



RANCANG BANGUN STERING HANDLE UNTUK KEGIATAN BALAP INTERNASIONAL SEPEDA MOTOR KELAS 250CC PRODUKSI MASAL

¹Ari Yuda Permana ², Dicky Antonius, ³, Hizkia Krisna

¹Universitas Kristen Indonesia

Diterima: 23 Maret 2024 Disetujui: 16 Mei 2024 Diterbitkan: 25 Juni 2024

*Penulis yang sesuai: Ariyuda99@icloud.com

Abstrak

Steering handle atau biasa disebut handle bar merupakan komponen yang sangat penting untuk pengendalian sebuah kendaraan roda dua, dalam kegiatan harian steering handle ini sangat berpengaruh terhadap ergonomi kendaraan tersebut. Sama halnya dengan sepeda motor harian, sepeda motor balap juga sangat membutuhkan design ergonomi yang tepat dan nyaman agar posisi pebalap nyaman dan dapat mengendalikan unit balapnya dengan baik. Namun untuk design steering handle racing memiliki dimensional yang berbeda dengan design kendaraan harian. Hal ini dikarenakan posisi pebalap yang akan lebih menunduk dan meletakkan titik berat tubuhnya pada posisi terbawah untuk mendapatkan center of gravity yang lebih baik. Karena hal ini maka dilakukan pembuatan design yang akan sesuai dengan posisi mengemudi pebalap dengan memperhatikan faktor ergonomi dan juga kekuatan dari material penyusun steering handle

Kata kunci: Kendaraan Roda Dua, Steering handle, Motor Balap, Racing

1. Pendahuluan

Kendaraan roda dua merupakan kendaraan yang sangat sering digunakan dalam kegiatan sehari-hari, seiring berkembangnya teknologi, perkembangan tipe dan jenis sepeda motor juga semakin bervariasi. Tipe motor yang umum beredar di masyarakat antara lain tipe matic, tipe cub, tipe touring, dan juga tipe sports. Untuk penggunaan motor sports banyak dipakai oleh kaum anak muda. Di bidang olahraga penggunaan sepeda motor tipe sports ini juga banyak sekali dimanfaatkan, salah satunya adalah bidang balap atau kompetisi adu cepat. Kompetisi ini juga ada berbagai macam variasi dari mulai dari kategori lintasannya maupun kapasitas mesinnya. Untuk penelitian ini penulis akan menggunakan kategori balap road race dan dengan kapasitas mesin 250cc dua silinder untuk kejuaraan road racing internasional. Dalam pengembangan sebuah sepeda motor balap, dibutuhkan banyak sekali aspek pendukung. Antara lain dari bagian mesin, rangka, elektronik, dan tentu saja kemampuan pebalapnya. Untuk pengembangan yang akan dilakukan penulis adalah di aspek rangka, pengembangan ini akan mempengaruhi peningkatan performa dari handling sepeda motor dan juga dari kenyamanan pengendara sepeda motor balap. Parts yang akan dikembangkan berupa steering handle, atau biasa disebut dengan handle bar. Bagian ini adalah bagian pegangan dari steering sepeda motor yang akan dioperasikan oleh pengemudi untuk melakukan perubahan arah pada laju sepeda motor. David Oboe Kristiawan pernah melakukan penelitian mengenai redesign handle bar dengan dua sistem pengaturan dengan material aluminium, namun dalam kegiatan balap sepeda motor, sistem seperti ini akan kurang efektif dan lebih berguna jika digunakan dalam kegiatan berkendara sehari-hari. Melanjutkan pengembangan yang telah dilakukan oleh David Oboe dan kawan-kawan maka dalam penelitian ini akan lebih spesifik untuk penggunaan di lintasan balap. Ketersediaan parts balap untuk steering handle sebenarnya sudah

banyak beredar di pasaran indonesia, namun untuk kualitasnya belum bisa dikatakan ideal untuk kejuaran internasional, dan untuk parts standar balap yang akan dijadikan acuan adalah parts khusus dari divisi balap honda dikelas internasional. Untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan, maka peneliti membatasi permasalahan sebagai berikut:

- a. Design parts yang disesuaikan dengan kebutuhan pebalap
- b. Material yang layak digunakan
- c. Fungsi dan penerapan pada kegiatan balap

2. PROSEDUR PEMBUATAN SAMPLE

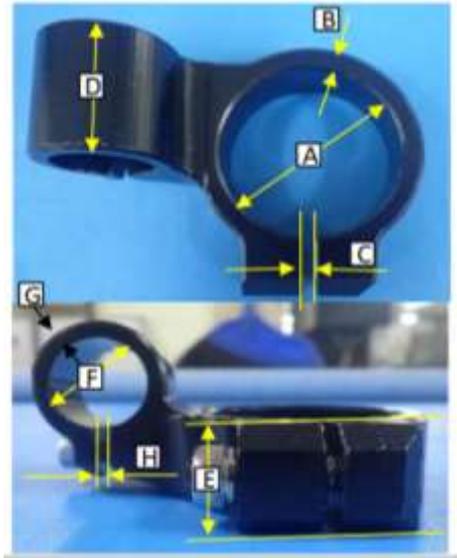
Berikut Tahapan Pembuatan Sampel Pada Penelitian Ini Untuk Menentukan Raw Material Dari Racing Steering Handle

- Melakukan bimbingan dengan dosen dan mengumpulkan jurnal sebagai pedoman penelitian.
- Mempersiapkan alat-alat dan bahan.
- Memotong sample sebanyak 5 buah dengan ukuran diameter 30mm dan tebal 20mm
- Melakukan proses ageing pada masing masing sample dengan waktu tahan 30, 60, 90 dan 120 menit dengan suhu 175°C
- Melakukan pengujian sampel untuk dilakukan uji kekerasan
- Melakukan konversi dari hasil uji kekerasan
- Melakukan analisa data dari hasil pengujian
- Membuat kesimpulan

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1. OBSERVASI DIMENSI

Observasi dimensi dilakukan untuk mengetahui bentuk dasar dari masing masing sample benda kerja. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong dan juga mikrometer. Masing masing benda kerja diukur pada bagian bagian tertentu seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengukuran dimensi pada benda sample

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dimensi benda sample

Area	Dimension (mm)	
	Maker Lokal	Maker Japan
A	Ø44,9	Ø44,9
B	6	4
C	3	2
D	30	30
E	22,1	22
F	Ø22,3	Ø22,2
G	4,3	3,3
H	3,2	2

Hasil pengukuran dengan jangka sorong dan mikrometer yang dapat di lihat pada tabel 4.1, dimensi B, C, G dan H pada steering handel holder Maker Lokal lebih besar dibanding Maker Jepang.

3.1.1. Observasi Komposisi Kimia

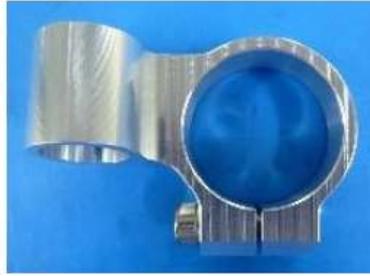
Observasi komposisi perlu dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia, pengambilan sample dilakukan pada masing masing benda, dari sample local pada gambar 4.1 dan sample jepang pada gambar 4.4. Setelah dilakukan pengujian, penampakan benda sample uji dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.5



Gambar 4. 2 Benda sample lokal



Gambar 4. 3 hasil uji sample lokal



Gambar 4. 4 Benda sample jepang



Gambar 4. 5 hasil uji sample jepang

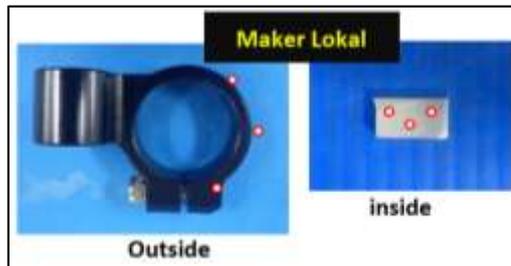
Tabel 4. 2 Hasil pengujian oposisi kimia

Chemical Composition (%)								
Item	Si	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Ti
Maker Lokal	0,113	2,265	0,042	0,321	0,041	0,097	0,004	0,015
Alloy No. 5052 (315-H 4080)	0,25 max	2,2 to 2,8	0,10 max	0,40 max	0,10 max	0,10 max	0,05 max	-
Maker Japan	0,073	2,248	1,685	0,186	5,505	0,044	0,001	0,021
Alloy No. 7075 (315-H 4080)	0,40 max	2,1 to 2,9	1,2 to 2,0	0,50 max	5,1 to 6,1	0,30 max	0,05 max	0,20 max
Item	Cr	Sr	Pb	Sn	Al			
Maker Lokal	0,192	0,000	0,001	0,001	96,905			
Alloy No. 5052 (315-H 4080)	0,15 to 0,35	0,05 max	0,05 max	0,05 max	Bal			
Maker Japan	0,200	0,000	0,000	0,001	90,006			
Alloy No. 7075 (315-H 4080)	0,18 to 2,0	0,05 max	0,05 max	0,05 max	Bal			

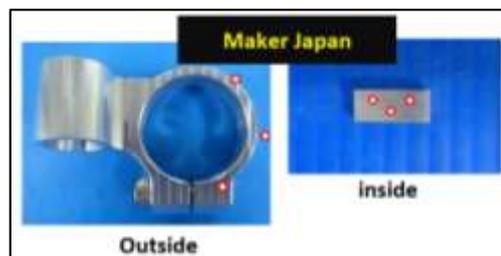
Dari hasil pengujian komposisi kimia yang terdapat pada tabel 4.2, Steering Handel Holder maker Lokal masuk dalam komposisi material aluminum alloy 5052, sedangkan untuk maker Japan masuk dalam komposisi aluminum alloy 7075.

3.1.2. Observasi Kekerasan Material

Uji kekerasan juga dilakuakn pada masing masing sample. Sample yang sudah disiapkan dilakukan pengujian di beberapa titik seperti terlihat pada gambar



Gambar 4. 6 Titik uji pada sample local



Gambar 4. 7 Titik uji pada sample jepang

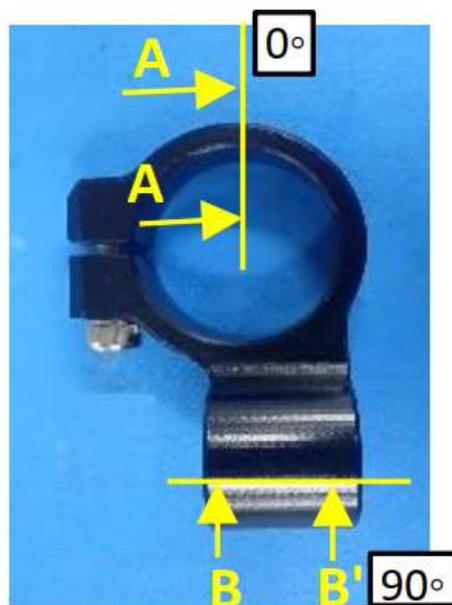
Tabel 4. 3 Hasil uji kekerasan sample local dan jepang

Maker Lokal	Hardness Rockwell (HRA)			
	1	2	3	Average
Inside	2,9	2,8	3,9	3,2
Surface	8,4	8,4	8,0	8,3
Maker Japan	Hardness Rockwell (HRA)			
	1	2	3	Average
Inside	55,0	55,2	55,3	55,2
Surface	52,4	52,4	52,7	52,5

Dari hasil pengujian pada tabel 4.3, nilai hardness untuk steering handle holder Maker Japan lebih besar dibanding Maker Lokal.

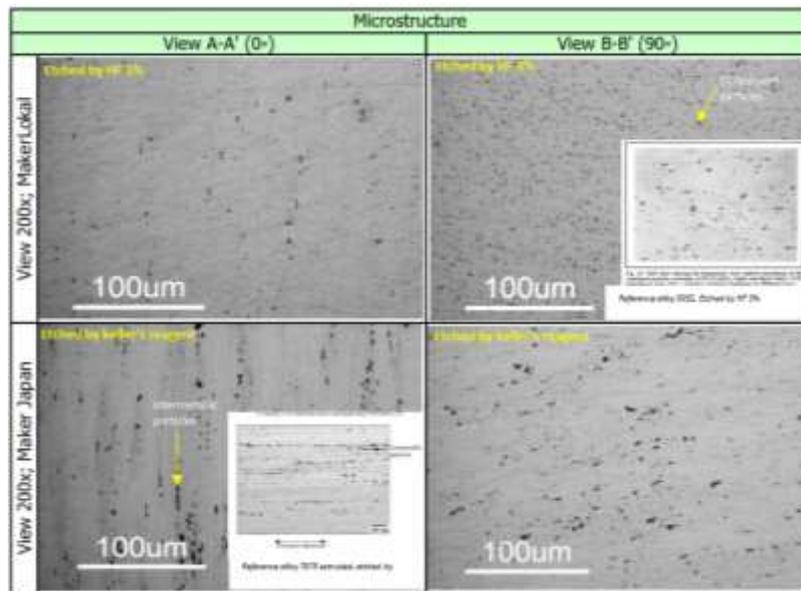
3.1.3. Observasi Mikrostruktur

Pengamatan benda sample dari mikrostrukturnya diperlukan untuk mengetahui struktur dari material penyusun benda sample, yang dapat digunakan untuk mengetahui susunan partikel penyusun dari masing masing benda kerja. Benda kerja diamati mikrostrukturnya pada bagian A-A' dan juga B-B' seperti pada gambar



Gambar 4. 8 Observation section pengamatan mikrostruktur sample local dan jepang

Tabel 4. 4 Hasil pengamatan mikrostruktur dari sample local dan jepang

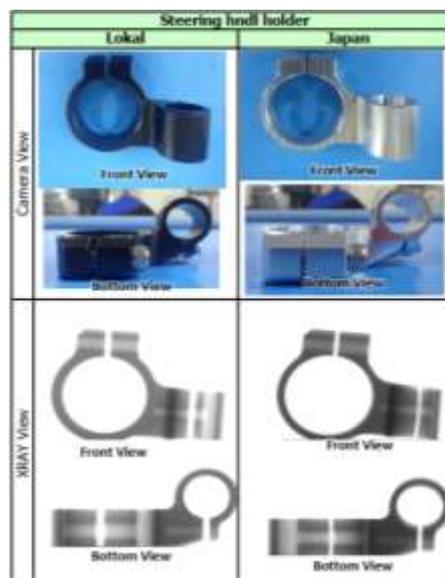


Dari hasil mikrostruktur pada tabel 4.4 terlihat struktur steering handel holder maker Lokal menyerupai referensi struktur Alloy 5052, sedangkan untuk maker Jepang menyerupai struktur Alloy 7075 extruded

3.1.4. Observasi X ray

Pengamatan xray pada benda sample digunakan untuk melihat kondisi didalam benda, agar dapat mengetahui kondisi apabila terdapat cacat produksi atau perbedaan struktur di bagian dalam benda.

Tabel 4. 5 Hasil pengamatan X Ray pada masing masing benda sample

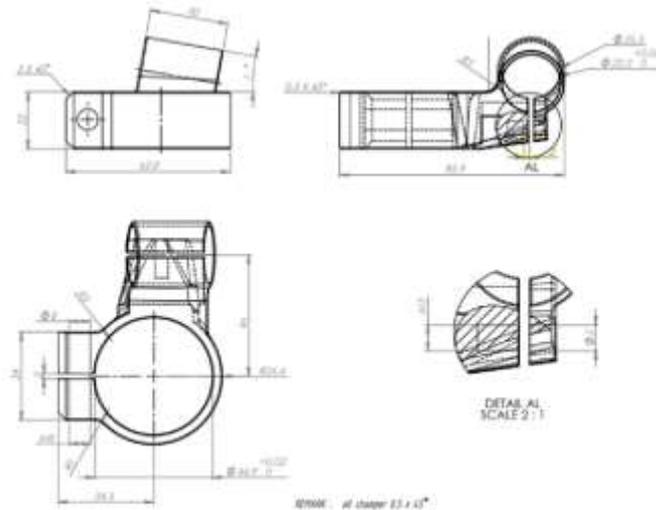


Dari hasil observasi X-RAY pada table 4.5 kedua sample part tidak ditemukan adanya cacat produksi dan juga tidak ada perbedaan yang signifikan

3.2. DIGITAL DESIGN STEERING HANDLE DENGAN SOLIDWORKS

3.2.1. Redrawing Steering Handle

Drawing dibuat menggunakan solidworks 2017 dengan sketsa 2D dan pemodelan 3D serta pengukuran menggunakan jangka sorong, micrometer screw dibantu dengan CMM untuk pengukuran yang tidak dapat diakomodir oleh alat alat manual. Dari hasil pengukuran dapat dibuat menjadi gambar dua dimensi dari steering handle seperti gambar 4.9



Gambar 4. 9 Gambar dua dimensi steering handle

Dari gambar 2D yang sudah dibuat maka dapat dilanjutkan ke lamngkah 3D modeling. Untuk pembuatan 3D modeling pada software Solidworks tergolong cukup mudah dan User interfacenya sangat memudahkan pengguna yang biasa menggunakan perangkat keras mouse sebagai alat utamanya. Untuk hasil dari 3D modeling sketsa pada gambar 4.9 dapat dilihat pada gambar 4.10 .



Gambar 4. 10 Gambar tiga dimensi steering handle

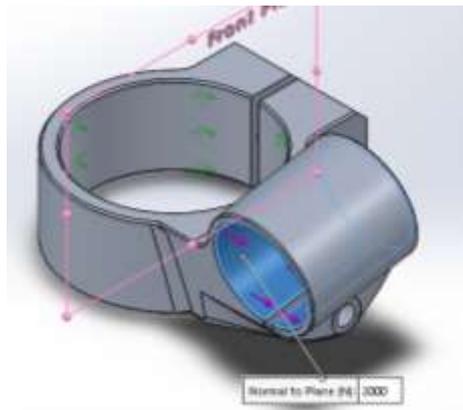
3.2.2. Modeling Steering Handle untuk penyesuaian material penyusun

Untuk material dari steering handle buatan jepang, menggunakan material aluminium 7075, sedangkan untuk ketersediaan dan juga harga dari material ini tergolong cukup mahal. Maka didalam penelitian ini dilakukan penyesuaian material menggunakan aluminium 6061. Karena adanya perubahan material ini maka dimungkinkan adanya penyesuaian dimensi untuk mampu menahan beban yang sama dengan benda kerja bermaterial aluminium 7075.

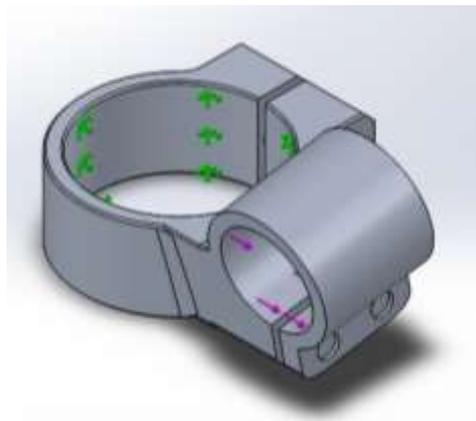
Dalam pengerjaan permodelan digital sistem trial and eror juga digunakan untuk menentukan design yang lebih sempurna dan kuat terhadap pembebanan yang terjadi. Untuk pembebanan digital disimulasikan pada 2

model final yang sudah di buat, dengan mempertimbangkan aspek geometri dari steering hande yang digunakan dan disesuaikan dengan ergonomi Racing bike. Pada sample 1 bentuk dan ukuran dibuat menyerupai benda sample buatan jepang dengan metode clamping pipe steering single bolt, dan untuk benda sample 2 dibuat memiliki dinding sekitar clamping pipe lebih tebal dan menggunakan metode clamping pipe double bolt

Dapat dilihat pada gambar 4.11 adalah 3D modeling dari sample 1 dan sample 2 juga dapat dilihat pada gambar 4.12 yang selanjutnya dilakukan pengujian pembebanan secara digital.



Gambar 4. 11 Design sample 1



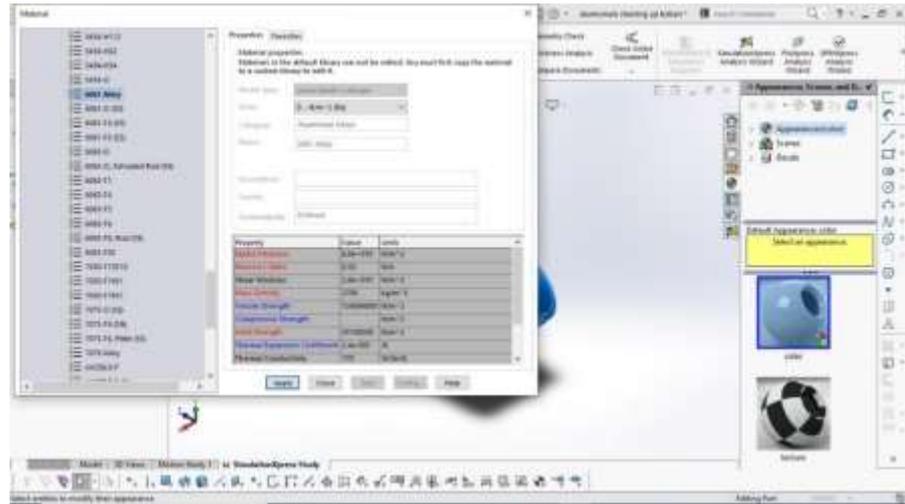
Gambar 4. 12 Design sample 2

3.2.3. Pengujian Pembebanan Digital

Pembebanan digital ini dilakukan pada sample benda 3D yang sudah buat tadi. Untuk software yang digunakan adalah solidworks simulation express. Uji pembebanan ini sangat berguna untuk menentukan apakah design yang dibuat sudah layak diproduksi ataukah harus mendapatkan revisi untuk mendapatkan performa yang lebih baik lagi.

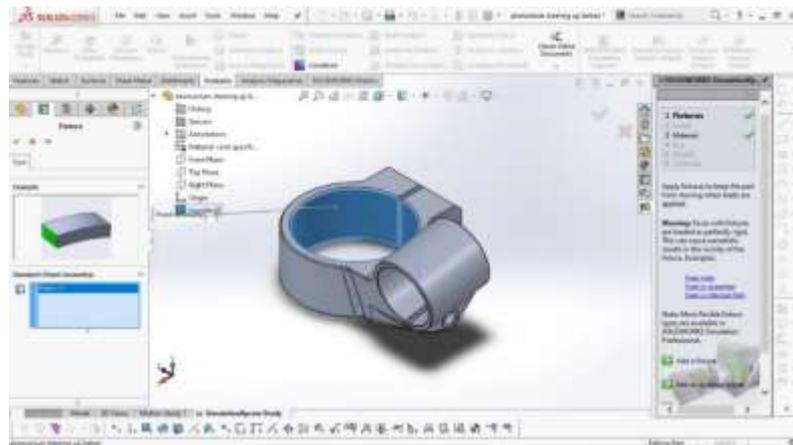
Ditahap awal simulasi, harus ditentukan dulu material yang akan digunakan untuk diterapkan pada sample uji. Ada banyak sekali jenis material yang tersedia di dalam material library solidworks. Karena yang akan diteliti adalah material 6061 maka harus di tentukan pada tahap awal ini dan sudah harus terdefinisi di sistem simulasi bahwa material yang digunakan adalah aluminim 6061

Seperti terlihat pada gambar 4.13, material 6061 sudah dipilih dan akan muncul tabel detail mengenai material tersebut



Gambar 4. 13 Penentuan material pada software simulasi

Langkah selanjutnya adalah menentukan titik tumpu dan arah pembebanan yang terjadi pada benda kerja. Untuk titik tumpu atau fixture diposisikan pada area clamping suspensi. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4. 14 menentukan lokasi fixture simulasi digital

Setelah ditentukan bidang fixtureranya, dilanjutkan dengan mendefinisikan beban yang terjadi pada benda kerja. Beban yang terjadi pada steering handle ada bermacam macam, seperti beban saat pebalap melakukan akselerasi ataupun beban saat melakukan pengereman. Namun untuk pembebanan terbesar terjadi ketika terjatuh seperti terlihat pada perhitungan di bawah ini

Pengereman :

Kecepatan awal pengereman 160 km/h dan Kecepatan akhir 30 km/h dalam waktu 3 Detik dan beban 30 KG (½ dari berat total pengemudi)

$$a = \Delta v / t$$

$$\begin{aligned} A &= (30 \text{ km/h} - 130 \text{ km/h}) / 3 \\ &= - 36,1 \text{ m/s} / 3\text{s} \\ &= - 12,03 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= m \times a \\ &= 30 \text{ kg} \times -12,03 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$= -360,1 \text{ kgm/s}^2$$

$$= - 360,1 \text{ N}$$

Akselerasi :

Kecepatan awal akselerasi 0 km/h dan Kecepatan akhir 100 km/h dalam waktu 5 Detik dan beban 30 KG (½ dari berat total pengemudi)

$$a = \Delta v / t$$

$$A = (100 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}) / 5$$

$$= 27,7 \text{ m/s} / 5\text{s}$$

$$= 5,54 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \times a$$

$$F = 30 \text{ kg} \times 5,5 \text{ m/s}^2$$

$$= 165 \text{ kgm/s}^2$$

$$= 165 \text{ N}$$

Terjatuh :

Kecepatan awal terjatuh 150 km/h dan Kecepatan akhir 0 km/h dalam waktu 5 Detik dan beban 200 KG (Regulasi Berat Total sepeda motor dengan pengemudi)

$$a = \Delta v / t$$

$$A = (0 \text{ km/h} - 150 \text{ km/h}) / 5$$

$$= - 41,6 \text{ m/s} / 5\text{s}$$

$$= - 8,32 \text{ m/s}^2$$

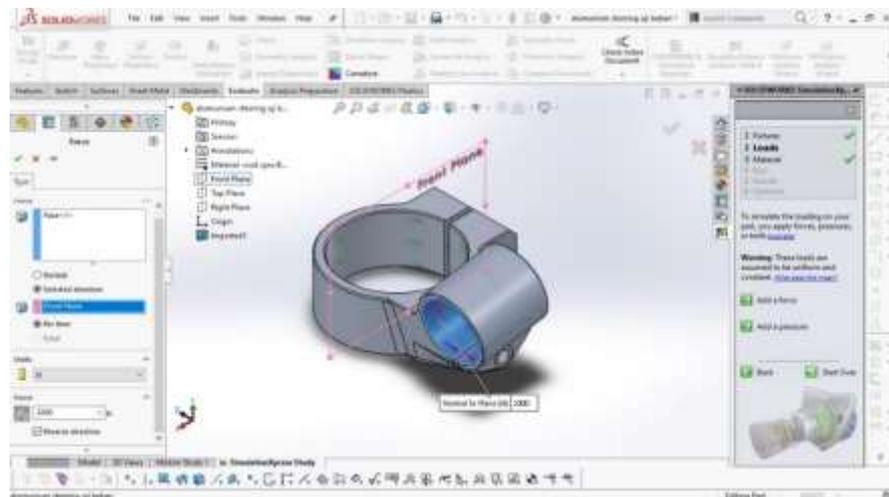
$$F = m \times a$$

$$F = 200 \text{ kg} \times -8,32 \text{ m/s}^2$$

$$= -1664 \text{ kgm/s}^2$$

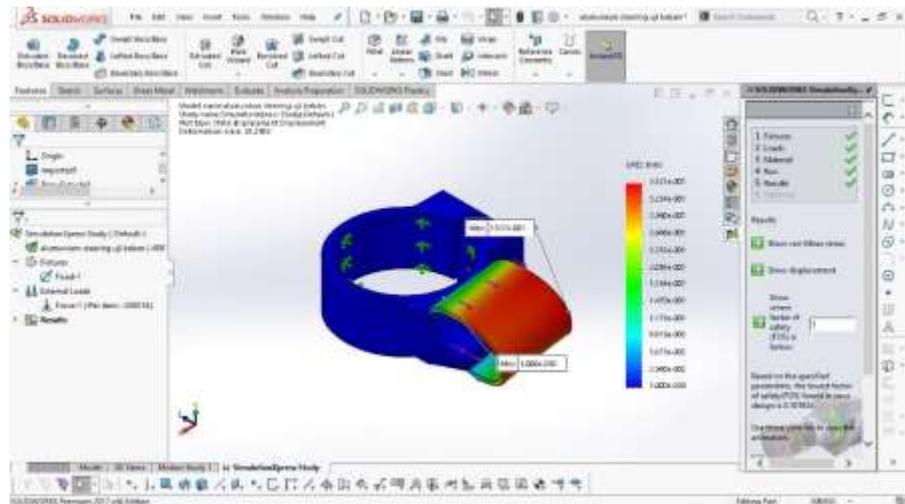
$$= - 1664 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan di atas beban yang diambil adalah beban terbesar yaitu beban saat terjatuh sebesar 1661 N. Dalam pengujian pembebanan ini diterapkan safety factor sebesar 1,2 Force (Sumber) . Maka gaya yang digunakan dalam simulasi sebesar 1993,2 N dibulatkan menjadi 2000 N seperti dilustrasikan pada gambar 4.15



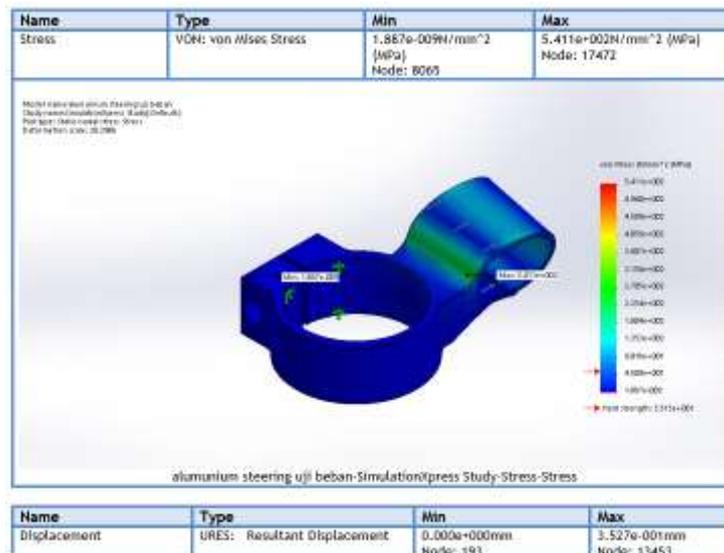
Gambar 4. 15 Menentukan besar gaya pada sample uji

Pembebanan ini dilakukan pada masing masing design, sehingga dapat diperoleh hasil berupa bentuk deformasi, distribusi beban pada masing masing design, dan juga besaran deformasi yang terjadi di setiap bagian benda design. Seperti gambar di bawah ini 4.16



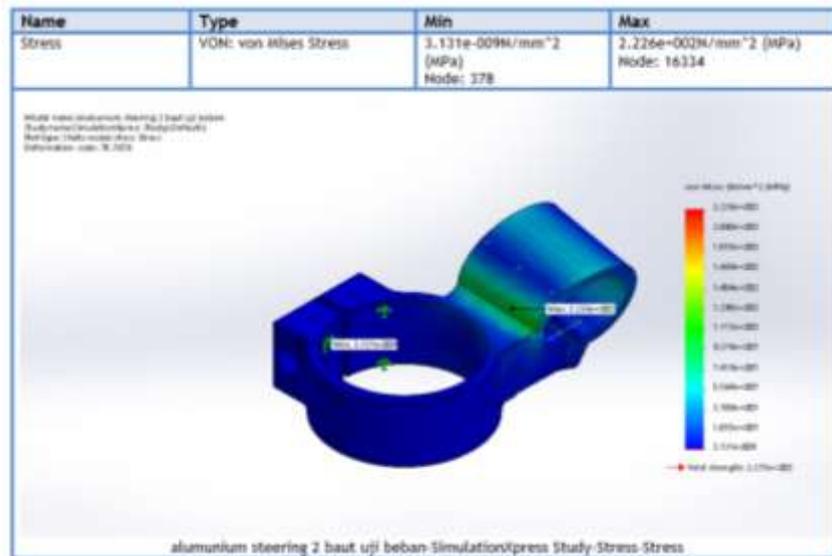
Gambar 4. 16 Deformasi dari hasil simulasi pmb beban

Dari hasil uji pembebanan ini, dapat dilihat distribusi gaya dari masing masing design yang sudah dibuat seperti terlihat pada gambar 4.17



Gambar 4. 17 Distribusi stress pada sample uji 1

Dikarenakan uji pembebanan dibenda design sample 1 tidak memenuhi untuk di produksi, maka harus di buat design lain yang di sesuaikan material penyusunya dan juga geometri dari benda kerjanya. Pada awalnya material penyusun benda kerja adalah aluminium 6061, untuk meningkatkan kekuatan materialnya maka material yang digunakan akan diubah menjadi aluminium 6061 dengan proses ageing, dan di dalam software simulasi dapat di definisikan sebagai aluminium 6061 T4. Dan karena didalam bentuk defleksinya masih terlihat lemah dibagian clamping pipe steering, maka dari segi design juga dilakukan sedikit pegubahan dengan menambahkan sistem bolt holder menjadi 2 buah serta ketebalan dindingnya ditambah. Pengujian dari sample kedua dapat dilihat pada gambar 4.18



Gambar 4. 18 Distribusi stress pada sample uji 2

Dari hasil uji pembebanan masing masing design, design nomer 2 lah yang memenuhi syarat untuk diproduksi, karena tegangan yang terjadi di dalam benda kerja masih di dalam batas aman.

4.3 PENGUJIAN DAN PENERAPAN STEERING HANDLE

4.1.1 Pengujian Raw Material Penyusun Steering Handle

Pengujian kekerasan Brinell Dengan metode pembuatan sample yang dilakukan perlakuan panas ageing dengan parameter waktu yang di jadikan variable uji maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 6 Pengaruh waktu ageing terhadap kekerasan dan kuat Tarik benda

Sample	Waktu Ageing	Kekerasan (HB)	Kekuatan Tarik (MPA)
1	Tanpa Ageing	126	422,5
2	30 menit	131	437,5
3	60 menit	139	460
4	90 menit	155	530
5	120 menit	165	565

Sample sama sama menggunakan material 6061 dan berdasarkan pengujian pada tabel 4.6 , maka benda kerja yang akan diproduksi menggunakan material 6061 dengan proses ageing selama 120 menit

3.2.4. Penerapan Benda Kerja

Berdasarkan design dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat dilakukan produksi benda kerja untuk dilakukan pengetestan di lapangan. Pada hal ini produksi benda kerja dilakukan di sebuah workshop machining perusahaan manufaktur di daerah tangerang. Dapat dilihat pada gambar 4.20 material sedang di produksi untuk menjadi barang jadi yang dapat digunakan. Setelah benda kerja selesai di produksi, dilanjutkan dengan pengujian langsung di sirkuit ketika sesi latihan. Pengujian dilakukan pada sesi latihan di sirkuit mandalika lombok dan steering handle yang terpasang dapat di lihat pada gambar 4.20



Gambar 4. 19 Steering handle yang sudah selesai diproduksi

Dalam sesi latihan rider mencoba menggunakan steering handle ini dan berikut adalah hasil dari pengambilan komentar dari masing masing rider

Tabel 4. 7 Penilaian rider terhadap steering handle

AP250 Rider #1				
No	Aspek	Kurang (-2)	Cukup (+1)	Baik (+2)
1	Ergonomi			√
2	Feeling Handling			√
3	Kemudahan setting		√	
4	Tampilan	√		
AP250 Rider #2				
No	Aspek	Kurang (-2)	Cukup (+1)	Baik (+2)
1	Ergonomi			√
2	Feeling Handling			√
3	Kemudahan setting		√	
4	Tampilan			√
AP250 Rider #3				
No	Aspek	Kurang (-2)	Cukup (+1)	Baik (+2)
1	Ergonomi			√
2	Feeling Handling			√
3	Kemudahan setting		√	
4	Tampilan		√	
AP250 Rider #4				
No	Aspek	Kurang (-2)	Cukup (+1)	Baik (+2)
1	Ergonomi			√
2	Feeling Handling			√
3	Kemudahan setting		√	
4	Tampilan	√		
Total Score 19 point				
Layak di gunakan score > 0		-4 point	5 point	18 point

Hasil dari scoring berdasarkan komentar rider pada tabel 4.7 dinyatakan bahwa steering handle ini layak digunakan dan dapat diproduksi secara masal. Maka dari itu steering handle ini dapat digunakan dalam kegiatan balap yang sesungguhnya, seperti halnya balapan kelas internasional motor produksi masal 250cc tahun 2023 di sirkuit internasional sepang Malaysia, Change Thailand, dan juga Mandalika seperti terlihat pada gambar 4.21



Gambar 4. 21 Penggunaan steering handle pada kejuaran internasional

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi analisa data dan pembahasan yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, (1) Menentukan design yang sesuai harus didasarkan dengan observasi yang tepat . Pengambilan sample yang sesuai dan pengujian identifikasi yang baik (observasi dimensi, komposisi kimia, kekerasan material, mikro struktur dan x-ray) akan sangat membantu untuk penyesuaian dengan kebutuhan. (2) Menentukan material dapat menggunakan dasar dari hasil observasi awal yang kemudian dikembangkan menggunakan bantuan software Solidworks untuk menentukan secara lebih spesifik material yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor pembebanan yang berlaku pada benda kerja. (3) Perlakuan heat treatment ageing pada aluminium 6061 dengan parameter waktu yang menjadi variable uji, menunjukkan bahwa semakin lama waktu tahan akan semakin meningkatkan kekerasan dari material. (4) Performa dari steering handle berdasarkan penilaian pengguna (Pebalap) sudah baik dapat dibuktikan dengan penggunaannya dalam berbagai kegiatan balap kelas internasional.

Ucapan Terimakasih

Berisi ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan dalam penelitian, baik berupa sarana maupun dana terhadap penelitian yang telah dilakukan.

Daftar Pustaka

- [1] Mastinu, giampiero. Ploechl, Manfred (2014) Road and Off Road Vehicle System Dynamics, London: CRC Press
- [2] Cameron, Kevin (2008) Sportbike Performance Handbook, Minneapolis USA: MBI Publishing Company
- [3] ASTM International Standard E3-95, Standart Practice for preparationof Metallographic Specimens
- [4] ASTM International Standard E-23, Standart Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials
- [5] Prof. Ir. Tata Surdia MS. Met. E. and Prof. Dr. Shinroku Saito. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta; PT. Pradnya Paramita
- [6] Anonim, 2012, Sejarah Aluminium, Diakses di: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20315/3/chapter%20II.pdf>. Pada tanggal: 5 Desember 2016. Pukul 08.45 WIB
- [7] Adeyemi Dayo Isadarea, Bolaji Aremob, Mosobalaje Oyebamiji Adeoyec, Oluyemi John Olawalec, Moshood Dehinde Shittuc. 2013. Effect of Heat Treatment on Some Mechanical Properties of 6061 Aluminium Alloy. Journal University, Ile-Ife, Nigeria
- [8] LI Jin-feng, PENG Zhuo-wei, LI Chao xing, JIA Zhi-qiang, CHEN Wen-jing, ZHENG Zi-qiao. 2007. Mechanical properties, corrosion behaviors and microstructures of 6061 aluminium alloy with various aging treatments. Journal Central South University Changsha 410083 China
- [9] Abdan Syakuura. 2011. Proses Pengecoran Vakum dan Analisis Evolusi Mikrostruktur Paduan Al-Zn-Mg-Cu dengan Variasi Komposisi Selama Aging Pada Temperatur 120oC dan 190 oC, Journal Universitas Indonesia
- [10] FUAD ABDILLAH. 2010. PERLAKUAN PANAS PADUAN AL-SI PADA PROTOTIPE PISTON BERBASIS MATERIAL PISTON BEKAS. Jurnal Universitas Diponegoro Semarang
- [11] Avner, H, S. 1974. Introduction to Physical Metallurgy. 2nd edition, New York; Mc Graw Hill International Editions
- [12] Callister, D.William dan David G.Rethwisch. 2013 Material Science and Engineering. 9th edition, United States Of America: Wiley Binder
- [13] Tomoya Aoba, Masakazu Kobayashi, Hiromi Miura. 2017. Effects of aging on mechanical properties and microstructure of multidirectionally forged 6061 aluminum alloy. Journal Department of MechanicalEngineering Toyohashi University of Technology Japan
- [14] Arino Anzip dan Suhariyanto. 2006. Peningkatan Sifat Mekanik Paduan Aluminium A356.2 dengan Penambahan Manganese (Mn) dan Perlakuan Panas T6. JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 8, No. 2, Oktober 2006: 64 – 68

- [15] Eddy Widiyono, Suhariyanto, Hari Subiyanto. 2011. Teori dan Praktikum Ilmu Bahan. Prodi D3 Teknik Mesin ITS kerjasama PT PLN (persero)
- [16] Smith, 1995, Material Science and Engineering (second edition), New York. Mc Grew.Hili.inc. Diakses di: <http://trove.nla.gov.au/work/17704220>.
- [17] Solidworks-2023-enhancements-ebook Dassault Systèmes united state
- [18] David Oboe Kristiawan, Yopi Yusuf Tanoto, Ian Hardianto Siahaan, Naldi. 2021. PERANCANGAN ADJUSTABLE HANDLEBAR UNTUK SEPEDA MOTOR DENGAN DUA SISTEM PENGATURAN, Jurnal Universitas Kristen Petra