

Pembuatan Sambungan *Head Tube* Sepeda Berbahan Plastik dengan Perkuatan Lapisan *Fiberglass*

Santo Ajie Dhewanto^{1*}, Reza Hanafi Arma Wijaya²

^{1,2}Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding E-mail: 135250502@uui.ac.id

ABSTRAK

Sepeda merupakan salah satu alat transportasi yang digunakan untuk berpindah dari suatu tempat ke tempat lain. Pada umumnya sepeda terbuat dari bahan besi, baja, maupun bahan logam lainnya. Pada penelitian ini melakukan percobaan pembuatan sepeda menggunakan bahan gabungan, yaitu komponen utama berupa pipa besi dengan sambungan bahan plastik dengan metode pembuatan *3D Printing* yang dilaminasi, tujuannya adalah untuk memperkuat bagian sambungan agar bisa mendapatkan kekuatan maksimal. Metode laminasi yang digunakan adalah *hand lay-up*. Metode *hand lay-up* dipilih karena paling sederhana dan relatif murah dibanding metode lain. Pada penelitian ini proses yang dilakukan berupa proses desain, proses analisis, proses pencetakan *3D Print*, proses laminasi, proses perakitan dan pengujian jalan. Hasil simulasi pengujian yang dilakukan dengan pembebanan vertikal 800N didapatkan deformasi sebesar 0,049 mm. Untuk memastikan bahwa sepeda layak untuk dikendarai, maka dilakukan pengujian berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1049:2008. Pada standar ini beberapa pengujian perlu dilakukan diantaranya adalah uji jalan. Pengujian jalan ini dipilih karena tidak dibutuhkan peralatan yang kompleks dan cukup sebagai uji awalan. Dari hasil analisis didapatkan hasil bahwa *frame* mampu menahan beban 80 kg, mampu melewati balok, dan sepeda mampu berjalan sejauh 1 km sesuai dengan pengujian SNI 1049:2008. Sepeda mampu melaju dengan kecepatan maksimal 26,2 km/jam. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian *part head tube*, bertahan dengan baik, dan tidak terjadi keretakan pada setiap sisinya. Sehingga pengujian dan perancangan berjalan sesuai rencana dan sesuai SNI 1049:2008.

Kata Kunci: Sepeda, Laminasi, *3D Print*, *Head Tube*, *Hand Lay-Up*

ABSTRACT

A bicycle is a means of transportation used to move from one place to another. Bicycles are generally made of iron, steel, or other metal materials. In this study, an experiment was carried out to manufacture a bicycle using a combined material, namely an iron pipe laminated with a 3D print plastic material. The aim was to strengthen the connection parts to obtain maximum strength. The lamination method used in this study is hand lay-up. The hand lay-up method was chosen because it is the most straightforward and relatively inexpensive compared to other methods. In this study, the processes involved were the design process, the analysis process, the 3D printing process, the lamination process, the assembly process, and road testing. The simulation test results carried out with 800N vertical loading obtained a deformation of 0.049 mm. To ensure that the bike is suitable for riding, testing is carried out based on the Indonesian National Standard (SNI) 1049:2008. In this standard, several tests need to be carried out, including road tests. This road test was chosen because there is no need for complex equipment and is sufficient as a preliminary test. These results show that the frame can withstand a load of 80 kg, pass through beams, and walk as far as 1 km, according to SNI 1049:2008 standards. The bicycle can travel at a maximum speed of 26.2 km/hour. After several times of the head tube part usage, it held up well, and there were no cracks on each side. So that testing and design go according to plan and according to SNI 1049:2008.

Keywords: Bicycle, lamination, 3D print, Head Tuber, Hand Lay-Up

I. PENDAHULUAN

Sepeda merupakan salah satu alat transportasi yang digunakan untuk berpindah tempat. Sepeda bisa

disebut juga sebagai satu alat transportasi ramah lingkungan. Pada umumnya sepeda terbuat dari besi, baja, dan bahan logam lainnya.

Muhamad Faisol pada tahun 2018 melakukan

penelitian tentang perancangan bagian *part* sepeda pada bagian *head tube* [1]. Penelitian ini berisi tentang perancangan sambungan mulai dari tahap desain hingga pemodelan. Pada penelitian tersebut didesain salah satu sambungan *frame* pada sepeda yaitu *head tube*. Pada penelitian ini didapatkan hasil dari analisis pengujian CEN 14766. Pada desain *head tube* menghasilkan tegangan maksimum sebesar $6,48 \times 10^{-5}$ MPa untuk pengujian pembebanan pedal, $3,13 \times 10^{-5}$ MPa untuk pengujian Horizontal Forces dan 2,1724 MPa untuk pengujian Vertical Loads. Jurnal kedua membahas tentang pemanfaatan 3D print pada proses pembuatan produk gaya hidup [2]. Dari jurnal ini dapat disimpulkan bahwa 3D printing bisa meminimalisir waktu, biaya serta menyederhanakan proses pembuatan menjadi lebih singkat. Namun 3D printing juga memiliki kekurangan yaitu memiliki nilai kekuatan yang rendah dan dimensinya yang terbatas.

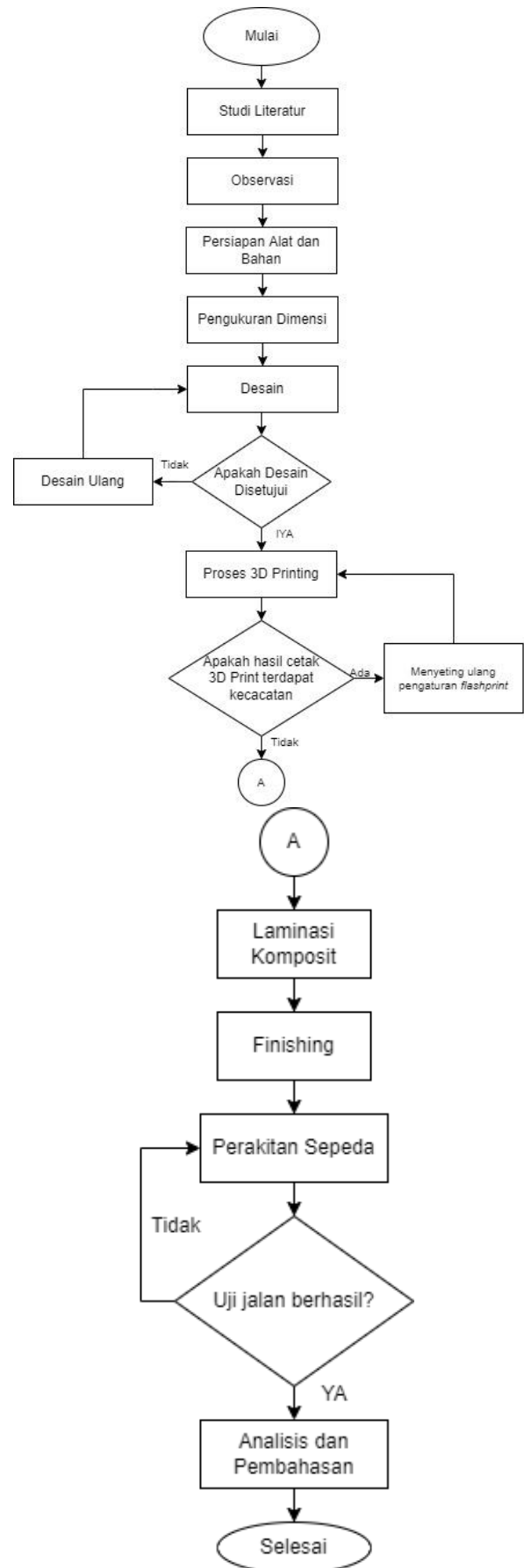
Untuk memperoleh hasil yang baik produk hasil 3D Print dengan bahan abs, masih diperlukan penyempurnaan bentuk, karena memiliki tingkat presisi dan detail yang relatif berbeda dengan hasil *molding* pabrik dan produksi massal [3]

Pada penelitian ini akan dilakukan proses laminasi komposit dengan menggunakan metode *Hand Lay-up* karena dinilai paling murah, kuat, dan praktis. Metode *Hand Lay-Up* juga memiliki kekurangan dalam proses pembuatan yaitu waktu yang relatif lama dalam proses pembuatan produk [4]

Dari beberapa sumber yang telah ada, maka dapat diketahui dari kelebihan metode *Hand Lay-Up* dan 3D printing, sehingga salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan kedua metode tersebut dalam pembuatan sambungan sepeda sehingga diharapkan bisa menghasilkan bahan komposit dengan waktu yang lebih cepat dan memiliki daya tahan yang kuat.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian.

2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian dan perancangan yang dilakukan diperlukan beberapa alat diantaranya adalah laptop, mesin 3D *printing*, gerinda, jangka sorong dan beberapa peralatan pendukung lainnya. Bahan yang digunakan antara lain filamen *PLA*, *fibreglass*, resin, katalis dan lem epoxy.

Pelapisan komponen akan menggunakan resin. Resin adalah suatu cairan atau bahan kimia yang bentuknya tidak bisa didefinisikan, bentuk penyusun resin merupakan bahan kimia kompleks. Sifat cairan resin keras dan kental, larut dalam senyawa organik (alkohol), dan serta daya serap air yang rendah [5]. Sifat dari material resin ini dinilai sesuai untuk digunakan sebagai bahan pelapis dan bahan utama [6]

2.3 Identifikasi Masalah

Bahan rangka sepeda yang ada dipasaran terbuat dari material logam, untuk penyambungan setiap komponen banyak menggunakan metode pengelasan dengan menggunakan kuningan.

Pada penelitian sebelumnya pernah dirancang part 3D *Print* bagian *head tube*, dan tidak menggunakan laminasi komposit. Pada penelitian ini inovasi yang berusaha dimunculkan adalah pembuatan sambungan sepeda menggunakan bahan plastik dengan metode pembentukan menggunakan 3D *Print* yang dilaminasi atau *composite 3D print* laminasi. Bahan dasar sepeda yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sepeda jengki yang kemudian diambil komponen utamanya saja.

Perancangan dan penelitian yang dilakukan pada pergantian setiap sambungan pada sepeda tersebut diharapkan bisa menjadi terobosan baru pada pembuatan sepeda dengan menggunakan material yang berbeda sehingga nantinya memungkinkan dikembangkan dengan material lain.

2.4 Kriteria Desain

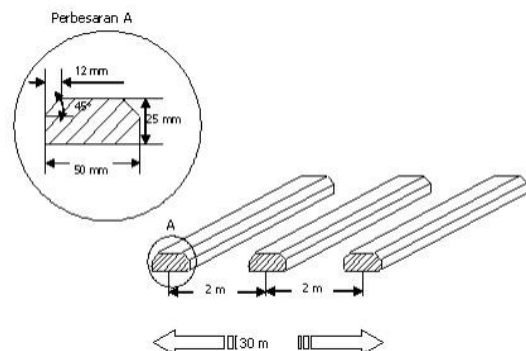
Sebelum melakukan perancangan diperlukan beberapa kriteria produk. Berikut kriteria produk:

1. Kuat, *frame* sepeda mampu menahan beban seberat 80 kg atau 800 N.
2. Sepeda mampu digunakan berjalan sejauh minimal 1km
3. Sepeda mampu melaju dengan kecepatan minimal 22 km/jam.

2.5 Pengujian SNI 1049:2008

Untuk memastikan bahwa sepeda layak untuk dikendarai, maka dilakukan pengujian berdasarkan Standard Nasional Indonesia (SNI) 1049:2008. Pada standard ini beberapa pengujian perlu dilakukan dilakukan diantaranya adalah uji jalan. Pengujian jalan ini dipilih karena tidak dibutuhkan peralatan yang kompleks dan cukup sebagai uji awalan. Pada pengujian ini sepeda wajib dikendarai minimal dengan jarak 1 km, lalu melewati lintasan balok kayu dengan ukuran lebar 50 mm, tinggi 25 mm dan *chamfer* 12 mm dengan sudut 45 derajat pada ujung balok, sebanyak lima kali pengulangan.

Perletakan balok diletakkan sejauh 2 meter antar balok dengan jarak lintasan 30 m [5]. Balok dapat dilihat pada gambar 2.

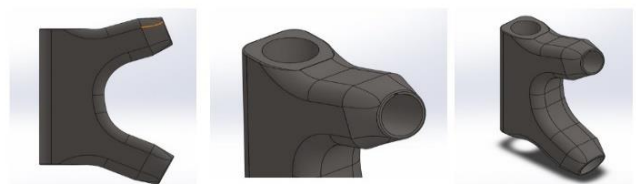


Gambar 2. Balok Pengujian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain

Pada saat melakukan perancangan, diawali dengan mendesain *part* sambungan. Sebelum melakukan desain, dilakukan pengukuran *frame* dan penggambaran sketsa kasar. Setelah mendapatkan data, selanjutnya melakukan desain dengan menggunakan *software Solidwork 2018*. Desain ditampilkan pada Gambar 5.

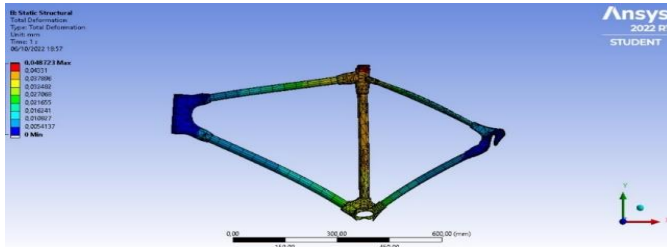


Gambar 3. Desain *Head Tube*.

3.2 Analisis Desain

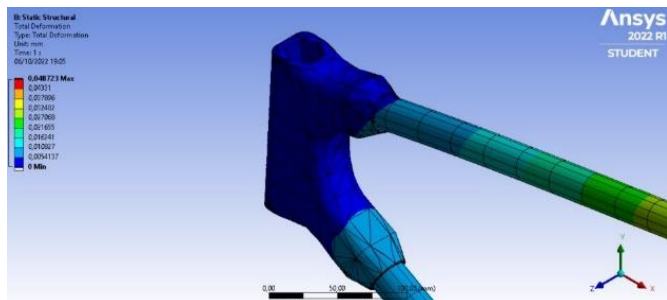
Setelah melakukan proses desain, dan melakukan beberapa proses revisi desain serta perangkaian *part* sambungan, maka dilakukan proses analisis menggunakan *software ansys*. Dengan proses analisis *ansys* bisa diketahui kemampuan *frame* yang sudah

dilakukan perangkaian dengan komponen lainnya apakah sudah sesuai standar SNI atau belum. Pada pengujian SNI, beban yang diberikan pada sisi vertikal atau beban yaitu seberat 80 kg atau sekitar 800 N. Hasil analisis dengan simulasi perangkat lunak bisa dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Gambar analisis *assembly*.

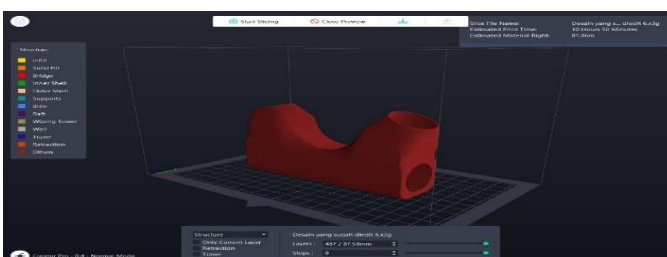
Dari hasil *assembly* dapat dilihat pada *frame* dengan pemberian *force* sebesar 800 N, dapat dilihat dari deformasi atau perubahan bentuk sebesar 0,049 mm dinyatakan aman. Pada bagian *head tube* dapat dinyatakan aman, karena headtube mengalami deformasi yang *relatif* kecil.



Gambar 5 Analisis *Head Tube*

3.3 Produksi dengan 3D Print

Produksi 3D *Print* adalah tahap selanjutnya dari tahap analisis, lalu desain sudah sesuai standar yang digunakan pada pengujian SNI. Pada mesin *Flashforge Creator Pro*, menggunakan *right extruder* dengan panas menyesuaikan kriteria PLA + yaitu 200 derajat celsius, lalu untuk *density* atau *infill* yang digunakan adalah 100 % dan arah *print pattern line*. Lalu estimasi *print*, berat, dan panjang PLA+ yang digunakan untuk 1x *print* pada *part head tube*. *Flashprint* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Flashprint*.

Estimasi *print* adalah 10 jam 50 menit, panjang filamen PLA + yang digunakan adalah sebesar 81,46 m, dan berat yang didapat adalah sebesar 206 g, selanjutnya kita melakukan proses *print* menggunakan mesin 3D *print*, yaitu *Flashforge Creator Pro*. Hasil *print* yang ada dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil *Print*.

3.4 Laminasi 3D *Print*

Pada proses laminasi hal pertama yang dilakukan adalah pemotongan pola, setelah itu dilanjutkan dengan pemotongan *fiberglass* serat acak sesuai pola. Pemotongan *fiberglass* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pola *Fiberglass*.

Hasil dari pemotongan pola langsung dilapisi pada setiap sisi *part head tube* 3D *print*, selanjutnya *head tube* yang dilapisi *fiberglass*, dilapisi resin yang dicampur katalis yang sudah disesuaikan. Setelah dilapisi dengan baik, selanjutnya untuk pengeringan total, dibutuhkan waktu kurang lebih 2 hari. Hasil laminasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Laminasi.

Penghalusan hasil laminasi menggunakan gerinda yang ada di lab proses manufaktur. Hasil 3D *Print* laminasi yang sudah di haluskan sisi tajamnya, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil 3D *Print* Laminasi.

3.5 Perakitan

Setelah semua *part* sambungan sepeda sudah di *print* dan laminasi akan dilakukan proses perakitan *frame*. Mulai dari *head tube*, *seat post*, *bottom bracket*, dan *drop out*. Perakitan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Perakitan

Setelah semua komponen sambungan direkatkan tahap selanjutnya adalah menunggu hingga lem mengering dan menggabungkan komponen

pelengkap lain diantaranya rem, roda, *fork*, dan stang pada sepeda.

Pada bagian ini membahas tentang hasil dari perencanaan mulai dari desain, analisis, serta perancangan.

3.6 Pengujian jalan SNI 1049:2008

Pengujian jalan sepeda dilakukan agar mengetahui secara langsung kekuatan dan kemampuan dari sepeda, apakah sudah sesuai analisis dari *software* atau belum [7]. Pada pengujian dilakukan pengukuran data penguji data penguji dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian SNI 1049:2008 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Penguji.

Data Penguji			
NO	Nama	Tinggi (cm)	Berat Badan (kg)
1	Yanuar W. F	160	70,9
2	Adi Rahman	173	69,2
3	Reza Hanafi	163	67,3
4	Nevrizal	169	60

Keterangan: Melakukan penambahan beban 10 Kg pada pengujian yang dilakukan oleh Yanuar agar beban maksimal 80 Kg tercapai dengan cara memasukan *paving block* seberat 1,5 Kg dan *Tool Box* seberat 8,5 Kg kedalam tas yang kemudian dipikul selama pengujian pada punggung pengendara.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jalan SNI 1049:2008.

Yang diuji	Hasil Pengujian
Sepeda mampu dikendarai sepanjang 1 Km	Sepeda mampu dikendarai dengan stabil dalam keadaan lurus maupun berbelok
Sepeda mampu melewati 15 balok kayu sebanyak 3x percobaan, dengan jarak antar balok 2 meter, dan jarak lintasan 30 meter	Sepeda mampu melewati balok dengan normal sesuai SNI, dan tidak terjadi keretakan pada setiap bagian sambungan sepeda.
Sepeda mampu dikendarai konstan dengan kecepatan minimal 22 km/jam	Sepeda dapat dikendari dengan kecepatan 22 km/jam hingga 26,2 km/jam
Pengujian sepeda dapat dilakukan dengan 1 tangan.	Sepeda mampu dikemudikan dengan 1 tangan dan tidak membahayakan penguji.

Tabel 3. Kecepatan sepeda.

Kecepatan Sepeda/Percobaan ke	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4
Kecepatan Sepeda	22,7 km/jam	22,1 km/jam	25,6 km/jam	26,2 km/jam
Ket: Data kecepatan sepeda diambil dari software relive pada IOS.				

Hasil pengujian jalan sepeda berdasarkan SNI, sepeda komposit laminasi mampu dikendarai dalam keadaan stabil dan kuat, serta sepeda bisa dikendarai dalam keadaan berbelok, dan stang bisa dikendalikan dengan baik. Hasil pengujian yang dilakukan dengan melewati balok, sepeda mampu melewati rintangan tersebut dengan baik dengan kondisi setiap bagian sepeda normal dan tidak terjadi keretakan pada sambungannya.



Gambar 12. Headtube setelah diuji.

Pada Gambar 12 di atas, setelah dilakukan beberapa kali pengujian *part head tube*, mampu bertahan dengan baik, dan tidak terjadi keretakan pada setiap sisinya. Sehingga pengujian dan perancangan berjalan dengan baik dan sesuai SNI.

IV. KESIMPULAN

Dari perancangan dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sambungan *headtube* sepeda dengan perkuatan laminasi *fiberglass* serat acak dengan metode *hand lay-up* telah berhasil dibuat dan dirangkai dengan komponen lainnya. Hasil analisis pada bagian *headtube* dengan pembebanan 800 N mengalami deformasi sebesar 0,049 mm. Pengujian jalan sesuai SNI 1049:2008. Sepeda

mampu dikendarai dengan kecepatan rata – rata yaitu 24,3 km/jam, kecepatan maksimal yaitu 26,2 km/jam dan dikendarai dalam keadaan stabil dan tidak terjadi keretakan maupun ada bagian yang terlepas, sehingga sepeda mampu diuji jalan sesuai standar SNI 1049:2008.

REFERENSI

- [1] M. Faisol, “Pembuatan Sambungan Part Head Tube pada Sepeda menggunakan 3D Printer Berdasarkan Topology Optimization Design,” *ITS Repos.*, 2018.
- [2] K. S. Putra and U. R. Sari, “Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup,” *Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.* 2018, pp. 1–6, 2018.
- [3] H. Adiluhung, “Penyempurnaan Bentuk Serta Ketahanan Material pada Dummy Body Part Kendaraan Tempur dengan Teknik Printer 3D & Komposit,” *J. Seni Rupa*, 2019.
- [4] F. Matthews and R. Rawlings, *Composite Materials: Engineering and Science*. Woodhead Publishing, 1999.
- [5] B. Rosarica, “Pembuatan Resin Phenol-Formaldehyde :Pengaruh Penambahan Hexamine,” *Lap. penelitian, Jur. Tek. Kim. Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta*, 2003.
- [6] A. A. Notohutomo and H. O. Cristy, “Perancangan Semi-mass Product Art Furniture Dengan Kreatifitas Pengolahan Resin,” 2017.
- [7] BSNI, *Sepeda - Syarat keselamatan*. 2008.