

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat disertai dengan berkembangnya proses produksi membuat kebutuhan dalam bidang transportasi juga semakin meningkat, salah satunya adalah transportasi sepeda. Sepeda yang pada awalnya mempunyai bentuk yang sederhana dan penggunaannya terbatas, saat ini sudah mengalami peningkatan dari segi desain, material, dan aksesoris yang sesuai guna memenuhi kebutuhan yang meningkat.

Rangka sepeda (*bicycle frame*) merupakan komponen utama dari sebuah sepeda. Rangka berfungsi sebagai tempat dudukan semua komponen pada sepeda dan penopang untuk pengendara sepeda, sehingga pada saat perancangan harus memperhatikan berbagai faktor, seperti struktur geometri rangka, keamanan rangka, kekuatan rangka, dan pemilihan material rangka. Dengan memperhatikan pertimbangan tersebut akan mendapatkan kenyamanan dalam berkendara dan produk yang berkualitas tinggi. (Lin, Huang, & Liu., 2017).

Material rangka sepeda pada umumnya terbuat dari besi atau logam campuran aluminium, karbon, dan titanium. Sehingga berat rangka sepeda menjadi lebih ringan. Aluminium merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam proses *manufacturing*. Aluminium dalam bentuk paduan yang sering dikenal dengan istilah aluminium *alloy*. Jenis paduan aluminium saat ini sangat banyak dan tidak menutup kemungkinan ditemukannya lagi jenis paduan aluminium baru, oleh karena itu dibuatlah sistem penamaan sesuai dengan komposisi dan karakteristik paduan aluminium tersebut untuk memudahkan pengklasifikasiannya.

Aluminium seri paduan aluminium 6xxx sejauh ini telah menunjukkan sifat mekanis yang luar biasa, kemampuan bentuk, ketahanan korosi yang lebih tinggi, kemampuan las yang lebih baik, rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, dan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan paduan lainnya, seperti paduan aluminium 2xxx dan 7xxx. Seri aluminium ini merupakan produk aluminium yang telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang teknologi. Diantara berbagai

macam elemen paduan yang tersedia untuk pengembangan paduan aluminium 6000 yang dapat diolah dengan perlakuan panas, penelitian terbaru telah mengusulkan silikon dan magnesium sebagai elemen paduan utama aluminium. (Razzaq et al., 2017).

Pada penelitian ini dilakukan perancangan struktur *road bike frame* menggunakan *software Solidworks 2017* dengan faktor geometri standar untuk masyarakat di Indonesia. Selain merancang, penggunaan pada *software Solidworks 2017* untuk menganalisis tegangan (*von misses stress*), deformasi (*displacement*), dan regangan (*strain*) yang terjadi rangka sepeda. Hal ini dilakukan agar kualitas produk yang dihasilkan lebih baik dan biaya produksi rangka sepeda dapat ditekan seminimal mungkin dengan mengurangi kerugian akibat *trial and error*.

Material yang digunakan adalah paduan aluminium 6063 (Al-Mg-Si) karena paduan aluminium ini memiliki sifat mekanis lebih ringan dari pada titanium, lebih tahan terhadap korosi, lebih ulet dan memiliki daya tahan yang bagus dan bisa ditingkatkan kekuatannya melalui proses perlakuan panas (*Heat Treatment*). Selain dari keunggulan sifat mekanisnya tersebut aluminium ini juga memiliki kekurangan atau permasalahan yaitu tidak tahan terhadap benturan dan bisa mengurangi umur atau masa pakai benda atau alat yang dibentuk menggunakan material aluminium 6063. *Heat Treatment* ini dilakukan dengan tujuan mengubah sifat fisik dan sifat mekanis serta struktur mikro dari suatu material sesuai dengan yang diinginkan. Proses *Heat Treatment* yang dilakukan pada aluminium meliputi *Precipitation Hardening* (*Solution Treatment*, *Quenching* dan *Artificial Aging*).

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah faktor geometri dan daya tahan merupakan masalah yang sering terjadi pada rangka sepeda. Sehingga dilakukan perancangan struktur *road bike frame* sesuai dengan faktor standar geometri serta mensimulasi struktur rangka untuk mengetahui nilai tegangan, deformasi, dan regangan yang terjadi rangka sepeda. Dilakukan peningkatkan sifat mekanis material aluminium 6063 (Al-Mg-Si) dengan menggunakan metode *Precipitation Hardening* (*Solution Treatment*, *Quenching* dan *Artificial Aging*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang struktur *road bike frame* menggunakan *software Solidworks 2017*. Penggunaan pada *software* dilakukan simulasi untuk mengetahui kekuatan nilai tegangan, deformasi, dan regangan yang terjadi rangka sepeda. Dilakukan juga peningkatan sifat mekanis material aluminium 6063 dengan menggunakan metode *Precipitation Hardening* terhadap perubahan struktur mikro dan kekuatan material aluminium 6063 dengan pengujian yang dilakukan menggunakan uji SEM, uji Metalografi, dan uji Tarik.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini memiliki batasan masalah yang hanya membahas mengenai beberapa faktor. Berikut batasan masalah pada penelitian ini :

1. Perancangan rangka sepeda menggunakan *software Solidworks 2017*.
2. Simulasi pengujian yang dilakukan hanya pembebanan statis untuk mengetahui nilai tegangan, deformasi, dan regangan pada rangka sepeda. Tidak dilakukan perhitungan secara manual.
3. Material yang digunakan aluminium 6063 (Al-Mg-Si).
4. Proses pengerjaan dilakukan dengan metode *Solution Treatment* dengan temperatur 520°C selama 60 menit, kemudian didinginkan menggunakan air.
5. *Artificial Aging* dengan variasi temperatur 155°C dan 175°C selama 8 jam, kemudian didinginkan menggunakan udara selama 24 jam.

1.5 State Of The Art

Dalam merancang struktur rangka sepeda harus memperhatikan beberapa faktor diantaranya faktor geometri, kekuatan, keamanan, daya tahan, dan kenyamanan. Selain itu pemilihan bahan juga harus diperhatikan, penggunaan bahan aluminium 6063 (Al-Mg-Si) untuk pengaplikasian rangka sepeda harus dilakukan metode *Precipitation Hardening*. Metode ini dilakukan dengan *Solution Treatment*, *Quenching* dan *Artificial Aging* untuk mendapatkan hasil sifat mekanis dan struktur mikro sesuai dengan standar. Berikut ini adalah perancangan struktur dan optimalisasi bahan untuk rangka sepeda :

- a) (Imran et al., 2018) telah melakukan perancangan, analisa dan simulasi rangka sepeda listrik untuk masyarakat perkotaan. Pada perancangan dan menganalisa kekuatan rangka sepeda listrik dilakukan simulasi untuk membandingkan perhitungan dengan *software* dengan perhitungan manual. Pemilihan material dalam perancangan ini adalah aluminium *alloy* (Al 6061) dan geometri sepeda ditentukan berdasarkan tabel hubungan jarak antara *three-pivot* sepeda. Rangka sepeda dirancang menggunakan *software Inventor Professional 2014*. Bagian-bagian rangka disambung dengan metode las kemudian rangka disimulasi menggunakan *software Ansys 16.0*, dimana beban pengendara yang diberikan adalah 80 kg. Nilai tegangan maksimum dari perhitungan manual dibandingkan berdasarkan hasil simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang dihasilkan melalui perhitungan manual sebesar 27,398 MPa dan hasil simulasi ansys sebesar 26,658 MPa, dimana keduanya masih dibawah nilai kekuatan yang diizinkan sebesar 46 MPa. Hal ini menggambarkan bahwa perancangan sepeda listrik untuk pengguna dengan beban 80 kg masih dikatakan aman.
- b) (Lin, Huang, & Liu, 2017) telah melakukan penelitian analisa struktur dan optimalisasi desain *frame* sepeda. Pada penelitian dilakukan pengujian tegangan dan perpindahan maksimum untuk rangka sepeda. Jarak pusat tabung atas-bawah yang berbeda untuk desain yang dioptimalkan dari entitas tipe *loop*. Hasil dari analisis CAE *software digital solid modeling* menunjukkan bahwa semua gaya gerak, energi regangan, dan tegangan rangka sepeda terbuat dari magnesium *alloy* tanpa menambahkan Al₂O₃ karena fase perkuatan lebih tinggi dari pada yang dibuat pada *frame* sepeda menggunakan aluminium paduan. Untuk *frame* sepeda MTB (*Mountain Bike*) yang disimulasikan dengan ECAEed AZ61/Al₂O₃ MMCs hasil perhitungan menunjukkan bahwa tidak hanya kekakuan yang mirip dengan Al6061 juga dibandingkan dengan paduan aluminium Al6061, bobotnya dapat dikurangi dari 4.0123 menjadi 2.5764 kg (persentase pengurangan bobot 36%).

- c) (Razzaq et al., 2017) telah melakukan penelitian pengaruh penambahan *fly ash* (abu terbang) untuk meningkatkan sifat fisik dan sifat mekanis pada aluminium AA6063. Pada penelitian menggunakan aluminium AA6063-FA dibuat dengan proses *compcasting* dengan berbeda kandungan *fly ash*. Pengukuran porositas semu, pengujian dampak *Charpy*, pengukuran kekerasan mikro Vickers, Mikroskop Elektron Pemindaian Emisi Lapangan (FESEM), Mikroskop Elektron Pemindaian Tekanan Variabel dan pemetaan elemen Energi Dispersif X-ray spektroskop (EDS) dilakukan pada pengujian ini. Hasil dari pengujian yang dilakukan, pembentukan porositas pada AA6063-FA peningkatan kandungan *fly ash* dapat meningkatkan persentase porositas sampel komposit. Nilai kekuatan dampak *Charpy* adalah lebih tinggi pada sampel paduan AA6063 murni dibandingkan dengan persentase komposit *fly ash* lainnya. Hasil kekerasan mikro Vickers dari komposit AA6063-FA adalah 80 HV, lebih tinggi dari paduan aluminium 6063 murni. Fraktografi sampel komposit yang berbeda pada permukaan AA6063-FA terjadi benturan retak sehubungan dengan tingkat penguatan permukaan rekahan paduan AA6063 tanpa aditif *fly ash* ditandai dengan adanya koloni dalam lesung pipi dengan berbagai bentuk dan ukuran, yang merupakan indikasi kegagalan dalam paduan logam adalah hasil dari fraktur ulet.
- d) (Zhao, Wang, & Chunlin, 2018) telah melakukan penelitian karakteristik mikro struktur dan sifat mekanik *water cooling boobin-tool friction stir welding* pada aluminium 6063-T6. Pada penelitian dilakukan metode baru WBT-FSW (*Water Cooling Boobin Tool-Friction Welding*) dikembangkan dan lembaran paduan aluminium 6063-T6 berhasil digabungkan dengan WBT-FSW. Hasilnya, untuk permukaan las WBT-FSW yang lebih halus dan sambungan dengan wilayah pelunakan yang lebih sempit dapat diperoleh. Untuk BT-FSW dan WBT-FSW, rekristalisasi dinamis terjadi di SZ karena suhu tinggi dan deformasi plastis yang parah. Butiran halus dan butiran *equiaxed* terbentuk di beberapa titik. Kekuatan Tarik WBT-FSW 178 MPa yang lebih tinggi 11,4% dari pada BT-FSW.

- e) (Jamaludin et al., 2019) telah melakukan perencanaan beban statis rangka sepeda listrik menggunakan *software solidworks 2016* dengan menggunakan material aluminium 6061. Pada perencanaan dilakukan dengan pembebanan, diasumsikan memiliki beban 50kg, 70kg, dan 90kg. Dengan tujuan penelitian untuk mengetahui distribusi tegangan *von mises*, *displacement*, FOS (*factor of safety*) yang terjadi pada rangka dengan nilai FOS lebih dari satu. Selisih perbedaan antara hasil perhitungan teori dan simulasi tidak terlalu signifikan. Hasil dari ketiga pengujian antara 50kg, 70kg, dan 90kg, nilai *displacement* tertinggi di pengujian 50 kg, dengan nilai presentasi 9,02 %, sedangkan nilai *von mises stress* dan FOS tertinggi pada pengujian 90 kg, dengan nilai presentasi 20,20 % dan FOS 25,32%. Pembebanan statis rangka sepeda listrik dengan material aluminium 6061 dengan pengujian pembebanan 90kg rangka aman digunakan.
- f) (Nofri, 2020) telah melakukan penelitian perubahan sifat mekanik pada aluminium 6063 setelah dilakukan proses perlakuan panas. Pada penelitian dilakukan dengan *holding time* yang bervariasi pada temperatur 530°C. Pengujian yang dilakukan adalah uji Metalografi dan uji kekerasan Vickers, hasil uji komposisi kimia dari material aluminium 6063 mempunyai hasil kandungan Aluminium (Al) 98,7%, Besi (Fe) 0,230%, Silikon (Si) 0.530%, Magnesium (Mg) 0.532%. *Holding time* yang bervariasi mulai dari 30, 40, 50 dan 60 menit dengan media pendinginan udara terdapat struktur dendrite aluminium dan penyebaran butir silikon serta terbentuknya pembesaran butiran. Uji kekerasan dengan temperatur tetap sebesar 530°C dan variasi waktu 30 menit, 40 menit, 50 menit, 60 menit tidak menimbulkan hasil yang signifikan, sehingga dengan pemanasan ini tidak terjadi kenaikan nilai kekerasan. Hasil pengujian kekerasan material aluminium 6063 yang tanpa dilakukan proses perlakuan panas maupun yang dilakukan proses perlakuan panas menghasilkan nilai kekerasan hampir sama, rata-rata sebesar 44,66 HV kecuali untuk waktu tahan selama 40 menit nilai kekerasannya turun sebesar 39,16 HV.

Perbedaan yang dapat dilihat dari penelitian sebelumnya adalah pada penelitian kali ini dilakukan perancangan struktur *road bike frame* menggunakan *software Solidworks 2017*. Penggunaan *software* dilakukan simulasi untuk mengetahui nilai tegangan, deformasi, dan regangan yang terjadi rangka sepeda. Dilakukan pula peningkatan sifat mekanis pada material aluminium 6063 (Al-Mg-Si) dengan menggunakan metode *Precipitation Hardening* terhadap perubahan struktur mikro dan kekuatan aluminium 6063.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk dapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini, diperlukan sebuah sistematika penulisan yang tepat. Berikut ini adalah sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, *State Of The Art*, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang pengertian *road bike*, standar geometri rangka sepeda, aluminium, Al-Mg-Si, perlakuan panas, pengujian SEM, pengujian Metalografi, pengujian Tarik, dan simulasi pada *software Solidworks 2017*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang alur proses pengujian yang dilakukan pada aluminium 6063 serta perancangan dan simulasi pada rangka sepeda.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil pengujian yang dilakukan pada aluminium 6063 serta hasil perancangan dan simulasi rangka sepeda pada *software Solidworks 2017*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR REFERENSI

LAMPIRAN