

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Shantika dkk (2017) persyaratan spesifikasi kendaraan akan dibuat konsep desain, kemudian perwujudan desain dan detail desain, akan terlihat kekuatan dan keergonomisan rangka memenuhi kriteria keselamatan. Hasil perancangan didapatkan dimensi rangka 1800x800x1000 mm, beban 35,7 kg bobot, dan rangka material JIS G 3445 STKM 11 diperoleh untuk beban statis sedangkan tegangan maksimum beban impact 91,6 Mpa, defleksi 0,61 mm dan *safety factor*.

Efendi (2020) telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk membuat *prototype* mobil listrik sula. Hasil penelitian menunjukkan (1) proses manufaktur mobil listrik sula dilaksanakan dengan tahapan pengerjaan, seperti membaca desain rancangan, pengukuran bahan, pemotongan bahan, *assembly*, dan uji kerja; (2) Hasil uji pengelasan terdapat indikasi cacat pengelasan seperti *porosity* dan *undercut*. Agar dapat mengurangi cacat las pada bagian cacat las *porosity* dilakukan pengelasan ulang dan lakukan pendempulan untuk merapikan dan melindungi karat pada hasil pengelasan. Hasil rangka mobil listrik sula dilakukan dengan uji jalan trak 1 km dan beban penumpang 50 kg.

Fitriyanto (2019) tujuan pembuatan Rangka Bawah pada Mobil Listrik adalah mengetahui : dimensi terakhir rangka bawah mobil listrik, alat dan mesin yang digunakan, cara pembuatan rangka, hasil kinerja rangka. Rangka atas mobil listrik memiliki dimensi keseluruhan : panjang 2633.76 mm, lebar 1151 mm, tinggi 136,77 mm. Rangka Bawah Mobil Listrik terbuat dari bahan : besi *hollow* dengan spesifikasi 25x40 T1,6 mm jumlah 4 pcs, 2) plat ST 37 dengan spesifikasi 255x100x8 mm jumlah 2 pcs. Pengerjaan Rangka Bawah Mobil listrik ada 3 proses yaitu : (1) proses pemotongan, (2) proses stamping, (3) proses pengelasan.

Hasil uji kinerja rangka bawah mobil listrik yaitu: (1) mampu menahan beban seberat 2000 N yang disimulasikan dengan *software solidworks*, (2) kesejajaran dan kelurusan terhadap gambar kerja, (3) pengelasan keseluruhan pada rangka bawah sudah layak.

Irwansyah (2019) dunia industri tidak asing dengan teknik pengujian tidak merusak atau *non-destruktif test* (NDT). Berdasarkan paparan di atas dapat disimpulkan bahwa pengujian sebuah material adalah sesuatu keharusan, disamping adanya kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode NDT tersebut. Dalam melakukan pengujian NDT perlu diperhatikan diantaranya jenis material, jenis cacat, lokasi cacat dan ukuran cacat dari material tersebut agar dalam pengujian mendapatkan hasil yang optimal.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Rangka

Rangka atau *chassis* berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin, penumpang, serta beban lainnya (Shantika dkk, 2017). Salah satu jenis rangka yang sering digunakan adalah :

#### a. Tubular space frame

*Tubular space frame* merupakan chassis terbaik yang kekuatan luluhnya sangat bagus di perlindungan kekakuan torsional, ketahanan beban berat, dan beban impak.



**Gambar 2.1** Rangka jenis tubular space frame (www.gridoto.com)

### 2.2.2 Material rangka

Bahan yang paling banyak digunakan untuk *chassis* terutama jenis *tubular space frame* adalah jenis baja karena kuat, tangguh, mudah dibentuk dan murah. Salah satu jenis yang umum digunakan baja adalah baja ringan, yang memiliki kadar karbon rendah dan relatif lunak, mudah diproses dan murah (Shantika dkk, 2017).

Kelebihan menggunakan baja adalah material tersebut sangat kuat dan tahan lama, sedangkan kekurangan adalah relatif berat dan tidak tahan karat (Shantika dkk, 2017).



**Gambar 2.2** Baja karbon berongga ([www.indotrading.com](http://www.indotrading.com))

### 2.2.3 Pengukuran material

Pengukuran menurut (Umar, 1991) merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi data secara kuantitatif.

#### a. Alat ukur

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur sebuah benda. Alat ukur terbagi menjadi dua yaitu, alat ukur linier langsung dan alat ukur linier tidak langsung.

Alat ukur yang digunakan dalam proses produksi rangka mobil listrik adalah *roll meter*. *Roll meter* merupakan alat ukur linier langsung yang dapat digulung dengan panjang mulai 5-50 meter. *Rol meter* lebih dikenal dengan sebutan meteran atau pita ukur, *rol meter* pada umumnya terbuat dari plastik dan plat besi tipis. Satuan yang dipakai pada *rol meter* adalah mm atau cm dan inch atau *feet*.

*Roll* meter tersedia dalam ukuran panjang 5 meter, 10 meter, 30 meter sampai 50 meter, pada umumnya *roll* meter dibagi pada interval 5 mm atau 10 mm.



**Gambar 2.3** *Roll* meter (www.alatsmk.com)

#### 2.2.4 Pemotongan material

Alat potong yang digunakan dalam proses pembuatan rangka mobil listrik adalah mesin gerinda potong.

##### a. Pengertian mesin gerinda

Mesin Gerinda adalah sebuah mesin perkakas yang sering digunakan untuk keperluan mengasah, memotong, ataupun menggerus benda kerja (Liptiay, 2017).

##### b. Fungsi mesin gerinda

Beberapa fungsi dari mesin gerinda diantaranya adalah :

- a) Memotong material yang tidak terlalu tebal
- b) Meratakan serta menghaluskan permukaan
- c) Untuk mengasah alat potong
- d) Menghilangkan bagian yang tajam pada benda kerja.
- e) Sebagai proses jadi akhir (*finishing*)

#### 2.2.5 Proses gurdi

Proses gurdi merupakan proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Umumnya pada bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*), sedangkan proses bor (*boring*) sendiri adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan

batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dapat dilakukan pada Mesin Gurdi, namun juga bisa dengan Mesin Bubut, Mesin *Frais*, atau Mesin Bor (Widarto dkk, 2008)

Proses gurdi digunakan untuk membuat lubang silindris. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Sehingga jika benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) pada dinding lubang, maka pengerjaan lanjutan diperlukan dengan bantuan pembenam atau penggerek. (Widarto dkk, 2008).

Pada proses gurdi, beram (*chips*) keluar melalui alur *helix* pada pahat gurdi menuju ke luar lubang. Ujung pahat yang menempel pada benda kerja yang terpotong membuat proses pendinginan menjadi relatif sulit. Sehingga proses pendinginan biasanya dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, atau cairan pendingin dimasukkan melalui lubang di tengah mata bor (Widarto dkk, 2008).

#### a) Mesin gurdi *portable*

Mesin gurdi *portable* (Gambar 2.4) adalah Mesin gurdi kecil yang sering digunakan untuk operasi penggurdian yang tidak bisa dilakukan dengan mudah pada Mesin Gurdi biasa, contoh paling sederhana adalah penggurdi yang dioperasikan dengan tangan. Penggurdi ini mudah diangkat dan dibawa, dilengkapi dengan motor listrik kecil, dan mampu beroperasi pada kecepatan yang cukup tinggi. Penggurdi ini mampu menggurdi sampai diameter 12 mm (Widarto dkk, 2008).



**Gambar 2.4** Mesin gurdi *portable* (Widarto dkk, 2008)

## 2.2.6 Penyambungan material

### a. Definisi pengelasan

Proses pengelasan pada prinsipnya adalah menyambung/menyatukan dua atau lebih komponen, lebih tepat ditunjukkan untuk keperluan perakitan (*assembly*) beberapa komponen menjadi suatu bentuk mesin. Komponen yang dirakit mungkin saja hasil dari proses pengecoran, pembentukan atau pemesinan, baik itu dari material yang sama maupun yang berbeda (Sonawan & Suratman, 2006).

Pengelasan (*welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi baik dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan kemudian menghasilkan sambungan yang kontinu.

b. Jenis pengelasan GMAW (*gas metal arc welding*)

Proses pengelasan ini juga bisa disebut dengan MIG (*metal inert gas*). Proses lainnya yang serupa dengan MIG adalah MAG (*metal active gas*). Perbedaan antara kedua proses tersebut terletak pada gas pelindung yang digunakan, pada MIG gas pelindung yang digunakan berupa gas *inert* seperti argon (Ar) dan helium (He) sedangkan pada MAG menggunakan gas-gas seperti Ar + CO<sub>2</sub>, Ar + O<sub>2</sub>, atau CO<sub>2</sub>. Prinsip penyambungan pengelasan GMAW tidak jauh berbeda dengan proses SMAW yaitu penyambungan diperoleh dari proses pencairan sambungan logam dengan elektroda yang nantinya akan membentuk logam las (Sonawan & Suratman, 2006).

### 2.2.7 Pengujian *liquid penetrant*

Pada pengujian material terdapat dua teknik pengujian yang dikenal yaitu pengujian tidak merusak (*Non-Destructive Test*) dan pengujian merusak (*Destructive Test*). Perbedaan dari *destructive test* (DT) dengan *non-destructive test* (NDT) adapat dilihat sesuai dengan namanya yaitu *destructive* berarti merusak, tentunya perbedaan antara DT dengan NDT mempunyai perbedaan yang sangat signifikan yaitu tentang merusak dan tidak merusaknya suatu material dalam proses pengujian. Perbedaan yang jelas antara NDT dengan DT dari segi pengertian umumnya, jika NDT adalah suatu pengujian tanpa

merusak material yang dilakukan saat inspeksi terhadap benda untuk mengetahui kerusakan yang ada pada benda itu dengan tujuan untuk *maintenance* benda, lain halnya dengan *Destructive Test*. *Destructive Test* memungkinkan pada material akan rusak dikarenakan harusnya menguji performa dari material itu (Irwansyah, 2019).

Penempatan pengujian *destructive test* berbeda dengan NDT (*Non Destructive Test*) yang bertujuan untuk *maintenance*, DT dilakukan pada saat material atau benda itu sudah ada lalu dilakukan pengujian. Karena DT merupakan pengujian terhadap performa maka pengujian harus sampai tahap maksimum, agar material itu tahan terhadap gangguan baik dari luar maupun dalam (Irwansyah, 2019).

a) Pengujian tidak merusak

1. *Liquid penetrant test*

Metode *Liquid Penetrant Test* merupakan salah satu metode NDT yang digunakan untuk menemukan cacat di permukaan terbuka dari komponen *solid*. *Liquid penetrant test* dilakukan dengan cara memberikan cairan berwarna terang pada permukaan material yang diuji. Cairan ini harus memiliki daya *penetrasi* yang baik dan *viskositas* yang rendah supaya dapat masuk dan mengisi pada bagian cacat di permukaan material. Selanjutnya, *penetrant* yang tersisa di permukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna *penetrant* dengan latar belakang cukup kontras. Setelah inspeksi *penetrant* yang tertinggal dibersihkan secara menyeluruh (Irwansyah, 2019).

b) Jenis *liquid penetrant*

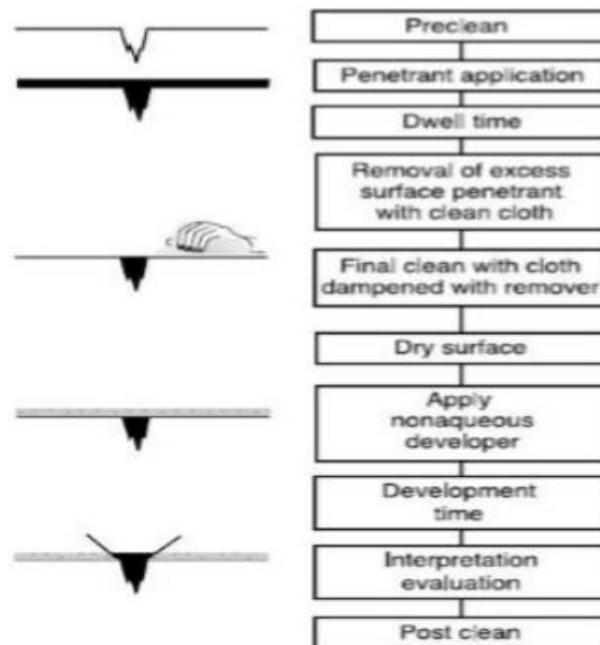
1. Jenis *solvent removable*

*Penetrant tipe solvent removable* menggunakan *penetrant* jenis *postemulsification*. *Solvent* dipergunakan untuk menghilangkan *penetrant* sisa yang ada di permukaan benda. *Solvent removable penetrant* memiliki keuntungan dari segi portabilitas dan dapat digunakan di luar tanpa menggunakan peralatan yang berat dan rumit. Cara ini sangat cocok untuk pemeriksaan, pemeliharaan bagian dari suatu struktur yang besar. *Penetrant*

sering diaplikasikan dari kaleng semprot bertekanan yang membuat sistem ini sangat portabel. Setelah waktu diam terpenuhi (*dwell time*), *penetrant* sisa pada mulanya diseka dengan lap penyerap dan kemudian dibersihkan dengan lap yang dibasahi dengan *solvent*. Menyemprotkan *solvent* secara langsung ke permukaan benda karena akan menghilangkan *penetrant* dari dalam diskontinuitas (Rusmana, 2018).

c) Proses pengujian *liquid penetrant* tipe *solvent removable*

Setiap jenis *penetrant* mempunyai cara/metode pengaplikasian tersendiri, sehingga sebelum memulai pengujian diperlukan pengetahuan tentang cara pengujian *penetrant* tipe *solvent removable*. Berikut merupakan diagram pengujian *liquid penetrant test* tipe *solvent removable* :



**Gambar 2.5** Teknik pengujian *penetrant* tipe *solvent removable* (Rusmana, 2018)

### 2.2.8 Finishing

a. Pengertian

Finishing adalah suatu proses dalam pengolahan sebuah material, yang dilakukan untuk memperbaiki atau menyempurnakan permukaan benda kerja

yang telah melalui tahap dari proses pengerjaan material terlebih dahulu (Abdala & Brilianta, 2016).

b. Jenis *Finishing*

Proses *finishing* ini memiliki beberapa tahapan pengerjaan, yaitu tahap penghalusan hasil pengelasan, pendempulan rangka, pengamplasan dan pengecatan rangka.

Penghalusan hasil pengelasan bertujuan untuk membersihkan permukaan lasan dari kerak yang dihasilkan saat proses pengelasan. Proses ini dilakukan menggunakan palu kerak, gerinda penghalus dan sikat baja (Abdala & Brilianta, 2016).

Proses pendempulan rangka ini bertujuan untuk menutup lubang-lubang pada hasil pengelasan untuk mencegah masuknya air sehingga membuat rangka berkarat, selain itu proses pendempulan ini juga untuk meratakan hasil pengelasan supaya lebih rapi (Abdala & Brilianta, 2016).

Selanjutnya setelah proses pendempulan selesai adalah proses pengamplasan bagian Dempulan dan juga bagian rangkang lainnya untuk menghilangkan karat sebelum proses pengecatan dilakukan, supaya cat bisa menempel dengan baik dan tahan lama (Abdala & Brilianta, 2016).

Terakhir adalah proses pengecatan rangka, ini bertujuan untuk melindungi rangka dari karat supaya rangka dapat bertahan lama. Proses pengecatan ini menggunakan cat berwarna hitam dan metode pengecatanya menggunakan kuas (Abdala & Brilianta, 2016).

Perhitungan lama waktu produksi diperlukan untuk mengetahui estimasi lamanya proses produksi secara keseluruhan. Total waktu dihitung dari awal persiapan alat dan bahan hingga proses *finishing*. Berikut adalah tabel waktu produksi berdasarkan jenis pekerjaan yang dilakukan.

**Tabel 3.4 Waktu Produksi**

No.	Jenis Pekerjaan	Waktu Produktif (menit)	Waktu Non-produktif (menit)
1.	Proses pemotongan		
2.	Proses gurdi		
3.	Proses penyambungan		
4.	Proses uji <i>penetrant</i>		
5.	Proses amplas		
6.	Proses dempul		
7.	Proses pengecatan		

### 3.5 Melakukan Pengujian *Liquid Penetrant*

Pengujian dilakukan pada sambungan pengelasan dari rangka yang telah dibuat untuk melakukan inspeksi terhadap hasil pengelasan. Hasil pengelasan akan di uji dan dibandingkan sesuai standar yang digunakan, Berikut adalah contoh tabel pengujian *liquid penetrant*.

**Tabel 3.5 Pengujian *liquid penetrant***

No	Visual	Persyaratan	Keterangan
1.	Hasil pengelasan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indikasi linier yang relevan (&gt;1,5mm)</li> <li>• Indikasi <i>rounded</i> (&gt; 5mm)</li> <li>• jarak antara empat atau lebih indikasi lubang pada satu garis (&lt;1,5mm)</li> </ul>	