

Desain dan Analisis *Barrier Gate* Otomatis Berbahan Komposit Serat Glass dan Serat Daun Gwang (*Hibrid Polyester*) pada Bagian Palang

Afrianus Serfano¹, Erich U.K Maliwemu¹, Ishak S. Limbong^{1,*})

¹)Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597

*) Corresponding Author: E-mail: ishak.limbong@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Barrier Gate adalah suatu mekanisme pemberhentian yang berfungsi untuk pengamanan suatu tempat seperti pintu masuk suatu kantor atau instansi. Perancangan dan analisa pembangunan pintu pagar pembatas otomatis berbahan komposit serat kaca dan serat daun gwang (*hybrid polyester*) ini bertujuan untuk membatasi keramaian agar keamanan dan kenyamanan selalu terjaga. Pengujian ini menggunakan software *solidwork* 2015. Hasil analisis dari ketiga variasi komponen palang yaitu, variasi 1 dengan tegangan maksimum 12,255 Mpa, variasi 2 dengan tegangan maksimum 10,217 Mpa dan variasi 3 dengan tegangan maksimum 37,359 Mpa. Dari 3 varian yang menghasilkan tegangan yang lebih baik adalah varian 3 dengan panjang 250 cm lebar 3 cm dan tebal 4 cm yang mendapatkan nilai terbesar dengan nilai 37,359 MPa. Analisis statik komponen rangka dengan panjang 40 cm lebar 40 cm dan tinggi 100 cm, pada tegangan maksimum 7,499 MPa dan perpindahan maksimum 0,134 mm.

ABSTRACT

Barrier Gate is a stopping mechanism that has a function for the security of a place such as the entrance to an office or agency. The design and analysis of the construction of the automatic barrier gate made of glass fiber composite and leaf gwang fiber (hybrid polyester) aims to limit crowds so that safety and comfort are always maintained. This test uses software solidwork 2015. The results of the analysis of three variations of the crossbar components are, variation 1 with a maximum stress of 12.255 Mpa, variation 2 with a maximum stress of 10.217 Mpa and variation 3 with a maximum stress of 37.359 Mpa. Of the 3 variants, the one that produces the better stress is variant 3 with a length of 250 cm width 3 cm and a thickness of 4 cm which gets the largest with a value of 37.359 MPa. Static analysis of frame components with a length of 40 cm width 40 cm and a height of 100 cm, resulted in a maximum stress of 7.499 MPa and a maximum displacement of 0.134 mm.

Keywords: design, analysis, automatic barrier gate, hybrid fiber composit

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang modern di era globalisasi sekarang ini sangat berkembang pesat dan telah memberi banyak manfaat dalam kemajuan diberbagai aspek sosial dalam kehidupan manusia. Perkembangan teknologi sekarang ini sangat membantu dan memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas atau pekerjaan sehari-hari dalam setiap bidangnya [1]. Namun dari sekian banyaknya teknologi yang berkembang sekarang ini dalam bidang kesehatan masih membutuhkan teknologi yang dapat membatu masyarakat terjauhkan

dari berbagai virus salah satunya adalah virus corona.

Virus corona adalah salah satu virus yang sangat berbahaya dan mematikan. Virus ini muncul di Indonesia sejak awal tahun 2020. Sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia No 11 tahun 2020 [2], bahwa penyebaran virus corona bersifat luar biasa, ditandai dengan jumlah kasus kematian telah meningkat dan menyebar luas di wilayah dan juga lintas negara. Penyakit karena infeksi virus corona ini disebut coronavirus disease (COVID-19). Dampak yang timbul dari penyebaran virus corona yaitu masyarakat tidak dapat beraktivitas atau bekerja dengan bebas dalam mencari nafkah demi

kelangsungan hidup karena setiap hari selalu muncul klaster baru dalam penyebarannya. Salah satu klaster baru yang sangat berbahaya adalah klaster perkantoran. Banyak pegawai kantor yang positif virus corona karena tidak adanya teknologi yang membatasi pegawai yang masuk bekerja dan yang masuk sebagai tamu. Salah satu teknologi yang bisa membatasi keluar dan masuknya pegawai yaitu palang pintu (*Barrier Gate*).

Palang pintu (*Barrier Gate*) adalah batang yang diputar untuk memalang atau menghalangi kendaraan dan juga pejalan kaki. Palang pintu biasanya berputar secara vertikal dan saat dibuka palang tampak tegak. Palang pintu umumnya bekerja secara manual dan memiliki panjang yang sama dengan lebar jalan sehingga dapat menghalangi kedua arah, yang diberi bandul untuk menjaga keseimbangannya. Palang pintu dapat di jumpai pada perlintasan kereta api, pintu masuk bandara, mol, gerbang tol dan tempat umum lainnya. Dalam perkembangannya palang pintu banyak menggunakan sistem yang canggih seperti penggunaan sistem otomatis.

Sistem otomatis adalah suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer dengan menggunakan material yang baik. Material yang sering digunakan dalam pembuatan palang pintu adalah aluminium. Material aluminium memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan material aluminium yaitu mudah dibentuk dan tidak mudah berkarat. Sedangkan kelemahan dari material *aluminium* desainya terbatas, sangat rentan terhadap benturan, dan harganya mahal.

Oleh karena itu, penulis tertarik memilih material yang belum pernah dipakai untuk alat palang pintu otomatis yang terbuat dari campuran serat alam dan serat kaca. Keuntungan material serat alam yaitu terbuat dari serat alam yang murah dan bisa di buat sendiri. Material dari serat alam sangat banyak namun yang paling bagus material serat alam adalah material serat alam dari tanaman gwing. Tanaman Gwing (*Corypha Utan lam*)

adalah tanaman sejenis palem yang tumbuh liar di daerah dengan ketinggian 500 meter dari permukaan laut. Tanaman ini mempunyai serat yang sangat kuat dan jumlahnya sangat berlimpah, terutama di wilayah nusa tenggara timur (NTT). Serat dari tanaman gwing ini dicampur dengan matriks (Resin) yang membentuk komposit *Hibrid polyester*.

Komposit hibrid merupakan komposit gabungan antara serat sintetik dan serat alam. Komposit serat daun gwing dan serat kaca akan digunakan sebagai material baru yang akan digunakan untuk palang pintu otomatis. Alasan menggunakan material komposit serat gwing dan serat kaca (*Hibrid Polyester*) adalah material ini kuat dan bertahan lama karena tidak mudah patah. Sistem palang pintu otomatis berbahan komposit *Hibrid Polyester* akan di buat dalam bentuk analisis beban statis dari desain. Penulis membuat desain palang pintu dalam bentuk 3 dimensi dari material komposit *Hibrid Polyester* dan kemudian dianalisis analisis dengan menggunakan *Solidwork 2015*.

TINJAUAN PUSTAKA

Palang Pintu (*Barrier Gate*)

Palang pintu (*Barrier Gate*) merupakan salah satu mekanisme penyetopan atau yang mempunyai fungsi untuk keamanan suatu tempat seperti pintu masuk kantor atau instansi [5]. Diantara palang pintu yang sudah ada saat ini masih banyak yang menggunakan sistem manual yaitu dengan tenaga manusia. Palang pintu ini menggunakan alat mekanis dengan bantuan mesin ini bertujuan untuk keperluan efektivitas kerja manusia dan dirancang dengan menggunakan beberapa komponen-komponen yang dibentuk dalam suatu rangkaian yang nantinya bisa menghasilkan gerakan naik turunnya palang pintu tersebut secara otomatis. Dengan motor listrik sebagai tenaga penggeraknya kemudian ditransmisikan oleh roda gigi cacing dan diteruskan ke *pulley, pulley*

perantara digerakkan oleh sabuk-V yang terpasang pada pulley sehingga drum dapat berputar menggulung tali yang terpasang pada palang pintu. Dalam perancangan ini penggerak utama adalah motor.

Palang pintu merupakan alat bantu keamanan yang berfungsi sebagai alat pembatas akses keluar masuk ke dalam lingkungan gedung atau perusahaan, serta dapat juga difungsikan untuk mengatur *traffic flow* kendaraan di lingkungan perumahan. Keuntungan dan Keunggulan palang pintu adalah sebagai berikut:

- Sistem keamanan dan pemeriksaan kendaraan dapat berjalan secara maksimal sehingga dapat mengurangi tingkat kejahatan
- Menciptakan keadaan yang tertib bagi pengguna jalan.
- Jumlah tamu atau pengunjung setiap harinya bisa *ter-record* dan memiliki histori dengan baik
- Dengan ukuran mulai dari 3 m - 6 m secara otomatis segala fungsi dan lebarjalan dapat tercover begitu juga untuk basemant gedung yang memiliki langit - langit gedung yang pendek ada beberapa model yang bisa memenuhi/menjawabkebutuhan itu.
- Dapat dihubungkan dengan sistem card RFID sehingga hanya pemilik kartu yang bisa masuk di sebuah area, lokasi atau gedung.
- Bagi perumahan yang kelas standar maupun elite meningkatkan prestise.
- Fungsi dan personil keamanan dapat dialih tugaskan untuk pekerjaan yang lain bahkan dapt mengurangi personil keamanan sehingga tentu saja dapat menghemat biaya

Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimiamaupun fisiknya dan tetap terpisah dalamhasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan

dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan wetting agent [6].

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang terpisah dikombinasikan dalam satuan struktur makroskopis dan dibuat dari variasi kombinasi dari tiga material yaitu logam, polimer, dan keramik. Secara sederhana dapat didefinisikan komposit terdiri dari dua material yang berbeda propertisnya yaitu matrik dan serat (*filler*) [7]. Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu bahan pengikat serat (matrik) dan serat (*fiber*).

Hybrid Fiber Composite

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara serat sintetik dan serat alam. Pertimbangannya supaya dapat mengeliminir kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihananya.



Gambar 1. Hybrid fiber composite [10].

Serat Gelas

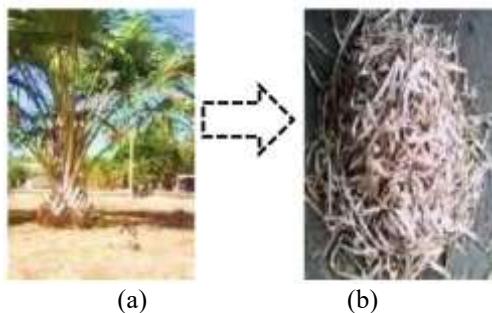
Serat gelas mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain. Pada penggunaannya, serat gelas disesuaikan dengan sifat atau karakteristik yang dimilikinya. Serat gelas terbuat dari *silica*, *alumina*, *lime*, *magnesia* dan lain - lain. Keunggulan serat glass terletak pada ratio (perbandingan) harga dan performance yaitu biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, Serat gelas banyak digunakan di industri-industri otomotif seperti pada panelpanel body kendaraan.

Komposit Serat Daun Gwang (*Corypha Utan Lam*)

Pada penelitian ini, serat yang digunakan adalah serat Gwang. Gwang adalah nama sejenis palma tinggi besar dari daerah dataran rendah [11]. Pohon ini juga dikenal dengan nama - nama lain seperti gabang (Dayak

Ngaju), gawang (Timor), pucuk, lontar utan, (Betawe.), pocok (Madura.), ibus (Batak, Sasa.), silar (Minahasa.), kuala (Mak.) dan lain - lain. Nama ilmiahnya adalah *Corypha utan lamark*. Serat Gwang merupakan salah satu sumber serat alam alternatif yang sangat menjanjikan untuk digunakan sebagai penguat pada material komposit, mengingat sumbernya yang cukup melimpah, apalagi di daerah Timor- NTT. Namun, pemanfaatan dari serat daun gwang ini untuk aplikasi bidang keteknikan masih sedikit sekali.

Secara umum penggunaan serat alam dalam bidang teknik mulai menggeser serat sintetik (serat *glass*) yang tidak ramah lingkungan, mahal, dan massa jenisnya besar.



Gambar 2. (a) pohon gwang, (b) Serat gwang [11]

Tegangan

Secara sederhana tegangan dapat di definisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada satu satuan luas permukaan benda yang dikenakan oleh gaya. Secara matematis definisi tegangan dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$\sigma = P/A$$

Keterangan

P = beban (N)

A = luas permukaan yang dikenakan gaya (m²)

Tegangan dibagi menjadi dua macam, yaitu tegangan normal dan tegangan geser. Tegangan normal yaitu tegangan yang bekerja secara tegak lurus pada permukaan benda, sedangkan tegangan geser yaitu tegangan yang bekerja sejajar dengan permukaan benda.

Regangan

Regangan adalah perubahan bentuk yang terjadi jika dua gaya yang sama besar dan berlawanan arah diberikan pada masing-masing bidang ujung benda dengan arah menjauhi benda, sehingga benda bertambah panjang, kemudian dirumuskan sebagai berikut:

$$s = \delta/L \text{ Dimana :}$$

s = Regangan

δ = Perubahan bentuk aksial total (mm) L

= Panjang batang (mm)

Faktor Keamanan (Factor Of Safety)

Istilah faktor rancangan (N), adalah ukuran keamanan relatif komponen pembawa beban. Dalam kebanyakan kasus, kekuatan bahan komponen tersebut dibagi menurut faktor rancangan untuk menentukan tegangan rancangan (σ_d), kadang disebut tegangan yang diijinkan (allowable stress). Untuk itu tegangan aktual yang dialami komponen harus lebih kecil dari tegangan rancangan tersebut. Untuk beberapa jenis pembebanan, adalah lebih tepat untuk menyusun sebuah hubungan dari mana faktor rancangan (N), tersebut diambil, dapat dihitung dari tegangan aktual yang terjadi dan kekuatan bahan.

Rumus faktor keamanan secara matematis ditulis :

$$Sf = Sy / \sigma$$

Keterangan:

Sf : Faktor Keamanan (Safety Factor)

Sy : Kekuatan Luluh (Yield Strength)

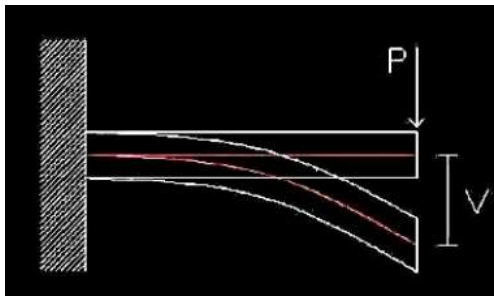
σ : Tegangan (Stress) (N/mm²)

Pembebanan Statis

Sebuah beban statis adalah kekuatan mekanik diterapkan perlahan ke perakitan atau objek [11]. Hal ini dapat dibandingkan dengan beban dinamis, yang memaksa diterapkan dengan cepat. Tes beban statik yang berguna dalam menentukan beban maksimum yang diijinkan pada rekayasa struktur, seperti jembatan.

Defleksi dan tegangan internal timbul dalam kasus beban statis hanya ditimbulkan langsung oleh beban P. Gaya ini sering diterapkan pada struktur rekayasa

keselamatan. Mengetahui gaya maksimum sebuah struktur dapat mendukung sebelum terjadinya kerusakan. Setiap gaya yang diterapkan terus tanpa menggerakkan sebuah objek dianggap sebagai beban statis. Pengetahuan tentang berapa banyak memuat struktur dapat menangani berguna untuk pengaturan margin keselamatan untuk struktur. Membatasi loading untuk satu setengah struktur maksimal akan memberikan tegangan, *displacement*, dan faktor keamanan dari palang dan rangka adalah contoh di mana pembebanan statis terjadi.



Gambar 3. Pembebanan statis [11]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan *software* berbasis komputer yaitu *solidwork* 2015. Pengujian dilakukan selama 3 (tiga) bulan atau 12 (dua belas) minggu. Dalam penelitian ini penulis mendesain dan menganalisis konstruksi *Barrier Gate* otomatis berbahan komposit serat *glass* dan serat daun gewang (*hibrid polyester*) pada bagian palang. Penulis mencari tegangan, *displacement*, dan faktor keamanan dari desain komponen palang dan rangka dari palang pintu otomatis. Pada komponen palang menggunakan metrial komposit *hibrid polyester* sedangkan pada komponen rangka menggunakan material *stainless steel*. Data material komposit *hibrid polyester* adalah *Yield strength* 112.340747 N/mm², *Elastic modulus* 190000 N/mm², *Mass density* 1160 kg/m³ [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Barrier Gate

Desain palang pintu otomatis ini, menggunakan engkol. Engkol adalah alat yang dioperasikan oleh lengan yang terpasang pada posisi poros yang tepat sehingga menghasilkan gerak resiprokasi atau gerak bolak balik. Engkol digunakan untuk mengubah gerak melingkar menjadi gerak resiprokasi atau sebaliknya. Engkol akan berputar searah jarum jam sejauh 1800 menggerakan poros palang pintu sesuai dengan putaran motor. Perputaran motor di atur dengan sistem kontrol dari aurdino. Aurdino menerima hasil deteksi kartu melalui data yang dikirimkan sensor untuk selanjutnya dikelola sesuai dengan data yang di input oleh admin ke program aurdino. Kemudian aurdino membaca datanya apakah sesuai atau tidak. Apabila sesuai maka lampu hijau akan menyala dan mesin akan beroperasi dan sebaliknya jika kartu tidak sesuai dengan data aurdino maka lampu merah menyala dan mesin tidak beroperasi.



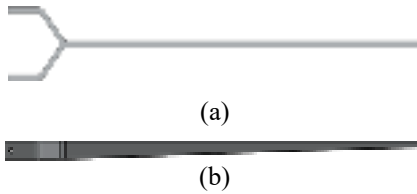
Gambar 4. Jarak komponen sensor dan palang pintu.



Gambar 5. Letak komponen sitem palang pintu otomatis



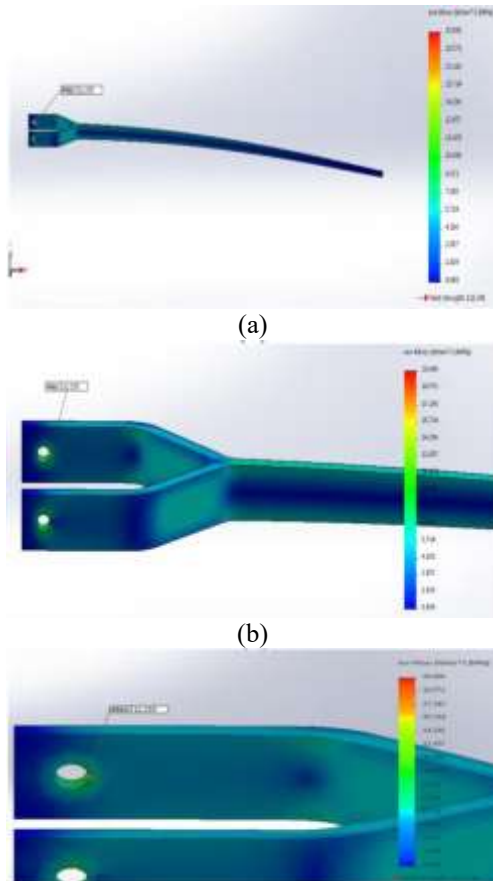
Gambar 6. Tampak samping palang pintu dan sensor



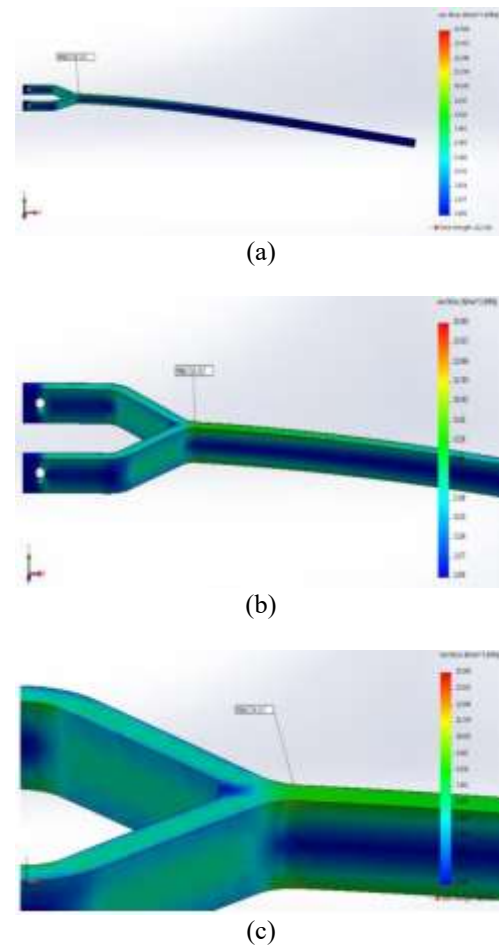
Gambar 7. (a) tampak atas, (b) tampak samping palang.

Hasil Analisis Tegangan (*Von Mises Stress*) Palang

Hasil tegangan ditampilkan berupa data visual yang disertai gradasi warna, dengan warna biru yang mengalami tegangan terkecil dan yang merah mengalami tegangan terbesar. Hasil analisis statik berupa data visual yang ditampilkan pada Gambar 8 hingga 10.



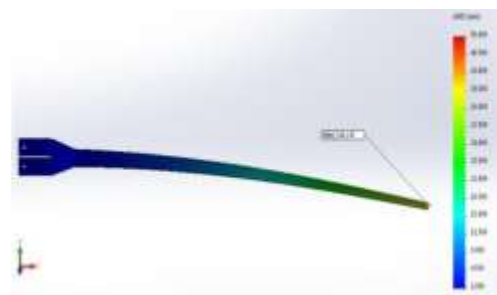
Gambar 8. (a), (b), dan (c) distribusi tegangan palang varian 1



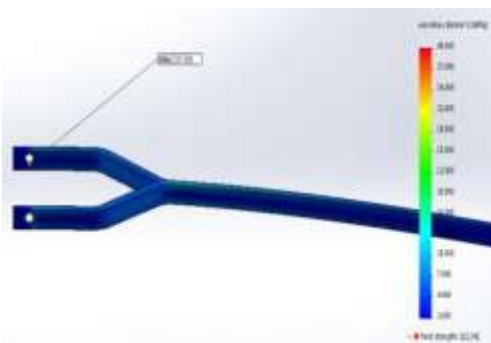
Gambar 9. (a), (b), dan (c) distribusi tegangan palang varian 2



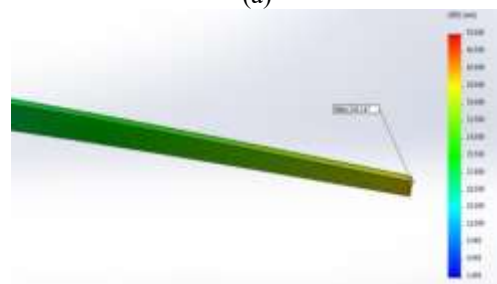
(a)



(a)



(b)



(b)

Gambar 11. (a) dan (b) distribusi displacement palang varian 1

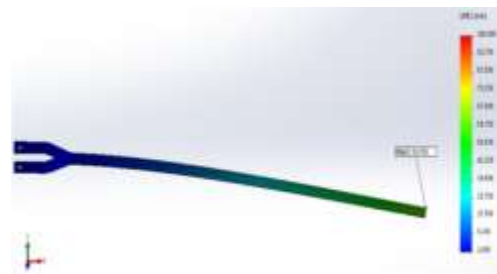


(c)

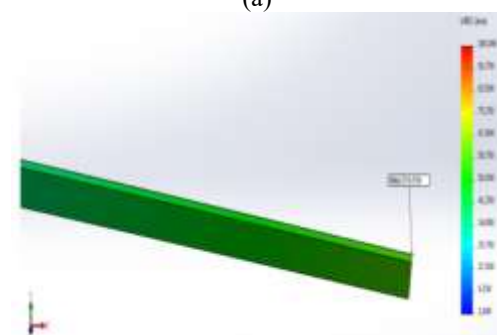
Gambar 10. (a), (b), dan (c) distribusi tengangan Palang Varian 3

Hasil Analisis *Displacement* Palang

Hasil *displacement* ditampilkan berupa data visual yang disertai gradasi warna, dengan warna biru yang mengalami *displacement* terkecil dan yang merah mengalami *displacement* terbesar. Hasil analisis statik berupa data visual yang ditampilkan pada Gambar 11 hingga 13.

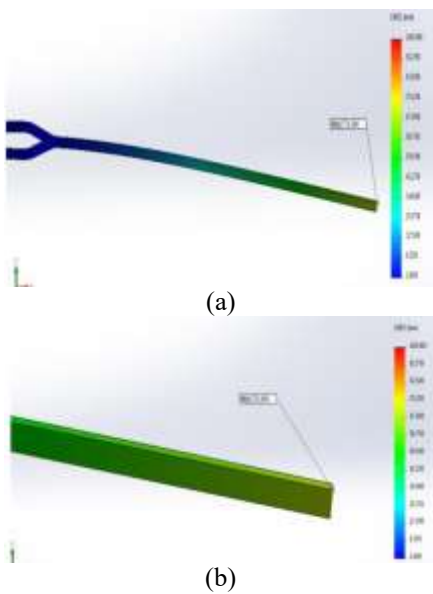


(a)



(b)

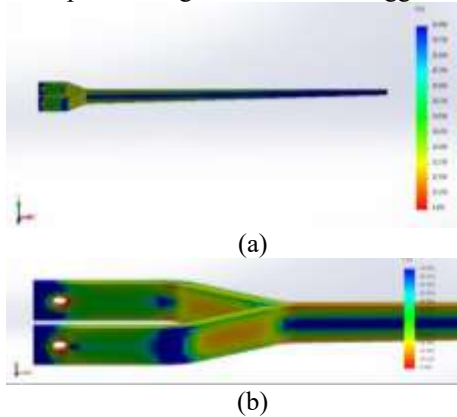
Gambar 12. (a) dan (b) distribusi *displacement* palang varian 2



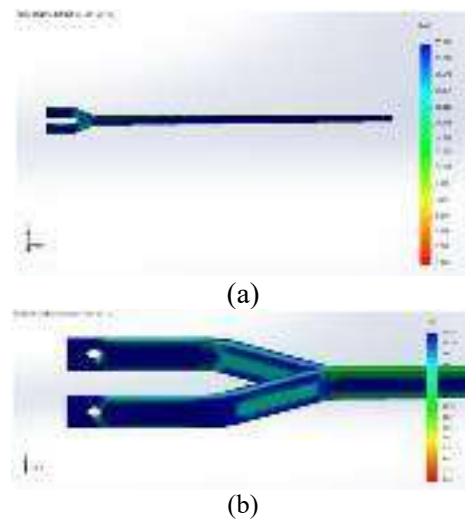
Gambar 13. (a) dan (b) distribusi displacement palang Varian 3

Hasil Analisis Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Palang

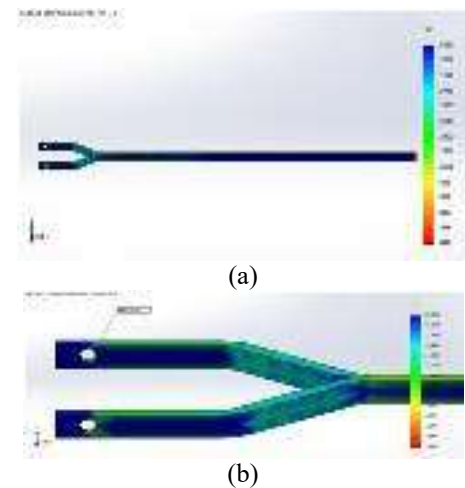
Hasil faktor keamanan ditampilkan berupa data visual yang disertai gradasi warna, dengan warna merah menunjukkan minimal faktor keamanan hingga yang warna biru menunjukkan faktor keamanan maksimal. Hasil analisis statik berupa data visual yang ditampilkan dengan Gambar 14 hingga 16.



Gambar 14. (a) dan (b) distribusi factor keamanan Palang Varian 1



Gambar 15. (a) dan (b) distribusi faktor keamanan Palang Varian 2

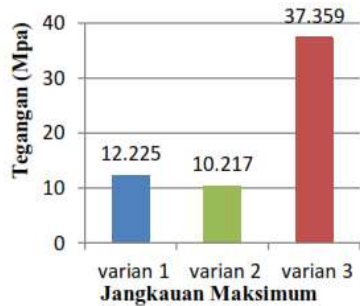


Gambar 16. (a) dan (b) distribusi faktor keamanan Palang Varian 3

Dari hasil perhitungan analisis desain diatas, maka di dapat nilai perbandingan von mises stress, displacement dan safety factor terjadi pada 3 varian palang yang setiap varian memiliki kelebihan dan kekurangan.

Palang varian 1 dengan panjang 350 cm lebar 5 cm dan tebal 6,5 cm, volume 12456,22 cm³, massa 12,46 kg adalah palang yang ukuran lebih besar dibandingkan dengan palang varian 2 dan varian 3. Besarnya tegangan maksimum pada palang varian 1

adalah 12,255 Mpa dan mengalami perpindahan sejauh 40,247 mm. Dengan ukuran yang lebih besar membuat palang varian 1 tidak bisa digunakan karena massanya lebih besar untuk digunakan pada komponen barrier gate otomatis.



Gambar 17. Perbandingan distribusi tegangan maksimal



Gambar 18. Perbandingan *displacement* maksimal

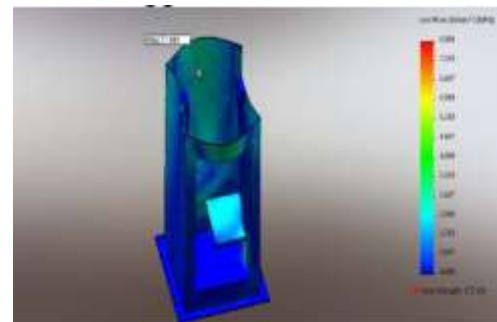
Palang varian 2 dengan panjang 350 cm lebar 4 cm tebal 4,5 cm, volume 8174,99 cm³, massa 8,17 kg adalah palang yang ukuran lebih kecil dari varian 1 dan lebih besar dari varian 3. Besarnya tegangan maksimum pada palang varian 2 adalah 12,255 MPa dan mengalami perpindahan sejauh 10,217 mm. Dengan ukuran yang lebih kecil dari varian 1 dan lebih besar dari varian 3 membuat palang varian 2 bisa untuk digunakan tapi massanya masih besar sangat berpengaruh pada perputaran poros. Palang varian 3 dengan panjang 250 cm lebar 3 cm tebal 4 cm, volume 4389,03 cm³, massa 4,39 kg adalah palang yang ukuran lebih kecil dibandingkan dengan palang varian 1 dan varian 2. Dengan ukuran yang lebih kecil membuat palang varian 3 baik untuk digunakan karena massanya lebih kecil

untuk digunakan pada komponen barrier gate otomatis.

Untuk lebih jelas perbandingan distribusi tegangan dan perpindahannya dapat dilihat pada Gambar 17 dan 18.

Hasil Analisis Tegangan, *Displacement*, dan Faktor Keamanan pada Komponen Rangka

Hasil tegangan dan *displacement* ditampilkan berupa data visual yang disertai gradasi warna, dengan warna biru yang mengalami tegangan dan perpindahan terkecil dan yang merah mengalami tegangan dan perpindahan terbesar. Sedangkan untuk hasil faktor keamanan ditampilkan berupa data visual yang disertai gradasi warna merah menunjukkan minimal faktor keamanan hingga yang warna biru menunjukkan faktor keamanan maksimal. Hasil analisis statik berupa data visual yang ditampilkan pada Gambar 19 hingga 21.

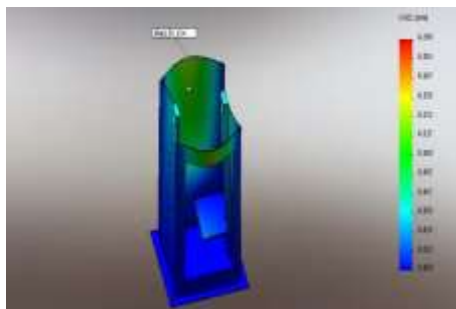


(a)

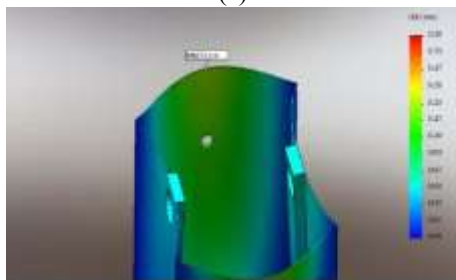


(b)

Gambar 19. (a) dan (b) distribusi tegangan pada Rangka

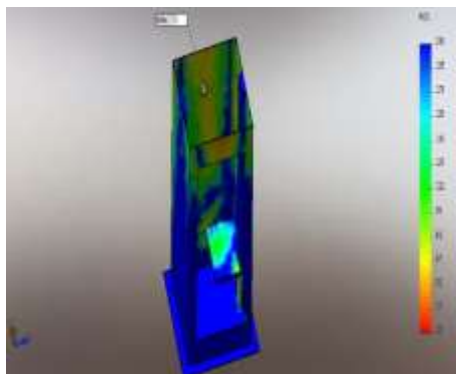


(a)

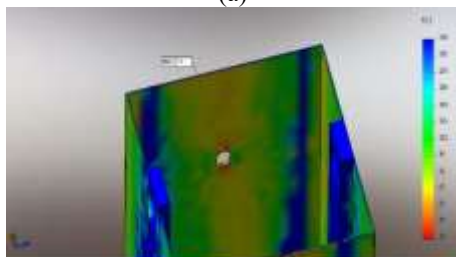


(b)

Gambar 20. (a) dan (b) distribusi displacement Pada Rangka



(a)



(b)

Gambar 21. (a) dan (b) distribusi faktor keamanan Pada Rangka

Tabel 1. Hasil Analisa Pada Rangka

Volume	8866,10 mm ³
Mass	8,87 kg
Von Mises Stress maximal	7,499 Mpa
Displacement maximal	0,134 mm
Safety factor	23

Pembahasan

Analisis Tegangan (Von Misses Stress) Palang

Distribusi tegangan (*von mises*) pada palang mempunyai pengaruh pada kekuatan palang. Hasil detail dari analisis tegangan menggunakan *solidworks* dapat dilihat dalam *stress analysis report* yang akan menampilkan bagian yang mengalami tegangan, ditunjukkan dengan simbol gradasi warna. Untuk menunjukkan perbedaan tingkatan tegangan yang ditunjukkan dengan warna biru untuk tegangan yang terkecil yaitu 0,3389 Mpa pada varian 1, kemudian 0,1031 Mpa pada varian 2 serta 0,08433 Mpa pada varian 3 dan warna hijau untuk tegangan yang terbesar yaitu 12,255 Mpa pada varian 1 kemudian 10,217 Mpa pada varian 2 dan 37,359 Mpa pada varian 3, seperti terlihat pada Gambar 8 hingga 10.

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan perbedaan tegangan maksimum yang terjadi pada palang dari satu varian dengan varian lainnya. Untuk melihat perbandingan tegangan maksimal yang diterima palang pada jangkauan maksimumnya dapat dilihat pada Gambar 17.

Berdasarkan Gambar 17 menunjukkan varian 3 mendapatkan nilai tegangan maksimal yang paling besar dengan nilai 37,359 Mpa. Nilai ini masih berada dibawah nilai batas izin kekuatan bahan untuk luluh (*yield strength*) dari sifat material komposit Hibrid Polyester sebesar 112,341 MPa, sehingga masih dapat dikatakan dalam batas

aman. Dengan demikian palang dapat dinyatakan aman dalam segala varian jangkauan maksimumnya.

Hasil analisis tersebut membuktikan bahwa posisi poros berputar sangat berpengaruh terhadap besarnya tegangan yang diterima palang.

Analisis Displacement Palang

Displacement dapat mempengaruhi kinerja palang. Untuk itu analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai perpindahan maksimal yang dialami oleh palang setelah diberikan gaya statik pada jangkauan maksimumnya. Hasil analisis dari perpindahan (displacement) pada palang ini berupa daerah yang mengalami perubahan bentuk atau perubahan jarak terbesar dari daerah yang dikenai gaya. Perubahan jarak terbesar ditunjukkan dengan luasan area yang berwarna merah sedangkan bagian yang mengalami perubahan jarak terkecil ditunjukkan dengan warna biru. Perubahan tersebut ditampilkan secara visual dalam Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13 yang memiliki karakteristik berupa gradasi warna sebagai batasan dalam menentukan bagian minimal dan maksimalnya.

Untuk melihat perbandingan displacement maksimal palang pada jangkauan maksimumnya dapat dilihat pada Gambar 18, ilustrasi diagram hasil perbandingan perpindahan maksimal yang diterima oleh palang terhadap tiga varian jangkauan maksimumnya. Berdasarkan Gambar 18, varian 1 mengalami perpindahan maksimal perubahan jarak sebesar 40,247 mm, varian 2 sebesar 59,558 mm dan varian 3 sebesar 71,806 mm. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada varian 2 dan 3 adalah varian yang mengalami tegangan (von mises) yang paling besar. Tegangan terbesar yang terjadi tidak membuat luluh material dari palang, sehingga perpindahan yang dialami palang adalah deformasi elastis. Deformasi elastis ini terjadi akibat adanya beban yang jika beban ditiadakan, maka material akan kembali seperti ukuran dan bentuk semula. Setiap posisi palang yang dianalisis mengalami perpindahan yang berbeda, perbedaan tersebut terjadi dikarenakan palang menerima beban

dengan arah gaya yang berbeda setiap posisinya. Perpindahan maksimal terjadi pada ujung palang yang ditunjukkan dengan gradasi warna hijau dan merah.

Analisis Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Palang

Dalam sebuah desain factor keamanan (*factor of safety*) merupakan suatu patokan yang digunakan dalam menentukan kualitas dan kelayakan. Demikian juga dalam desain palang ini kita bisa mengetahui nilai keamanan minimal pada saat palang menerima gaya statik dengan masing - masing tiga arah gaya sesuai jangkauan minimal nilai factor of safety minimal kurang dari satu, maka desain tersebut dapat dikatakan tidak aman atau cenderung membahayakan. Sebaliknya jika nilai factor of safety lebih dari satu (antara 1-3) maka desain tersebut dapat dikatakan berkualitas baik, aman dan layak digunakan. Antara Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16.

Dari hasil analisis *factor of safety* didapatkan angka keamanan minimal pada varian 1 adalah 9,2 sedangkan pada varian 2 didapatkan nilai minimal dari *factor of safety* adalah 11 dan pada varian 3 nilai minimal dari *factor of safety* adalah 3. Ketiga nilai *factor of safety* yang didapatkan dari analisis tersebut memiliki batas minimal masing - masing. Berdasarkan pernyataan diatas dengan batas minimal nilai yang didapatkan pada varian 1, varian 2, dan varian 3, dapat dikatakan desain perancangan yang digunakan pada palang berkualitas baik dan layak digunakan, dikarenakan batas minimal dari *factor of safety* yang didapatkan lebih dari satu.

Analisis Tegangan, Displacement, dan Faktor Keamanan Pada Komponen Rangka

Analisis Tegangan

Distribusi tegangan (*von mises*) pada rangka mempunyai pengaruh pada kekuatan rangka. Hasil detail dari simulasi tegangan menggunakan solidworks dapat dilihat dalam stress analysis report yang akan menampilkan bagian yang mengalami tegangan, ditunjukkan dengan simbol gradasi warna. Untuk

menunjukkan perbedaan tingkatan tegangan yang ditunjukkan dengan warna biru untuk tegangan yang terkecil yaitu 0,032 Mpa dan warna merah untuk tegangan yang terbesar yaitu 7,499 Mpa.

Nilai ini masih berada dibawah nilai batas izin kekuatan bahan untuk luluh (yield strength) dari sifat material Stainless Steel sebesar 172.399 Mpa, sehingga masih dapat dikatakan dalam batas aman. Dengan demikian rangka dapat dinyatakan aman dalam segala varian jangkauan maksimumnya. Hasil simulasi tersebut membuktikan bahwa posisi pangkuan motor sangat berpengaruh terhadap besarnya tegangan yang diterima rangka.

Analisis Displacement

Displacement dapat mempengaruhi kinerja rangka. Untuk itu analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai perpindahan maksimal yang dialami rangka setelah diberikan gaya statik pada jangkauan maksimumnya. Hasil simulasi dari perpindahan (displacement) pada rangka ini berupa daerah yang mengalami perubahan bentuk atau perubahan jarak terbesar dari daerah yang dikenai gaya. Perubahan jarak terbesar ditunjukkan dengan luasan area yang berwarna merah sedangkan bagian yang mengalami perubahan jarak terkecil ditunjukkan dengan warna biru. Perubahan tersebut ditampilkan secara visual dalam Gambar 20 yang memiliki karakteristik berupa gradasi warna sebagai batasan dalam menentukan bagian minimal dan maksimalnya. Nilai maksimal displacement yang terjadi pada komponen rangka adalah 0,134 mm.

Analisis Faktor Keamanan

Dalam sebuah desain factor keamanan (factor of safety) merupakan suatu patokan yang digunakan dalam menentukan kualitas dan kelayakan. Demikian juga dalam desain rangka bisa mengetahui nilai keamanan minimal pada saat rangka menerima gaya statik dengan masing - masing tiga arah gaya sesuai jangkauan minimal nilai factor of safety minimal kurang dari satu, maka desain

tersebut dapat dikatakan tidak aman atau cenderung membahayakan. Sebaliknya jika nilai factor of safety lebih dari satu (antara 1-3) maka desain tersebut dapat dikatakan berkualitas baik, aman dan layak digunakan. Dari hasil analisis factor of safety didapatkan angka keamanan minimal pada rangka adalah 23.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya yaitu :

- Peneliti berhasil menganalisis desain palang menggunakan material komposit Hibrid Polyester dengan bentuk yang optimal untuk membatasi penyebaran virus corona agar tetap terjaga keamanan dan kenyamanan.
- Palang pintu otomatis menggunakan penggerak engkol dari putaran motor yang dikontrol aurdino dan selanjutnya diteruskan ke poros palang pintu.
- Analisis statik dari 3 (tiga) varian komponen palang yang lebih baik untuk digunakan adalah varian 3 dengan panjang 250 cm x lebar 3 cm tebal 4 cm yang mendapatkan paling besar dengan nilai 37,359 Mpa.
- Analisis statik komponen rangka dengan ukuran 40 cm x 40 cm dan tinggi 100 cm yang memiliki tegangan maksimum 7,499 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Santoso, Anggara M. 2013. *Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Informasi Terhadap Kinerja Individu Mahasiswa Program Pendidikan Strata Satu*. Jurusan Akuntansi Di STIE Perbanas Surabaya. <http://eprints.perbanas.ac.id/1218/2/COVER.pdf>. [Diakses 22 September 2020].
- [2]. <https://kupang.antaranews.com/berita/40301/artikel--mencegah-penyebaran->

- covid-19-dari-klaster-perkantoran-di-kota-kupang. [Diakses 20 november 2020].
- [3]. Mukthar, Agus., Styoadi, Yuris., Burhanuddin, Aan. 2017. *Desain Dan Simulasi Frame Dan Body Kendaraan Konsep Urban Menggunakan Solidwork 2015CAD*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas PGRI Semarang.
- [4]. Salafuddin, Hafizd. 2016. *Desain Dan Analisis Kekuatan Pada Rangka Kendaraan Jenis Prototype Sesuai Standar Hell Eco Marathon Asia*. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- [5]. Hariyanto, Puji. 2013. *Desain Barrier Gate Dan Sistem Kontrolnya Untuk Sistem Parkir Ramah Lingkungan Berbasis Programmable Logic Control (Plc) Dan Scada*. Jurusan Teknik Mesin Semarang.
- [6]. Nayiroh, Nurun. 2013. *Teknologi Material Komposit*.
http://nurun.lecturer.uin malang.ac.id/wpcontent/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf. [Diakses 22 September 2020].
- [8]. Adriati, Maya. 2016. *Sintensis Dan Karakteristik Komposit Polyester Serat Daun Lonrtar Dengan Penambahan Variasi Kosentrasi Kalium Pemanggat (K_{mno4})*. Program Studi S-1 Fisika Departemen Fisika Universitas Airlangga.
- [9]. Kurniadi, Dedi. 2018. *Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- [10]. Yuvenda, Dori. 2017. Analisis Kekuatan Pegas Pressure Reducer Sebagai Penurunan Tekanan Pada Mesin Duel Fuel. Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. 2 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. [(Diakses Pada 19 Oktober 2020)].
- [11]. Callister, Jr. William. D, 2007, *Material Scince and Engineering AnIntroduction. United State of America. Quebeecor Versailles*.
- [12]. Sabuin, Adoniram., dkk. 2015. *Pengaruh Temperatur Pengovenan terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serat Glass dan Serat Daun gewang*. Teknik Mesin Universita Nusa Cendana. Http://Ejournal-Fst-Unc.Com/Index.Php/LJTMU/Index. [Diakses Pada 19 Oktober 2020].
- [13]. Teriandi, Gilang. 2019. *Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [14]. Mubarak, Saiful. 2019. *Pengaruh Variasi Material dan Beban Terhadap Tegangan dan Faktor Keamanan pada Desain Pencakar Inner Puller Bearing Berbasis Simulasi Menggunakan Solidworks*. Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.