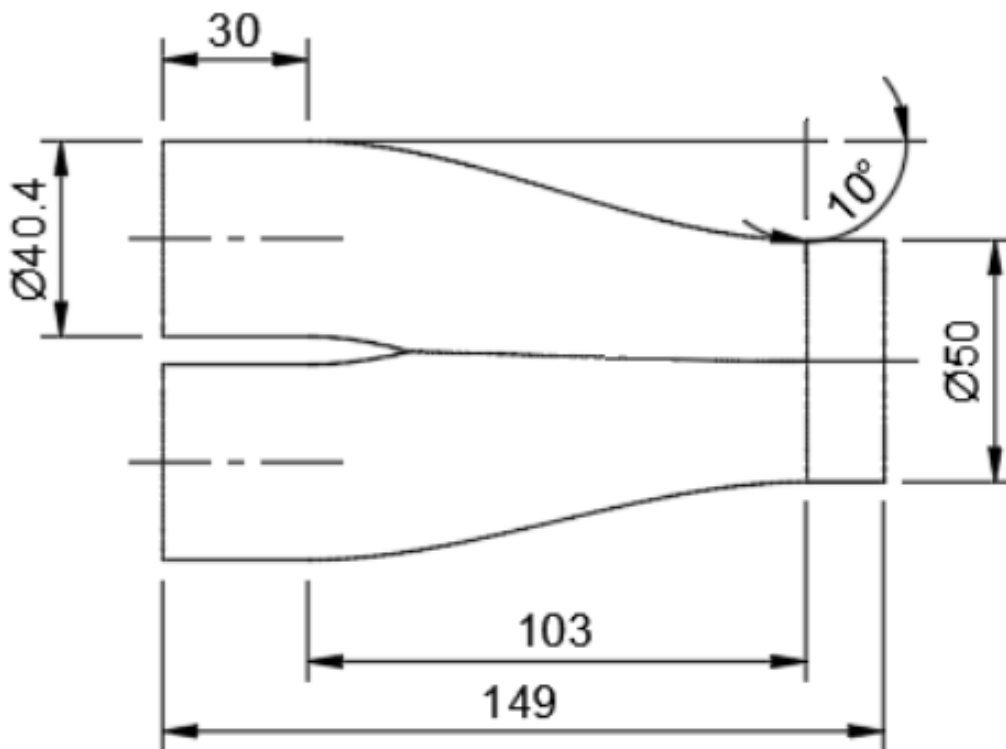
Gambar 3.8 Desain Jalur *Header* terhadap Kolektor Konis

Desain kolektor konis yang digunakan adalah konfigurasi 2-1 (Y) seperti gambar 3.9. Material yang digunakan adalah pipa *stainless steel 304* (SUS304) dengan ukuran diameter luar pipa primer 40,4 mm sedangkan pipa sekunder 50 mm, ketebalan 2 mm, dan memiliki panjang 104 mm.



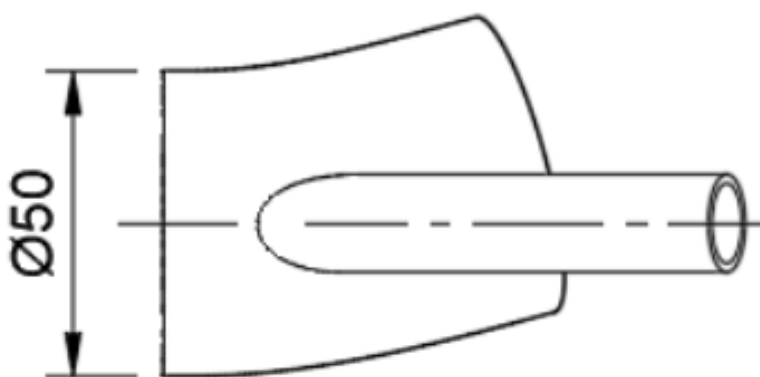
Gambar 3.9 Visual 3D Kolektor Konis 2-1 (Y)

Tingkat kemiringan yang digunakan untuk menghubungkan silinder satu dengan silinder dua, menggunakan tingkat kemiringan 10° seperti pada Gambar 3.10. Pada desain ulang kolektor konis menggunakan sudut kemiringan 10° , karena menurut Bell (1981). Kolektor berbentuk kerucut memiliki sudut lancip terbaik pada 7° hingga 8° , untuk 9° hingga 10° masih lancip tetapi ada kehilangan daya.

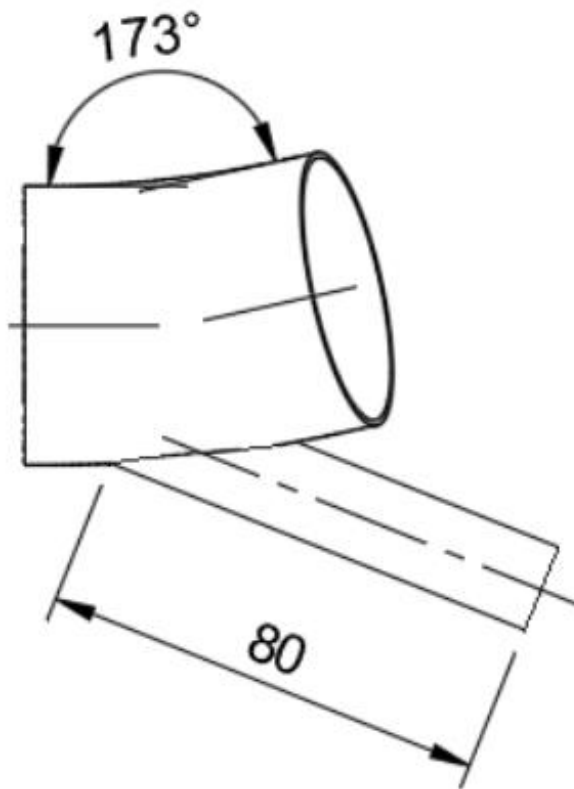


Gambar 3.10 Desain Jalur *Header* terhadap Kolektor Konis dengan kemiringan 10°

Pada tahap selanjutnya, desain jalur masuk ke dalam silencer dan jalur menuju keluar silencer menggunakan pipa dengan diameter 50 mm serta memiliki ketebalan 2 mm dengan menggunakan tingkat kemiringan 7° seperti pada Gambar 3.11 dan 3.12.

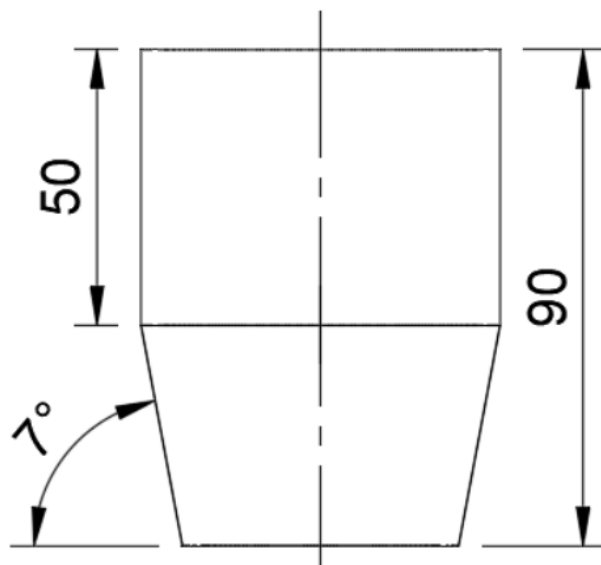


Gambar 3.11 Desain Kolektor Konis dengan Jalur ke Silencer Akrapovic

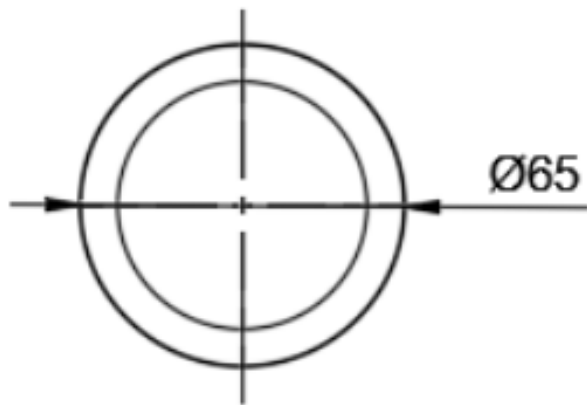


Gambar 3.12 Desain Kolektor Konis dengan kemiringan 7°

Tahap selanjutnya untuk jalur kolektor konis menuju ke silencer dengan menggunakan diameter 50 mm, sedangkan untuk jalur menghubungkan ke silencer menggunakan diameter 65 mm dengan sudut kemiringan 7° seperti pada Gambar 3.13. Data untuk kemiringan pada pipa dari 50 mm menuju 65mm juga menyesuaikan dari kolektor konis milik akrapovic.

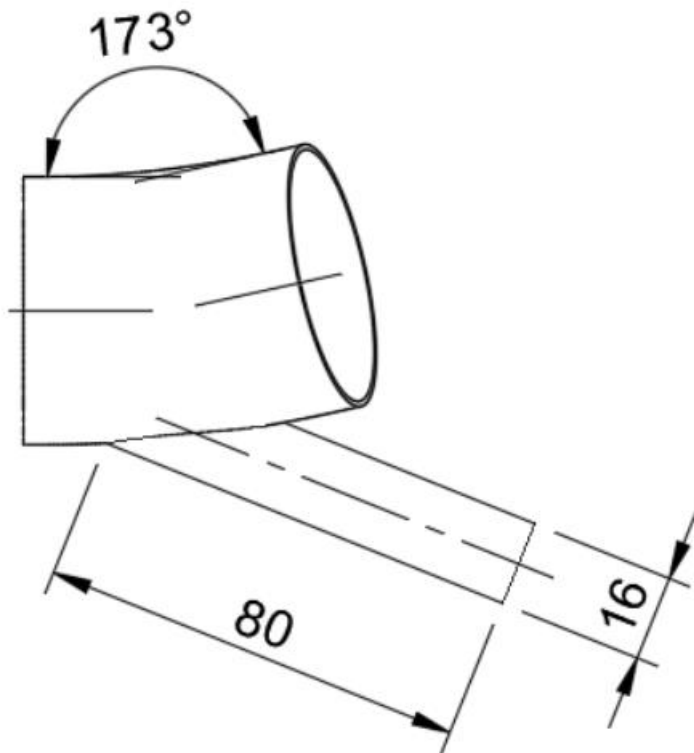


Gambar 3.13 Desain Kolektor Konis dengan kemiringan 7°

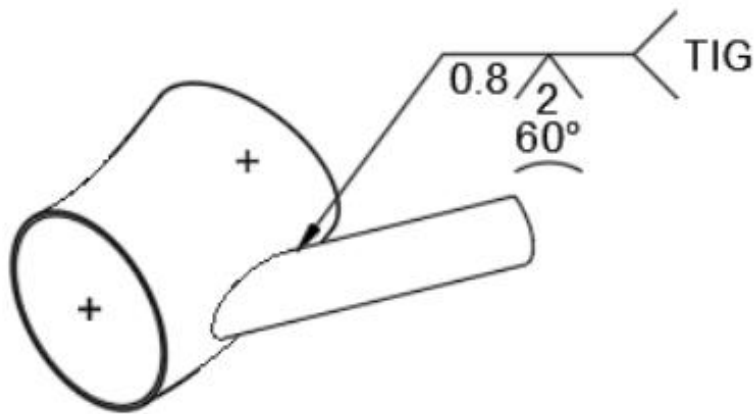


Gambar 3.13 Desain Kolektor Konis dengan Jalur ke Silencer Akrapovic

Pada Gambar 3.14 adalah desain jalur *drone killer* yang memiliki ukuran diameter 16 mm dengan ketebalan 3 mm serta memiliki panjang 80mm. Sudut kemiringan pada jalur kolektor konis menuju ke *drone killer* menggunakan sudut kemiringan 22° dengan mempertimbangkan batas area pemasangan *drone killer*.

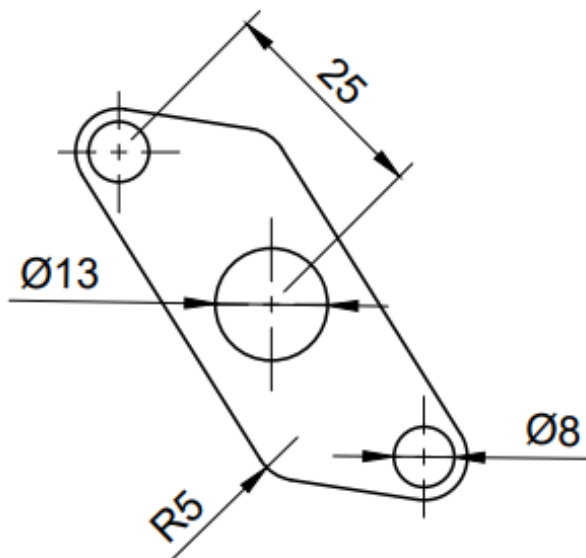


Gambar 3.14 Desain Kolektor Konis dengan Jalur *Drone killer*



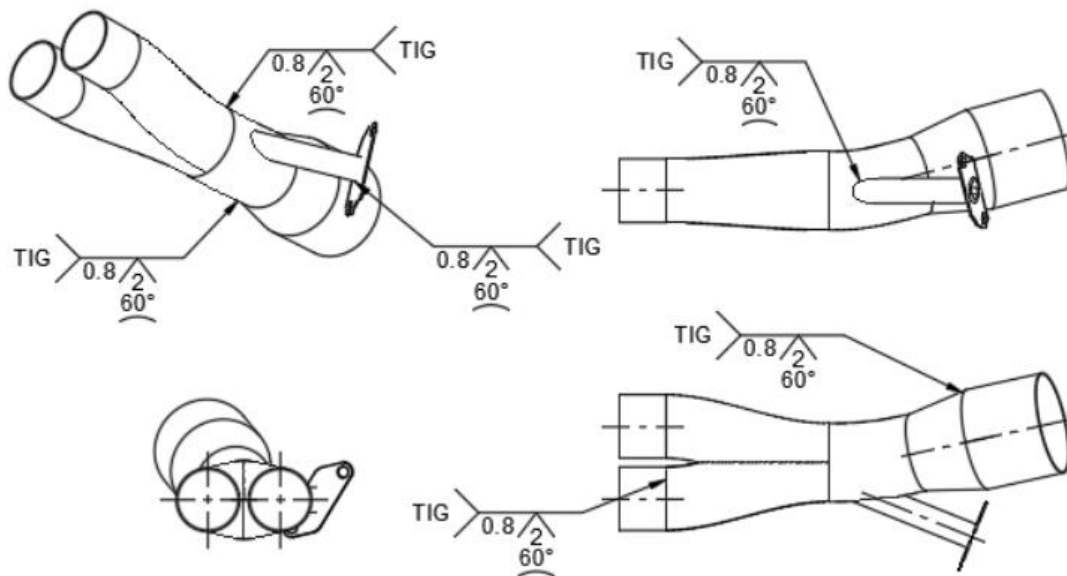
Gambar 3.15 Gambar 3D Kolektor Konis dengan Jalur *Drone killer*

Desain *flange* pada Gambar 3.16 memiliki ketebalan 2 mm, pada silinder yang akan dialiri gas buang memiliki diameter 12,7 mm. Jalur baut penghubung antar *flange* menggunakan diameter 7 mm sehingga bisa menggunakan baut M6, pada jalur baut ke jalur masuk gas buang ke *drone killer* memiliki titik pusat 25 mm.



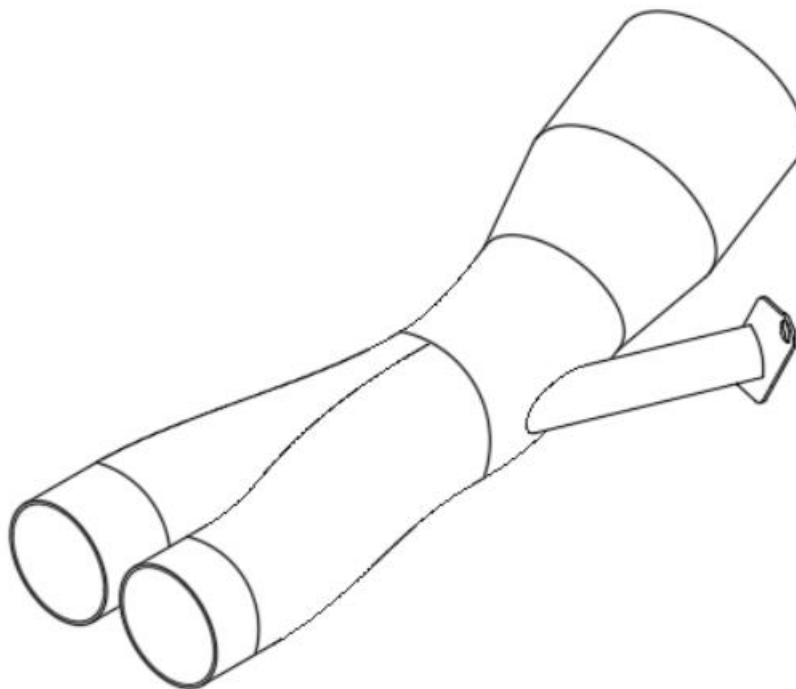
Gambar 3.16 Desain *Flange* pada Jalur *Drone killer*

Pada Gambar 3.17 proses penghubungan pada tiap *part* dengan melalui proses pengelasan menggunakan mesin las TIG, dengan kedalaman las 0.8 mm, *root gap* 2 mm dan *included angle* 60°.

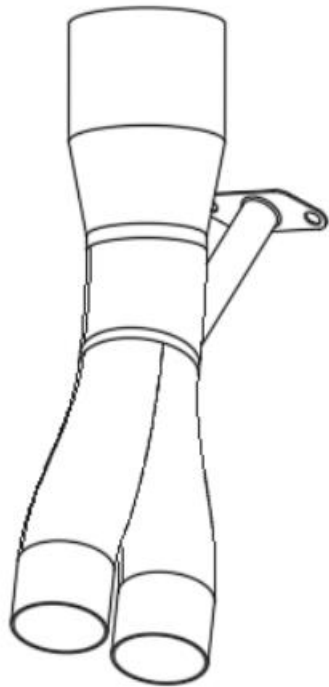


Gambar 3.17 Desain Kolektor Konis dengan Proses Las TIG

Pada Gambar 3.18 dan Gambar 3.19 menunjukkan visual 3D pada desain kolektor konis yang digunakan pada pengujian *drone killer*.

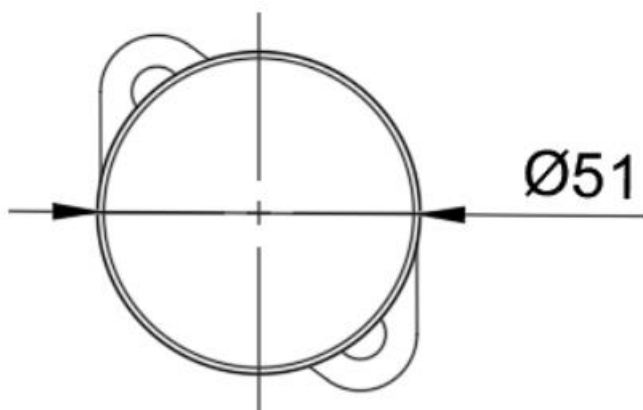


Gambar 3.18 Desain Kolektor Konis dengan jalur *Drone killer*

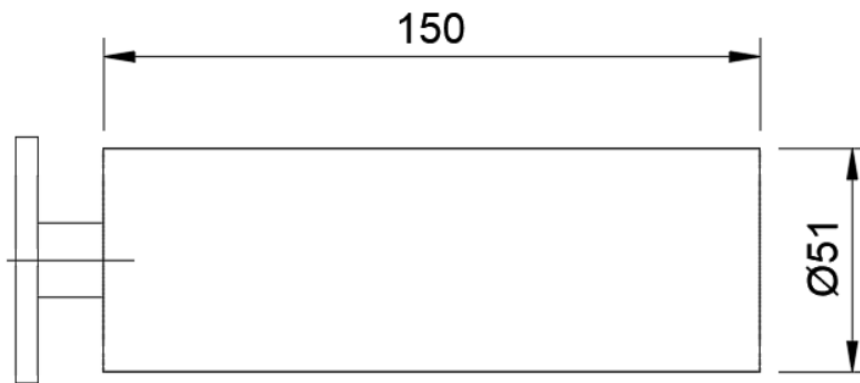


Gambar 3.19 Desain Kolektor Konis dengan jalur *Drone killer*

Langka selanjutnya mendesain *drone killer*, Pada Gambar 3.20 ukuran pipa jalur kolektor konis ke *drone killer* berdiameter 12,7 mm dan menggunakan pipa untuk *drone killer* berdiameter 51 mm, menggunakan panjang tabung 15 cm seperti Gambar 3.21, 20 cm, 25 cm dan 30cm.

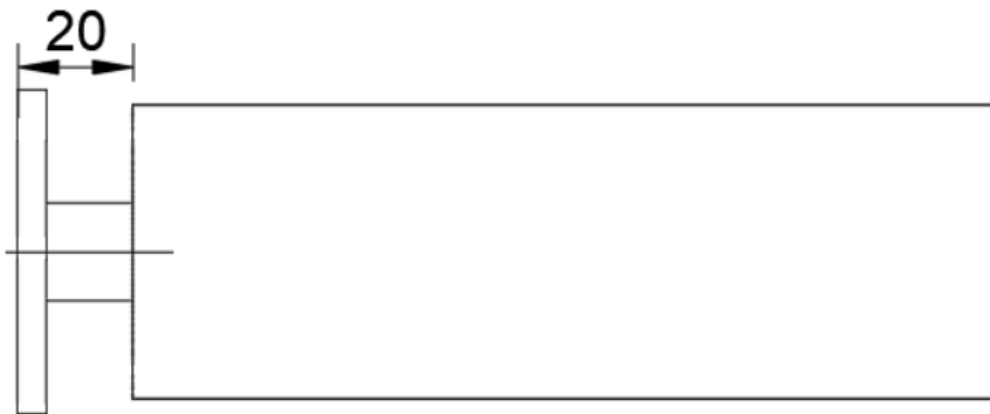


Gambar 3.20 Desain *Drone killer*



Gambar 3.21 Desain Tampak Dalam *Drone killer*

Desain pada *flange drone killer* menyesuaikan dengan *flange* dari kolektor konis seperti Gambar 3.16, pada Gambar 3.22 jarak dari *flange* ke *drone killer* memiliki panjang pipa 20mm.



Gambar 3.22 Desain Panjang Pipa *Flange* ke *Drone killer*

3.5 Proses Pembuatan Kolektor Konis dan *Drone killer*

Proses pembuatan kolektor konis dan *drone killer* berpacu pada desain yang dibuat mulai dari ukuran diameter pipa yang digunakan, panjang dan lekukan, material yang digunakan *stainless steel 304* (SUS304) dengan spesifikasi:

Tabel 3.1

Data Spesifikasi *Stainless Steel 304*

Properties	Value
Density (x1,000 kg/m ³)	8

Poisson's ratio	0,27-0,30
Elastic Modulus (Gpa)	193
Tensile Strength (Mpa)	515
Yield Strength (Mpa)	205
Elongation (%)	40
Reduction in Area (%)	50
Hardness (HRB)	88
Thermal expansion ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	17,2
Thermal Conductivity (W/m-K)	16,2

Alasan menggunakan *stainles steel 304* material pada *stainless steel* tahan terhadap korosi, material *stainless steel* memiliki kekerasan material lebih keras dari besi, material *stainless steel* lebih ringan dari material besi. Pembuatan kolektor konis dan *drone killer* diproduksi oleh bengkel spesialis knalpot NRP yang berlokasi di jalan Dukuh Kupang Timur XX No.16, Surabaya.

3.5.1 Proses Pembuatan Kolektor Konis

Proses pembuatan kolektor konis menggunakan bahan *stainless steel 304* serta menggunakan alat las TIG 160P, tahap awal pembuatan kolektor konis dari sambungan header pada kolektor konis terlebih dahulu dengan diameter dalam pipa 38mm. Proses pengelasan pada pipa *stainless steel* dapat diperhatikan dari arus, gas dan bahan *filleri* yang digunakan, data yang digunakan untuk melakukan proses pengelasan pada tabel 3.1.

Tabel 3.2

Data Pengaturan dan Material pada Proses Welding

Proses <i>Welding</i> TIG	
Arus	75-85 Ampere
Gas	2,5 Bar (Argon)
Bahan <i>filler</i>	<i>Stainless Steel</i> (SS304)

Tahapan pengukuran sudut kemiringan pipa disesuaikan dengan desain yang dijadikan acuan, pada tahap pengukuran ini dapat dilihat apakah sudut kemiringan yang diinginkan sudah sesuai atau tidak. Jika sudut kemiringan sudah sesuai dengan desain maka langkah selanjutnya

adalah penyambungan kedua pipa dengan tidak melakukan las keliling terlebih dahulu seperti pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Proses Las Sementara Untuk Memposisikan Pipa pada tempat yang benar

Tujuan tidak dilakukannya las keliling terlebih dahulu adalah untuk memastikan kembali apakah sudut kemiringan pada pipa sudah sesuai dengan desain yang dibuat. Setelah dipastikan sudut kemiringannya sesuai, barulah proses pengelasan keliling dapat dilakukan agar pipa dapat tersambung seperti Gambar 3.25.



Gambar 3.25 Proses Las Penyatuan Kedua Pipa

Setelah ukuran sambungan header pada kolektor konis sudah jadi, maka tahap selanjutnya pembuatan jalur kolektor konis yang dimana diameter dari 40,4mm ke 50mm proses mencari titik pusat terlebih dahulu. Apabila titik pusat pada silinder sudah ditemukan, maka tahap selanjutnya memberi tanda dengan spidol seperti Gambar 3.26 yang sebagai acuan sisi mana dan seberapa panjang bagian pipa yang akan dibuang.



Gambar 3.26 Proses Pemberian Tanda dan Proses Pemotongan

Apabila sudah diberikan tanda untuk acuan pemotongan, proses selanjutnya melakukan pemotongan menggunakan mesin potong gerinda tangan seperti sisi tidak diperlukan akan dibuang maka akan membentuk runcing seperti Gambar 3.27.



Gambar 3.27 Hasil Pemotongan Pipa Silinder Satu Yang Akan Disatukan Silinder Dua

Pada Gambar 3.28 pipa silinder satu dan pipa silinder kedua melalui proses las pada beberapa titik, bertujuan agar sesuai dengan titik tengah yang diinginkan. Jika sesuai dengan

titik tengah yang diinginkan, pipa dapat diproses las untuk menyatukan pipa silinder satu dengan pipa silinder kedua seperti Gambar 3.29.



Gambar 3.28 Proses Las Sementara Untuk Memposisikan Pipa pada tempat yang benar



Gambar 3.29 Hasil Las Penyatuan Pipa

Pada Gambar 3.29 hasil dari proses las penyetuan pipa silinder satu dan silinder kedua, langkah selanjutnya adalah membuat pipa kolektor konis yang dihubungkan dengan silencer. Karena ukuran pipa yang diinginkan tidak ada, maka ukuran 65mm dibuat dengan plat stainless steel yang digulung. Tahap pembuatan pipa 65mm sebelum proses roll, langkah pertama adalah mengukur plat yang akan digunakan. Setelah melakukan pengukuran pada plat, plat dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

Langkah selanjutnya setelah plat diukur dan dipotong, plat melalui proses roll sehingga menjadi silinder. Pada Gambar 3.30 plat stainless steel menjadi silinder, akan tetapi plat masi belum tersambung.



Gambar 3.30 Hasil Plat setelah Proses Roll

Jika plat sudah berbentuk silinder dan dilakukan proses pengelasan sementara untuk percobaan pada silinder apakah bisa terpasang dengan sesuai atau masih tidak sesuai seperti gambar 3.31. Jika ukuran pipa sudah sesuai desain, pipa bisa diproses dengan proses pengelasan.



Gambar 3.31 Pengujian Hasil Roll Plat pada Lubang *Inlet* Silincer Akrapovic

Setelah pipa penghubung silincer pada kolektor konis selesai, proses selanjutnya adalah pembuatan pipa dari ukuran 65mm menjadi 50mm. Pada proses ini diukur plat *stainless steel 304* (SUS304) dan dibentuk kerucut, tujuan pembuatan kerucut adalah untuk memudahkan proses pembuatan pipa dari ukuran 65mm menjadi 50mm. jika ukuran pipa kurang dari 50mm, maka material dipotong untuk mendapatkan diameter 50mm dan sebaliknya jika pipa yang akan dihubungkan ke pipa inlet lebih dari 65mm maka pipa akan dipotong sesuai dengan desain.



Gambar 3.32 Proses Las Sementara untuk Memastikan Sesuai dengan Desain

Pada Gambar 3.32 pipa kolektor konis diproses pengelasan sementara guna menyambung beberapa bagian pipa. Kolektor konis akan di kontrol ulang untuk memastikan apakah hasil pembuatan sesuai dengan desain yang dibuat, pada Gambar 3.33 knalpot akrapovic dalam posisi terpasang pada kolektor konis agar memudahkan dalam melakukan pemeriksaan.



Gambar 3.33 Proses Las Sementara untuk Memastikan Sesuai dengan Desain

Jika sudah sesuai dengan desain, langkah selanjutnya adalah proses pengelasan untuk menyatukan beberapa komponen dengan peroses pengelasan kolektor konis menggunakan alat las TIG. Setelah kolektor konis selesai dibuat, kolektor konis diberi lubang di sisi kiri untuk menempatkan sensor O₂. Proses pelubangan jalur sensor O₂ menggunakan bor, proses

pelubangan memiliki beberapa tahapan untuk membuat ukuran lubang yang diinginkan. Proses pelubangan untuk sensor O₂, dari mata bor 3 mm menjadi 5 mm, kemudian menjadi 10 mm dan hingga 21 mm, tujuan pelubangan hingga 21 mm adalah untuk menyesuaikan mur sensor O₂.



Gambar 3.34 Proses Pemasangan Mur Sensor O₂ dengan Proses Las

Pada Gambar 3.34 proses pengelasan mur sensor O₂ menggunakan alat las TIG, langkah selanjutnya adalah membuat *flange* dengan ukuran yang mengikuti desain agar kolektor konis mudah terhubung ke *drone killer* seperti Gambar 3.35. Bahan untuk *flange* menggunakan bahan *stainless steel 304* dengan ketebalan 2 mm.



Gambar 3.35 Proses Cetak *flange* Sesuai Desain

Setelah *flange* sudah jadi, lanjut ke proses pelubangan untuk jalur baut penghubung *drone killer* ke kolektor konis dengan menggunakan mata bor 7 mm seperti Gambar 3.36. pada

proses pelubangan jalur baut menggunakan mata bor 7 mm, agar bisa menggunakan baut M6 dengan kepala baut hexagon serta mur hexagon.



Gambar 3.36 Proses Bor Jalur Baut menggunakan mata bor 6 mm

Apabila proses pengeboran pada jalur baut sudah selesai, langkah selanjutnya melakukan pemotongan pada desain *flange* dengan menggunakan mesin grinda tangan seperti Gambar 3.37.



Gambar 3.37 Proses Potong Hasil Cetak *Flange*

Tahap selanjutnya adalah mencari titik untuk jalur *drone killer*. Setelah mendapatkan titik tengah jalur *drone killer*, diberikan tanda yang menjadi acuan untuk melakukan pelubangan seperti Gambar 3.38.



Gambar 3.38 Pemberian Tanda yang Menjadi Acuan Pelubangan

Pada Gambar 3.39 melakukan proses pengeboran pada titik tengah secara bertahap meningkatnya besar mata bor yang digunakan, pengeboran berawal dari matabor 5 mm, 8 mm, 10 mm dan 13 mm.



Gambar 3.39 Proses Bor untuk jalur *Drone killer* dengan Mata Bor 5mm

Setelah melakukan pelubangan pada *flange* seperti Gambar 3.39, tahap selanjutnya pipa dengan diameter dalam 13 mm serta panjang 8 mm disambungkan dengan *flange* sebagai jalur penghubung dari kolektor konis ke *drone killer* seperti Gambar 3.40.



Gambar 3.40 Proses Memastikan Posisi Jalur *Drone killer* Lurus terhadap *Flange*

Pada Gambar 3.41 pipa jalur *drone killer* disambungkan pada *flange* dengan proses pengelasan menggunakan mesin las TIG. Pada proses pengelasan seperti Gambar 3.41 membutuhkan ketelitian yang lebih banya, dikarenakan benda kerja yang akan diproses las cukup kecil.



Gambar 3.41 Proses Las pada *Flange* terhadap pipa jalur *drone killer*

Setelah pipa penghubung *drone killer* ke kolektor konis sudah jadi, maka tahap selanjutnya melakukan pelubangan pada kolektor konis untuk dijadikan jalur masuk aliran gas buang pada *drone killer*. Pada Gambar 3.42 proses pengeboran diawali dengan menggunakan

mata bor 5 mm lalu menggunakan mata bor 10 mm, tahap akhir pengeboran menggunakan mata bor 13 mm



Gambar 3.42 Proses Bor dengan Mata Bor 5 mm

Pada Gambar 3.43 kolektor konis dengan pipa jalur *drone killer* dihubungkan dengan proses pengelasan menggunakan mesin las TIG, setelah tahap pengelasan pipa selesai maka kolektor konis masuk tahap poles seperti Gambar 3.44 untuk menghilangkan noda hitam akibat percikan bunga api pada proses pengelasan.



Gambar 3.43 Proses Las pada jalur *Drone killer*



Gambar 3.44 Proses pembersihan atau Poles pipa knalpot

3.5.2 Proses Pembuatan *Drone killer*

Tahap awal proses pembuatan *drone killer* dengan mencetak ukuran *flange* yang disesuaikan dengan desain seperti gambar 3.35. Bahan untuk *flange* menggunakan bahan *stainless steel 304* dengan ketebalan 2mm. Apabila proses cetak *flange* sudah sesuai dengan desain, tahap selanjutnya bisa dilakukan pengeboran pada jalur baut dengan menggunakan mata bor 7 mm. Setelah jalur baut pada *flange* terlubangi, maka bisa melakukan pemotongan sesuai dengan hasil cetak *flange* dengan menggunakan mesin grinda tangan. Tahap selanjutnya adalah mencari titik tengah untuk jalur *drone killer*. Setelah mendapatkan titik tengah jalur *drone killer*, diberikan tanda yang menjadi acuan untuk melakukan pelubangan. Proses melakukan pengeboran pada titik tengah secara bertahap meningkatnya besar mata bor yang digunakan, pengeboran berawal dari matabor 5 mm, 8 mm, 10 mm dan 13 mm. Tahapan setelah pembuatan *flange* yaitu pemotongan pipa berdiameter 16 mm menggunakan mesin bubut seperti Gambar 3.45, tujuan menggunakan mesin bubut untuk memotong pipa 16 mm agar mendapatkan hasil 20 mm dengan presisi.



Gambar 3.45 Proses Pemotongan Pipa Menggunakan Mesin Bubut

Setelah pemotongan pipa untuk penghubung *flange* pada *drone killer*, tahap selanjutnya melakukan penyatuan pipa pada *flange* dengan menggunakan teknik las TIG seperti Gambar 3.46.



Gambar 3.46 Proses Menghubungkan *Flange* dengan Pipa Menggunakan Proses Las

Tahap selanjutnya melakukan pembuatan tabung *drone killeri* dengan panjang 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm. pipa yang digunakan sebagai *drone killer* memiliki diameter luar 51mm dengan ketebalan 2mm, kedua sisi pipa di tutup dengan plat. Pada Gambar 3.47 dilakukan proses las untuk menghubungkan pipa dengan plat. Setelah melakukan proses penghubung pipa dan plat dengan menggunakan mesin las, salah satu sisi akan di lubangki menggunakan mesin bubut untuk jalur masuk aliran gas buang ke *drone killer* seperti Gambar 3.48.



Gambar 3.47 Proses Penyatuan Pipa dengan Plat



Gambar 3.48 Hasil Pelubangan Salah Satu Sisi Pipa *Drone killer*

Langkah selanjutnya adalah menyambungkan *drone killer* dengan *flange* menggunakan proses las TIG namun sebelum proses pengelasan dilakukan, dipastikan terlebih dahulu apakah posisi *drone killer* dengan *flange* sudah sejajar atau tidak. Jika *drone killer* sudah disejajarkan dengan *flange* maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses las untuk menyambungkan *drone killer* dengan *flange*. Pada Gambar 3.49 hasil pembuatan *drone killeri* dengan panjang 15 cm, untuk pembuatan tabung *drone killer* 20 cm, 25 cm dan 30 cm menggunakan prosedur pembuatan yang sama dengan proses pembuatan *drone killer* 15 cm.



Gambar 3.49 Hasil Pembuatan *Drone killer* 15 cm

3.6 Uji *Dynotest*

Pada uji *dynotest*, kendaraan diuji menggunakan knalpot bawaan pabrik terlebih dahulu. Dengan begitu kita bisa menyimpan hasil yang didapat dengan menggunakan knalpot bawaan pabrik untuk perbandingan knalpot Akrapovic Titanium, dimana knalpot Akrapovic Titanium menggunakan full system. Setelah data yang didapat dari knalpot Akrapovic Titanium didapatkan, langkah terakhir adalah mengganti cone collector Akrapovic Titanium. Penggantian cone collector dengan perbedaan pada cone collector yang dilakukan secara custom dengan penambahan side branch resonator namun tetap menggunakan silencer Akrapovic. Berikut ini adalah prosedur pengujian *dynotest*:

1. Memasukan motor ke ruangan *dynotest*, roda penggerak motor ditempatkan pada roller uji.
2. Menyesuaikan posisi roda kendaraan sehingga sejajar dengan roller uji.
3. Mengikat roda depan kendaraan dengan strap atau tali pengikat dengan kuat, agar kendaraan tidak bergerak maju saat kendaraan sedang diuji.
4. Menjalankan kendaraan secara perlahan sehingga Anda dapat mengetahui apakah kendaraan tersebut lurus atau tidak dengan test roller.
5. Mengikat bodi belakang kendaraan dengan tali atau strap jika kendaraan lurus dengan test roller.
6. Menempatkan blower di posisi depan kendaraan agar mesin mendapat udara dingin untuk mencegah panas berlebih.

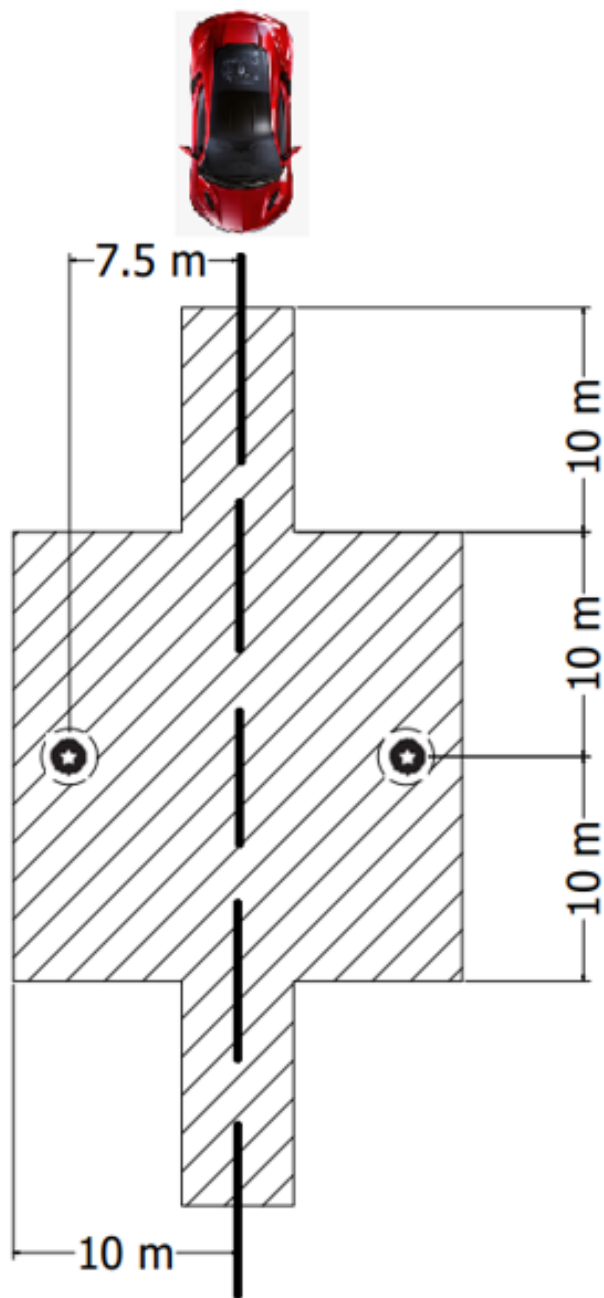
7. Melakukan pengujian dengan menjalankan kendaraan pada gigi 5.
8. Mengatur kestabilan putaran engine pada 5000 RPM untuk memulai perekaman data hingga engine limiter.
9. Menghentikan perekaman dynotest untuk mendapatkan hasil dyno.


Setelah data terkumpul, langkah terakhir adalah melakukan uji perbandingan hasil dynotest pada kondisi knalpot standar pabrik sampai dengan penggantian knalpot Akrapovic Titanium, pengujian knalpot Akrapovic Titanium dengan penambahan *drone killer*.


3.7 Uji Decibel Level

Pada pengujian tingkat desibel akan dilakukan pengambilan data dari penggunaan sistem pembuangan OEM, kemudian data dikumpulkan dengan tiga kali pengujian. Untuk pengujian selanjutnya menggunakan knalpot *fullsystem* Akrapovic Titanium, selanjutnya mengumpulkan data dari hasil pengujian knalpot *fullsystem* Akrapovic Titanium. Tes terakhir adalah pada knalpot *fullsystem* Akrapovic Titanium dengan custom *drone killer*. *Drone killer* yang di uji memiliki ukuran tabung besar yang sama tetapi panjang tabung berbeda dan ukuran tabung sedang tetapi panjang tabung berbeda. Prosedur pengujian tingkat desibel:

1. Menentukan lokasi pengukuran yaitu tempat terbuka.
2. Melakukan pengukuran paling sedikit dua pengukuran pada tiap sisi kendaraan.
3. Meletakkan mikropon dengan jarak dari titik tengah jalur akselerasi 7,5m
4. Mengukur jarak landasan pacu kendaraan sepanjang 20m
5. Mengemudi kendaraan sedapat mungkin harus lurus
6. Menentukan kecepatan kendaraan pada 50km/jam pada dua kali pengujian menggunakan gigi dua dan gigi tiga.
7. Mengumpulkan hasil pengukuran dengan *decibel meter* dengan nilai tekanan suara maksimum yang dinyatakan dalam dB.
8. Mengurangi terjadinya ketidak akuratan hasil pengukuran dikurangi $\pm 1,5$ dB.
9. Menilai hasil pengukuran dari rata-rata empat kali pengujian.



Key  Minimum area covered with test road surface i.e. test area

 Microphone (height 1,2 m)

Gambar 3.50 Bentuk dan ukuran tempat pengukuran.

Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2009)