

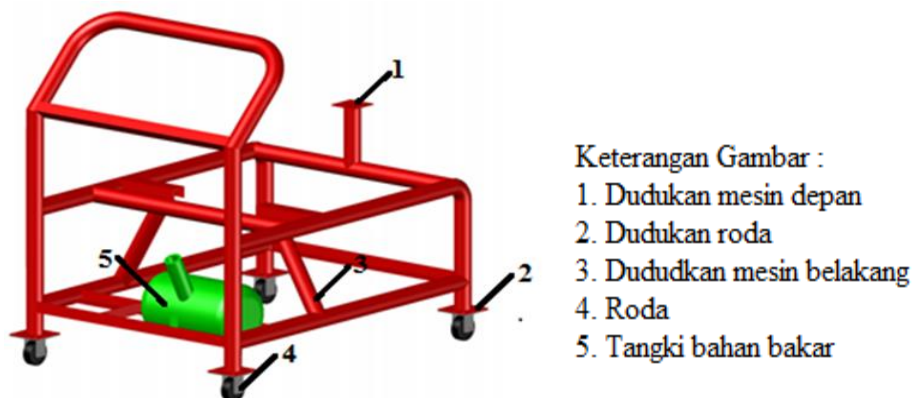
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN *ENGINE STAND*

4.1. Proses Perancangan

Dalam suatu pembuatan alat diperlukan perencanaan yang matang agar hasilnya optimal dan efisien dari segi waktu, biaya dan tenaga. Dalam metode perencanaan, hal-hal yang dilakukan yaitu pembuatan gambar dan pemilihan komponen yang tepat dengan memperhatikan kekuatan bahan, penampilan dan harga dari komponen tersebut.

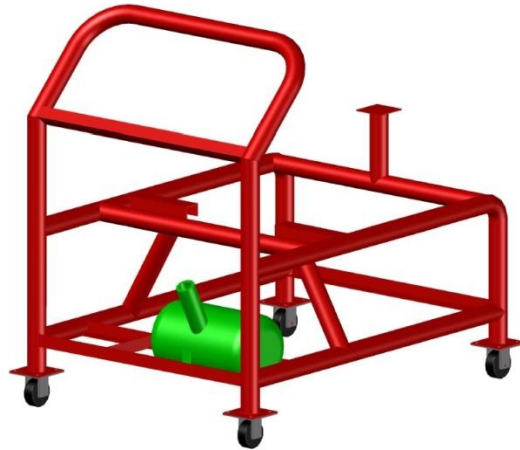
Dalam proyek akhir ini peralatan yang dihasilkan yaitu *Engine Stand* Corola 4A-FE. Secara garis besar bahan yang dibutuhkan adalah bahan rangka dan komponen-komponen pelengkap. Bahan-bahan untuk pembuatan rangka berupa besi profil U ISALC 50 x 30 x 3. Sedang komponen pelengkap berupa panel speedometer, roda, dudukan baterai, dudukan tangki bahan bakar, dudukan radiator dan lain sebagainya.



Gambar 4.1. Rangka *Engine Stand*

4.2. Perhitungan Rancangan

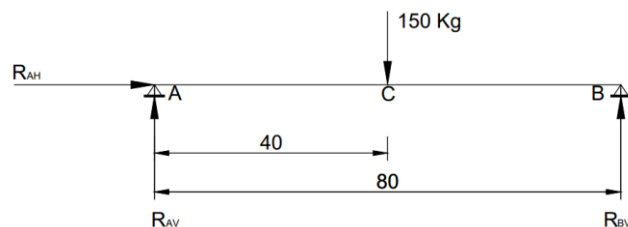
4.2.1. Dudukan Depan (Pandangan samping)



Gambar 4.2. Dudukan Mesin Depan

Dengan Asumsi :

1. Bahan rangka yang digunakan adalah ST-37 .
2. Berat mesin adalah 450 kg dengan 3 tumpuan sehingga setiap tumpuan menerima beban 150 kg .
3. Tumpuan yang digunakan pada perhitungan rancangan dianggap tumpuan rol dan sendi.
4. V adalah gaya lintang sepanjang batang tumpuan, dimana $V = 0$ (benda setimbang).



Gambar 4.3. Balok Tumpuan Sederhana Dudukan Motor Depan

Reaksi-reaksi tumpuan dengan persamaan statika $\Sigma MA = 0$

$$(R_{AH}) \cdot (0) + (R_{AV}) \cdot (0) + (150) \cdot (40) - (R_{BV}) \cdot (80) = 0 \dots \dots \dots \text{Pers (1)}$$

$$0 + 0 + 6000 - 80 R_{BV} = 0$$

$$80 R_{BV} = 6000$$

$$R_{BV} = 75 \text{ kg}$$

➤ **$\Sigma MB = 0$**

$$(R_{AH}) \cdot (0) + (R_{AV}) \cdot (80) - (150) \cdot (40) - (R_{BV}) \cdot (0) = 0$$

$$0 + 80 R_{AV} - 6000 - 0 = 0$$

$$80 R_{AV} = 6000$$

$$R_{AV} = 75 \text{ kg}$$

Pengecekan Hasil Perhitungan

$$\Sigma V = 0$$

$$150 - R_{AV} - R_{BV} = 0 \dots \dots \dots \text{Pers (2)}$$

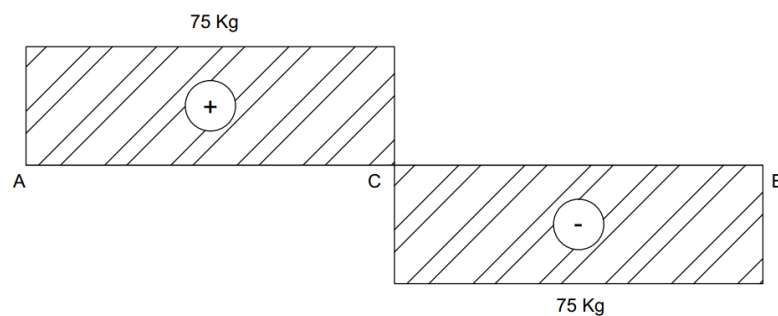
$$150 - 75 - 75 = 0$$

$$0 = 0 \text{ (ok)}$$

➤ **SFD**

$$SF_{AC} = R_{AV} = 75 \text{ kg}$$

$$SF_{CB} = - R_{BV} = - 75 \text{ kg}$$



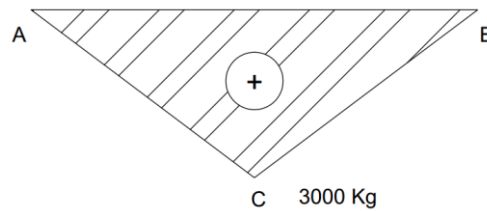
Gambar 4.4. Diagram Gaya Geser dudukan motor bagian depan

➤ **BMD**

$$BM_A = 0$$

$$BM_B = 0$$

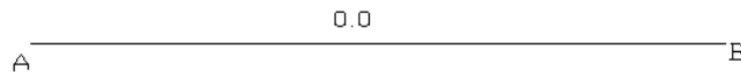
$$\begin{aligned} BM_C &= R_{AV} \cdot 40 \text{ cm} \\ &= 75 \text{ kg} \cdot 40 \text{ cm} \\ &= 3000 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$



Gambar 4.5. Diagram Momen Bending Dudukan Motor Bagian Depan

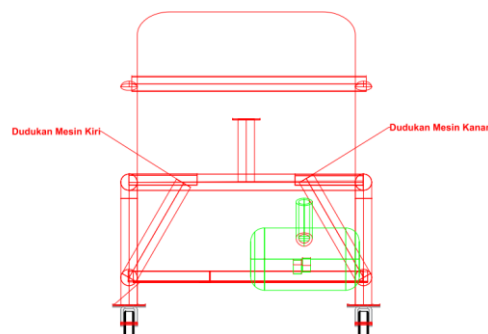
➤ **NFD**

Karena tidak ada gaya yang bekerja searah dengan sumbu batang, maka besarnya gaya normal adalah nol.

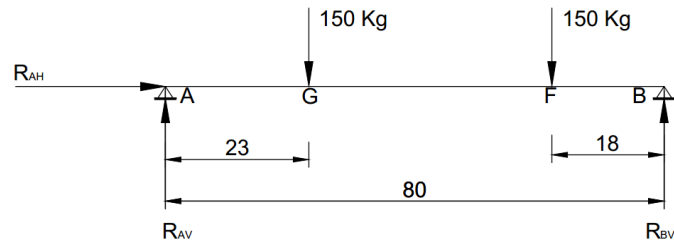


Gambar 4.6. Diagram Gaya Normal Dudukan Motor Bagian Depan

4.2.2. Dudukan Belakang (Pandangan Depan)



Gambar 4.7. Dudukan Belakang Mesin



Gambar 4.8. Struktur Balok Dudukan Motor Belakang

Reaksi-reaksi tumpuan dengan persamaan statika

➤ $\Sigma MA = 0$

$$(R_{AH}) \cdot (0) + (R_{AV}) \cdot (0) + (150) \cdot (23) + (150) \cdot (62) - (R_{BV}) \cdot (80) = 0$$

$$0 + 0 + 3450 + 9300 - 80 R_{BV} = 0$$

$$80 R_{BV} = 12750$$

$$R_{BV} = 159.37 \text{ kg}$$

➤ $\Sigma MB = 0$

$$(R_{AH}) \cdot (0) + (R_{AV}) \cdot (80) - (150) \cdot (57) - (150) \cdot (18) + (R_{BV}) \cdot (0) = 0$$

$$0 + 80 R_{AV} + 8550 + 2700 = 0$$

$$80 R_{AV} = 11250$$

$$R_{AV} = 140.62 \text{ kg}$$

Pengecekan Hasil Perhitungan

➤ $\Sigma v = 0$

$$150 + 150 - R_{AV} - R_{BV} = 0 \dots\dots\dots \text{Pers (3)}$$

$$150 + 150 - 159,37 + 140,62 = 0$$

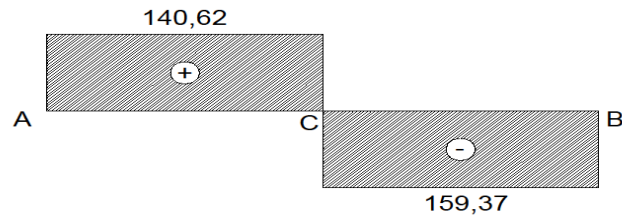
$$300 - 300 = 0$$

$$0 = 0 \text{ (ok)}$$

➤ **SFD**

$$SF_{AC} = R_{AV} = 140,62 \text{ kg}$$

$$SF_{CB} = - R_{BV} = - 159,37 \text{ kg}$$



Gambar 4.9. Diagram Gaya Geser Dudukan Motor Belakang

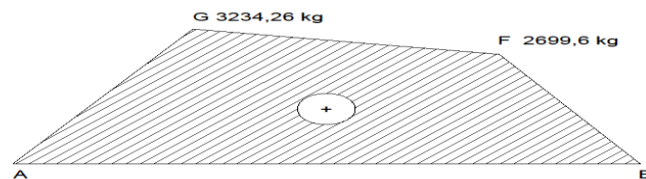
➤ **BMD**

$$BM_A = 0$$

$$BM_B = 0$$

$$\begin{aligned} BM_G &= (R_{AV}) \cdot (23) \\ &= 140,62 \cdot 23 \\ &= 3234,26 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

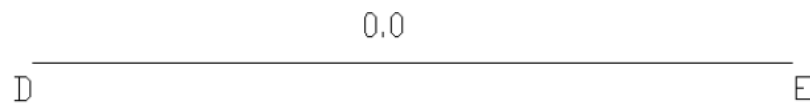
$$\begin{aligned} BM_F &= (R_{AV}) \cdot (80) - (150) \cdot (57) \\ &= (140,62 \times 80) - (150 \times 57) \\ &= 11249,6 - 8550 \\ &= 2699,6 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$



Gambar 4.10. Diagram Momen Bending Dudukan Motor Belakang

➤ NFD

Karena tidak ada gaya yang bekerja searah dengan sumbu batang, maka besarnya gaya normal adalah nol.



Gambar 4.11. Diagram Gaya Normal Pada Dudukan Motor Belakang

4.2.3. Perhitungan Rancangan Baut

Beban maksimal terjadi pada tiga baut pada saat stand digerakkan. Adapun dari pengukuran didapatkan data baut M 14, sehingga tegangan dan beban maksimal dapat dihitung sebagai berikut :

$$W_s = W_{s1} + W_{s2} \quad (\text{Rumus 4.1. Beban Geser Total})$$

$$W_{s1} = \frac{W}{n} \quad (\text{Rumus 4.2. Beban Geser Baut I})$$

$$W_{s2} = \frac{W \cdot L \cdot L_2}{2 \cdot (L_1^2 + L_2^2)} \quad (\text{Rumus 4.3. Beban Geser Baut II})$$

$$\tau_s = \frac{W_s \cdot 4}{\pi \cdot d_c^2} \quad (\text{Rumus 4.4. Tegangan Geser})$$

Keterangan :

N : Jumlah baut

L : Jarak titik tengah ke E

L_1 : Jarak baut 1 dari E

L_2 : Jarak baut 3 & 4 dari E

W : Beban total

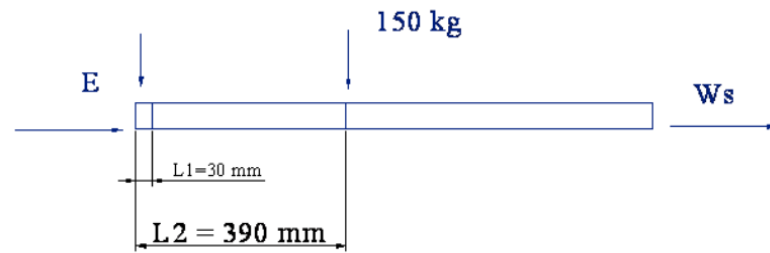
W_s : Beban geser

W_{s1} : Beban geser pada baut pertama

W_{s2} : Beban geser pada baut kedua

τ_s : Tegangan geser

Beban yang diterima tiap baut diasumsikan = ± 150 kg maka : $W_{tot} = 450$ kg



Gambar 4.12. Penampang Rangka Dari Samping

$$L1 = 30 \text{ mm}$$

$$L2 = 900 \text{ mm}$$

$$L = 1200 \text{ mm}$$

$$W_{s1} = W / n \dots\dots\dots \text{Pers (4)}$$

$$W_{s1} = 450/3$$

$$W_{s1} = 150 \text{ kg}$$

$$W_{s1} = 1500 \text{ N}$$

$$W_{s2} = \frac{W.L.L_2}{2.(L_1^2 + L_2^2)} \dots\dots\dots \text{Pers (5)}$$

$$W_{s2} = \frac{450 \text{ kg} . 1200 . 900}{2.(30^2 + 900^2)}$$

$$W_{s2} = 299,66 \text{ Kg}$$

$$W_{s2} = 2996,6 \text{ N}$$

$$W_s = W_{s1} + W_{s2} \dots\dots\dots \text{Pers (6)}$$

$$W_s = 1500 \text{ N} + 2996,6 \text{ N}$$

$$W_s = 4496,6 \text{ N}$$

$$\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \tau_s = Ws \dots\dots\dots \text{Pers(7)}$$

$$\tau_s = \frac{Ws \cdot 4}{\pi \cdot d^2}$$

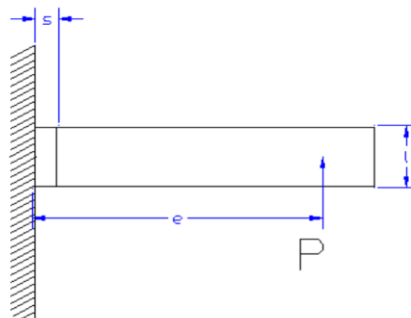
$$\tau_s = \frac{4496,6 \cdot 4}{\pi \cdot 11,546^2}$$

$$\tau_s = \frac{17986,4}{418,59}$$

$$\tau_s = 42,96 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh tegangan geser (τ_s) sebesar 42,96 N/mm² dan hasil perhitungan tersebut berada dibawah tegangan geser standar yang diijinkan dari material baut ST 37 yaitu sebesar 240 N/mm² (lihat table).

4.2.4. Perhitungan Rancangan Las



Gambar 4.13. Las Beban Eksentrik

Rumus

$$A = 2t \times l \times s$$

$$= 2 \times 0,707 \times l \times s$$

(Rumus 4.5. Luas Penampang Las)

$$M = Pxe$$

(Rumus 4.6. Moment Bending)

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

(Rumus 4.7. Tegangan Geser)

$$Z = t \left[lb + \frac{b^2}{6} \right] \quad (\text{Rumus 4.8. Modulus Sambungan Las})$$

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (\text{Rumus 4.9. Tegangan Tarik})$$

Dimana :

- A = luas penampang las
- s = tebal las
- M = momen bending
- L = panjang pengelasan
- Z = modulus sambungan las
- τ = tegangan tarik
- P = gaya
- σ = tegangan geser
- e = jarak beban dengan tumpuan

Diketahui :

$$P = 150 \text{ kg} = 1500 \text{ N}$$

$$e = 335 \text{ mm}$$

$$S = 5 \text{ mm}$$

$$l = 30 \text{ mm}$$

Luas penampang pengelasan

$$A = 2 \times 0.707 \times s \times l \dots\dots\dots \text{Pers (8)}$$

$$A = 2 \times 0.707 \times 5 \times 30$$

$$A = 212.1 \text{ mm}^2$$

Tegangan tarik yang terjadi pada daerah pengelasan adalah

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots \text{Pers (9)}$$

$$\tau = \frac{1500 \text{ N}}{212,1 \text{ mm}^2}$$

$$\tau = 7,072 \text{ N/mm}^2$$

Momen bending yang terjadi adalah :

$$M = Mg = 3.450 \text{ kg.mm} \dots\dots\dots \text{Pers (10)}$$

Modulus sambungan las adalah :

$$Z = t \left[lb + \frac{b^2}{6} \right] \dots\dots\dots \text{Pers (11)}$$

$$Z = 3,535 \left[50,40 + \frac{40^2}{6} \right]$$

$$Z = 3,535 \cdot (2266,66)$$

$$Z = 8012,66 \text{ mm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots \text{Pers (12)}$$

$$\sigma_b = \frac{502,5 \times 10^3 \text{ N/mm}}{8012,66 \text{ mm}^3}$$

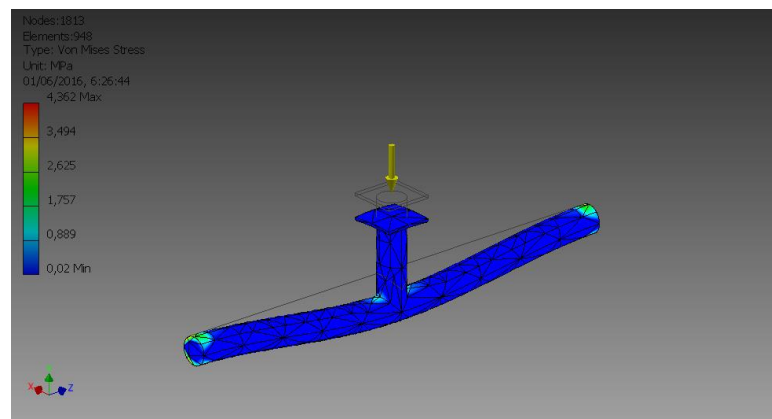
$$\sigma_b = 62,71 \text{ N/mm}^2$$

4.3. Proses Pengujian Inventor

Proses pengujian inventor dilakukan untuk mengetahui kekuatan desai rancangan dudukan *engine stand* yang akan dibuat, proses pengujian inventor adalah pengujian *stress analisis* pada desain. Hasil pengujian inventor pada desain dudukan *engine stand* adalah sebagai berikut:

4.3.1. Dudukan depan

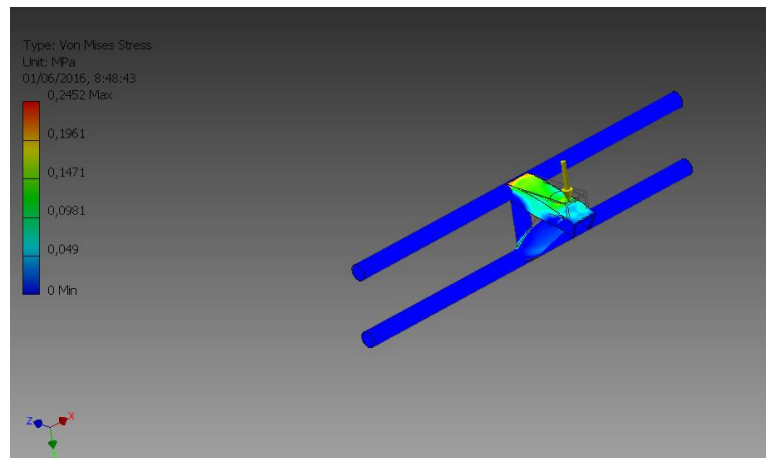
Dari hasil analisis pada dudukan depan dengan gaya defleksi yang diberikan sebesar 150 N, konstruksi dari desain mampu menahan beban yang diberikan dengan titik gaya terbesar pada desain terdapat pada sambungan pipa dengan besar gaya 3,49 mm.



Gambar 4.14. Hasil Pengujian Dudukan Depan

4.3.2. Dudukan belakang

Dari hasil analisis pada dudukan belakang dengan gaya defleksi yang diberikan sebesar 150 N, konstruksi dari desain mampu menahan beban yang diberikan dengan titik gaya terbesar pada desain terdapat pada sambungan pipa dengan besar gaya 0.19 mm. Gaya yang dihasilkan pada konstruksi ini cukup kecil karena desain yang baik dengan diberikannya penopang tambahan pada bawah dan samping dudukan mesin.



Gambar 4.15. Hasil Uji Dudukan Belakang

4.4. Proses Pembuatan *Engine Stand*

Adapun langkah-langkah pembuatan rangka adalah sebagai berikut :

1. Memotong pipa bulat dengan panjang 110 cm sebanyak 4 batang.
2. Memotong pipa bulat dengan panjang 80 cm sebanyak 5 batang .
3. Memotong pipa bulat dengan panjang 37 cm sebanyak 2 batang .
4. Memotong besi profil U 30x20x3 dengan panjang 23 cm sebanyak 1 batang .
5. Memotong besi profil U 30x20x3 dengan panjang 18 cm sebanyak 1 batang .
6. Memotong besi profil L dengan panjang 80 cm sebanyak 3 batang .
7. Memotong besi profil L dengan panjang 5 cm sebanyak 4 batang .



Gambar 4.16. Proses Pemotongan Besi Bahan

8. Mengelas material yang telah dipotong seperti gambar di bawah



Gambar 4.17. Proses Penyambungan Bahan Dengan Las

9. Membuat penyangga / penahan dudukan mesin
10. Mengelas penyangga / penahan dudukan mesin



Gambar 4.18. Penyangga Dudukan Mesin

11. Memotong plat besi ukuran 62 cm x 5 cm x 0.5 cm sebanyak 2 batang
12. Mengebor plat besi ukuran 62 cm x 5 cm x 0.5 cm untuk dudukan radiator



Gambar 4.19. Penyangga Dudukan Radiator

13. Mengelas plat besi ukuran 62 cm x 5 cm x 0.5 cm pada rangka untuk dudukan radiator
14. Menggerinda kotoran-kotoran bekas las dan membuat chamfer pada bagian ujung material yang runcing



Gambar 4.20. Proses Pengerindaan

15. Memotong plat besi tebal 10 mm dengan ukuran 5 cm
16. Mengemal plat sesuai lubang pada dudukan roda
17. Mengebor potongan plat untuk dudukan baut roda
18. Mengelas potongan plat besi pada bagian pojok bawah dari rangka untuk dudukan roda



Gambar 4.21. Dudukan Roda *Engine Stand*

19. Memasang roda-roda pada dudukannya
20. Mengebor rangka untuk dudukan engine mounting

4.5. Proses Pengecatan *Engine Stand*

Proses pengecatan merupakan suatu proses pemberian warna yang sesuai dengan warna yang diinginkan. Berikut merupakan tahap-tahap yang harus dilakukan dalam proses pengecatan:

1. Persiapan Permukaan

Persiapan permukaan dalam pengecatan adalah pekerjaan yang terpenting, karena bagaimanapun hati-hatinya saat pengecatan dilakukan, tanpa adanya persiapan permukaan yang baik akan mengalami banyak kegagalan. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil pengecatan yang optimal, persiapan permukaan dilakukan se teliti mungkin.



Gambar 4.22. Persiapan Permukaan Yang Akan Dicat

2. Pendempulan dan Pengamplasan

Pendempulan yaitu mengembalikan permukaan bodi yang tidak rata karena kerusakan dengan menutup permukaan bodi dengan menggunakan dempul. Setelah dilakukan pendempulan langkah selanjutnya adalah proses pengamplasan dempul bertujuan untuk menghaluskan permukaan dempul.

Langkah-langkah pendempulan dan pengamplasan :

- Membersihkan debu, kotoran, minyak dan karat yang ada pada bagian yang akan didempul.
- Mencampur dempul dengan hardener , hardener yang dipakai 2-3% dari volume dempul. Bila kurang akan mudah mengelupas setelah dempul tersebut kering.
- Mendempul janglah langsung tebal, karena akan menimbulkan pori-pori yang seharusnya tidak diinginkan, lebih baik mendempul sedikit demi sedikit agar diperoleh hasil pendempulan yang sempurna.



Gambar 4.23. Pendempulan

- Dalam pengamplasan dempul, janganlah menggosok berskala besar. Pengamplasan yang baik adalah dengan cara menggosok arah berputar dan kertas amplas yang dipakai secara berurutan dari ukuran #60, #80 dan # 120 hal ini dapat dilakukan dengan mesin.
- Bila dilakukan dengan tangan, sistem pengamplasan kering dilakukan secara bertahap memakai kertas amplas ukuran #180 dan #240. Dan untuk sistem pengamplasan basah dapat memakai kertas amplas ukuran #180, #240 dan #320.
- Setelah selesai pengamplasan dengan sempurna, bilaslah dengan air bersih dan keringkan. Hindari melakukan pengamplasan yang meninggalkan garis- garis bekas amplas.

3. Aplikasi surfacer

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Sebelum dilakukan pengecatan, terlebih dahulu membersihkan permukaan yang akan di cat surfacer agar debu-debu yang menempel di pori-pori dempul hilang.
- Mencampur *epoxy*, *hardener*, dan *thiner* dengan perbandingan 1 : 1 : 1 (*thiner* : *epoxy* : *hardener*). Setelah itu masukkan ke dalam spray gun.
- Mengaplikasikan lapisan cat surfacer pertama keseluruhan area dempul, sampai area itu nampak basah.



Gambar 4.24. Pengaplikasian surfacer

- Mebiarkan waktu tunggu sebentar hingga thinner didalam surfacer menguap.
 - Mengaplikasikan 2-3 lapisan surfacer.
 - Membiarkan kering di udara selama 90 sampai 120 menit
 - Mengamplas surfacer dengan amplas #600 - #1000.
- ### 4. Aplikasi Top Coat

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Membersihkan permukaan dari oli dengan menggunakan kainlap yang bersih dengan dibasahi sabun. Kemudian bersihkan permukaan dari debu dengan menggunakan air.
- Mencampur cat dengan hardener dan thinner secara tepat, sehingga diperoleh viskositas yang cocok.
- Menyemprotkan 2-3 lapis top coat dengan selang waktu 2 -5 menit antar lapisan.



Gambar 4.25. Peng aplikasi Top Coat

- 4) Setelah proses pengecatan selesai ditunggu agar cat kering kemudian disemprotkan pernis agar cat lebih mengkilap. Perbandingan campuran pernis 2:1 (pernis : hardener) dan 5-10% thinner . Untuk penyemprotan pernis dilakukan secara bertahap dan biasanya 2 kali penyemprotan yaitu tipis-tipis dahulu kemudian ditunggu beberapa saat kemudian dilakukan penyemprotan kedua dengan lapisan yang lebih tebal.



Gambar 4.26. Penyemprotan Pernis

- Setelah selesai biarkan cat mengering dengan menggunakan pemanasan oven atau diamkan agar benar-benar kering.

4.6. Pembahasan

Pembahasan pembuatan tugas akhir “Perancangan dan Pembuatan *Engine Stand* Corola 4A-FE” dari proses desain rancangan awal menggunakan software AutoCAD 2013, perhitungan secara manual kekuatan desain rancangan, pembuatan rangka engine stand, dan proses finising menghasilkan beberapa pembahasan antara lain:

1. Desain *engine stand*

Proses desain awal *engine stand* menggunakan *software* AutoCAD 2013 dengan menggunakan unit satuan ukur milimeter (mm), desain dibuat berdasarkan *sket* gambar rancangan awal. Setelah gambar rancangan awal dengan menggunakan AutoCAD 2013 selesai, maka tahap selanjutnya perhitungan beban *statis* pada desain rangka *engine stand*. Dari hasil perhitungan beban pada masing-masing tumpuan dudukan mesin dengan asumsi beban total dari *engine* seberat 450 Kg, diperoleh hasil bahwa desain

dapat menahan beban *statis* yang di berikan oleh mesin, hal ini dapat dilihat dari diagram SFD, BMD, dan NFD pada masing-masing dudukan mesin.

2. Proses pembuatan rangka *engine stand*

Proses pembuatan rangka pada *engine stand* corola 4A-FE melalui beberapa tahapan, tahapan pertama pemotongan bahan berupa pipa bulat, pipa U 30x20x3, dan plat, setelah proses pemotongan bahan selesai maka proses selanjutnya adalah proses pengelasan, dan terakhir adalah proses pengerindaan bekas pengelasan.

3. Proses finising (pengecatan)

Proses *finising* pada rangka *engine stand* berjalan dengan baik, hal ini terbukti tidak terdapat cacat pada pengecatan, proses pengecatan meliputi tahap persiapan permukaan, pendempulan, *aflikasi* cat *surface*, *top coat*, dan pernis.