

Analisis Numerik Terhadap Sambungan Prototipe Pengganti Rahang Patah Pada Manusia Menggunakan Perangkat Lunak *Solidworks*

Rakhmad Arief Siregar^{1*}, M. Yusuf R. Siahaan²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

*Email: rakhmadarief @staff.uma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengujian sambungan prototipe pada rahang patah manusia dengan menggunakan perangkat lunak Solidworks. Tahap awal yang dilakukan yaitu dengan menentukan jenis-jenis sambungan yang dapat digunakan pada prototipe pengganti rahang patah, kemudian dilakukan pemodelan rahang patah, dan tahap akhir yaitu menganalisis kekuatan sambungan rahang patah dengan prototipe pengganti rahang patah menggunakan Solidworks akibat beban statik. Dari hasil analisis pengujian pertama dari ketiga model sambungan rahang patah yang telah dirancang memiliki nilai Von Mises yang berbeda dimana nilai tertinggi diperoleh oleh model chin plate sebesar 838.3 MPa dan hasil pengujian dengan pemberian beban terhadap ketiga model pada pengujian sambungan rahang patah pada manusia menggunakan perangkat lunak Solidworks diperoleh nilai terkecil pada model grid plate sebesar 44.1 MPa.

Kata kunci: Prototipe, Rahang patah, *Solidworks*, *Von mises stress*.

Abstract

This study was conducted to analyze the testing of prototype joints in human fractured jaws using Solidworks software. The initial stage is to classify the types of joints that can be used on a broken jaw replacement prototype, then modeling a broken jaw is carried out, and the final stage is to analyze the strength of a broken jaw joint with a broken jaw replacement prototype using Solidworks due to static loads. From the results of the analysis of the first test of the three models of fractured jaw joints that have been designed to have different von Mises values where the highest value is obtained by the chin model of 838.8 MPa and the results of testing by applying force to the three models in testing broken jaw joints in humans using a device. Solidworks software obtained the smallest value on the grid plate model of 44,1 MPa.

Keywords: *Prototype, broken jaw, Solidworks, Von mises stress.*

Pendahuluan

Rahang adalah dua bagian tulang wajah yang terletak di atas dan bawah rongga mulut sebagai tempat gigi untuk tumbuh. Rahang terdiri dari rahang bawah yang dapat digerakkan (mandibula) dan rahang atas yang tetap (maxila). Rahang digunakan untuk menggigit dan mengunyah makanan dengan cara digerakan berlawanan satu sama lain [1]. Mandibula adalah bagian dari tulang wajah. Mandibular dimana satu-satunya tulang wajah yang bisa bergerak. Sudut mandibula pada manusia merupakan tulang yang sangat lemah sehingga mudah retak dan patah karena kekerasan fisik, olahraga, kecelakaan lalu lintas, kecelakaan industri, atau proses patologis [2-4]. Sudut mandibula pada manusia adalah bagian yang paling umum terjadi patah tulang. Fraktur sudut mandibula memiliki komplikasi pasca operasi tertinggi di antara semua fraktur pada rahang manusia, dan bentuk plat dan patahnya pelat adalah alasan utama terjadinya komplikasi setelah dilakukan fiksasi pada rahang manusia [5-6].

Fraktur sudut mandibula pada rahang manusia diperlukan sambungan yang tepat dan nyaman dalam penggunaannya setelah proses pemasangan. Perangkat lunak Solidworks digunakan dalam merancang dan menganalisis sambungan pengganti rahang patah buatan pada manusia sehingga dihasilkan sifat mekanik yang tangguh, aman dan bebas infeksi maupun dislokasi. Kombinasi material bio dapat memperkuat struktur plat sambungan seperti banana stem mendistribusikan hasil akhir yang prospektif [7], pemakaian

teknologi AM (Additive Manufacturing) pada implan bidang kesehatan, kajian konsentrasi tegangan pada plat, dampak laju regangan dan simulasi numerik telah dikaji sebelumnya [8-11]. Penelitian ini bertujuan menetapkan jenis-jenis sambungan yang dapat diaplikasi pada pengganti rahang patah tubuh manusia, memodelkan jenis-jenis sambungan, dan menganalisis kekuatan jenis sambungan yang dapat diimplementasikan pada rahang patah tubuh manusia dengan memanfaatkan perangkat lunak Solidworks [12].

Teori

Anatomi Tulang Mandibula

Mandibula merupakan tulang yang besar dan paling kuat pada daerah muka. Dibentuk oleh dua tulang simetris yang mengadakan fusi dalam tahun pertama kehidupan. Tulang ini terdiri dari korpus, yaitu suatu lengkungan tapal kuda dan sepasang ramus yang pipih dan lebar yang mengarah keatas pada bagian belakang dari korpus. Fraktur mandibula didefinisikan sebagai deformitas linier atau terjadinya diskontinuitas tulang yang disebabkan oleh ruda paksa. Fraktur dapat terjadi akibat trauma atau karena proses patologis. Fraktur mandibula adalah putusnya kontinuitas tulang mandibula. Benturan yang keras pada wajah dapat menimbulkan fraktur mandibular. Toleransi mandibula terhadap benturan lebih tinggi daripada tulang-tulang wajah yang lain [13-14]. Berikut ini tipe fraktur pada rahang patah manusia [15] yaitu;

1. Fraktur *incomplete*, dimana pada satu sisi dari tulang mengalami fraktur sedangkan pada sisi yang lain tulang masih terikat.
2. Fraktur *greenstick*, biasanya didapatkan pada anak-anak karena periosteum tebal.

Biomekanik Fraktur Rahang Manusia

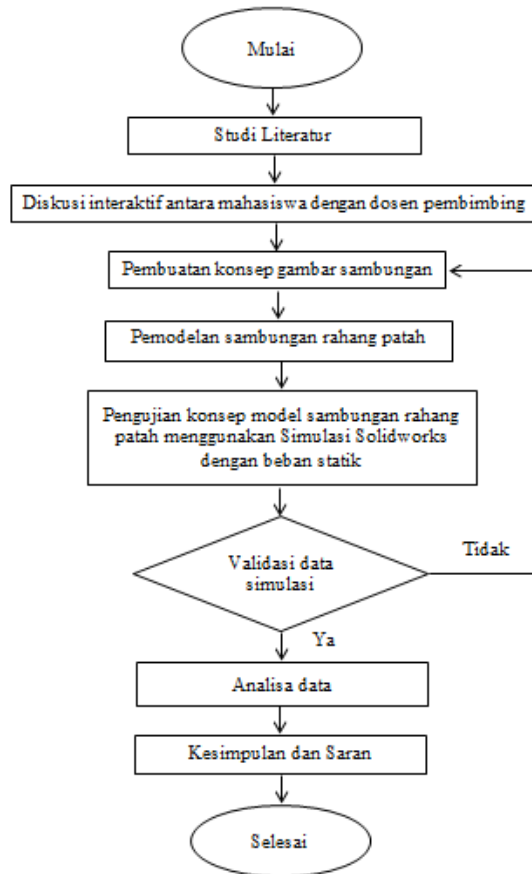
Konsep biomekanik pada perawatan fraktur mandibula perlu dipahamisebab keadaan statik dan dinamik dapat mempengaruhi proses penyembuhan fraktur. Tujuan dari semua terapi fraktur adalah mengembalikan bentuk dan fungsiseperti semula. Hal tersebut dapat dicapai dengan melakukan imobilisasi menggunakan fiksasi internal dan eksternal. Pada waktu mandibula mengalami fraktur, prinsip perawatan dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan-kekuatan sisi dari aksis imajiner sehingga kedua kekuatan tegangan yang berlawanan tersebut harus dinetralisir untuk mendapatkan reduksi fungsional yang stabil [16].

Solidworks

Solidworks adalah software yang berfungsi pada komputer untuk membuat gambar pemodelan geometri dan mampu melakukan analisa struktur kekuatan dengan bentuk numerik. Parameter numerik pada perangkat lunak Solidworks adalah teori perumusan metode elemen hingga untuk merancang komponen *manufacturing* baik dalam permesinan, *furniture*, dan sebagainya yang membutuhkan part atau assembly dengan metode analisis beban statik maupun dinamis [17].

METODOLOGI PENELITIAN

1. Studi literatur
2. Diskusi interaktif
3. Pembuatan konsep gambar sambungan
4. Pemodelan sambungan rahang patah
5. Pengujian menggunakan Simulasi Solidworks
6. Validasi data simulasi
7. Analisa data



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Hasil

Penentuan konsep sambungan pada penelitian di awali dengan mengumpulkan informasi tentang model sambungan, tipe dan jenis sambungan rahang manusia dan merangkumnya dalam bentuk tabel morfologi untuk menentukan model sambungan yang paling baik dari segi kekuatan, kenyamanan dan ekonomis seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis morfologi menentukan spesifikasi konsep sambungan.

No.	Subsolusi Konsep				
	Bagian Rahang	Pengait Sambungan	Lubang	Jumlah Pengait (Pcs)	Model Sambungan
1.	Os Maxilla	Sekrup	Kerucut	8	Pelat Sagittal
2.	Mandibula	Kawat	Tegak lurus	6	Chin Plate
3.	Midface	Nail atau Rod	Lubang miring	4	Grid Plate

Kombinasi konsep sambungan berdasarkan data analisis morfologi pada tabel 1 dapat mewujudkan pemilihan kriteria model konsep yang tepat sehingga diperoleh hasil 3 konsep model sambungan rahang patah yang dapat dilihat pada gambar 2-4.



Gambar 2. Konsep model 1.

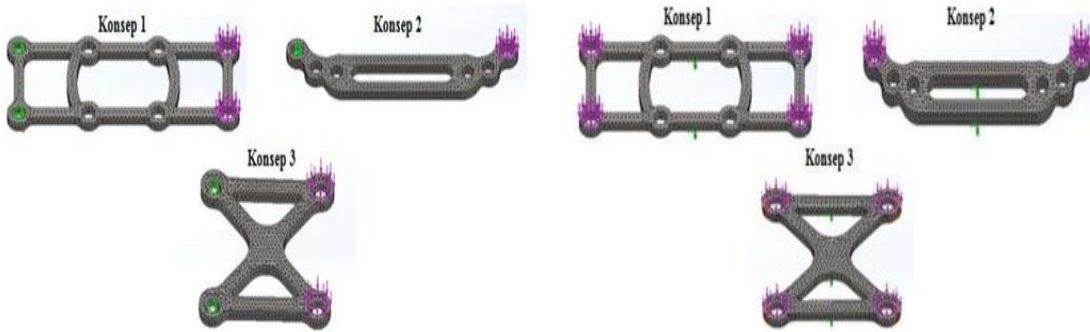


Gambar 3. Konsep model 2



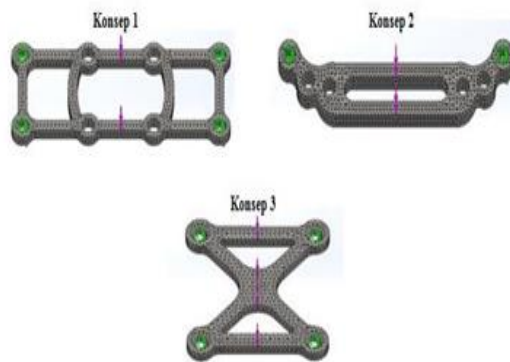
Gambar 4. Konsep model 3.

Analisis numerik dilakukan terhadap ketiga konsep model dengan variasi letak pembebanan statik dan tumpuan yang ditunjukkan pada gambar 5-10.

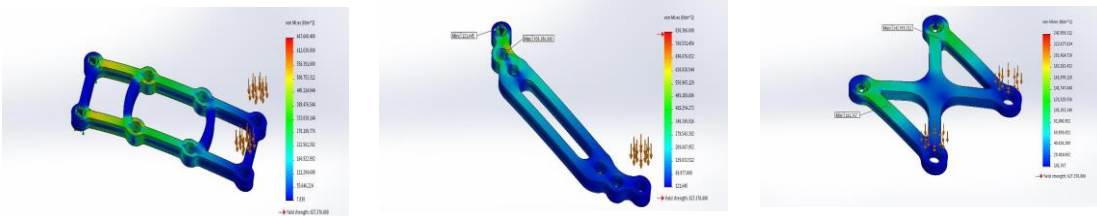


Gambar 5. Pengujian variasi 1.

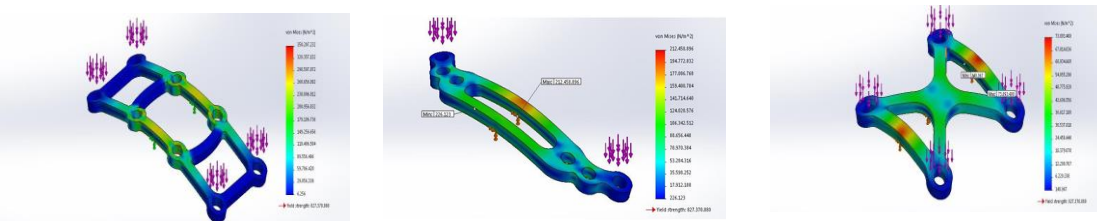
Gambar 6. Pengujian variasi 2.



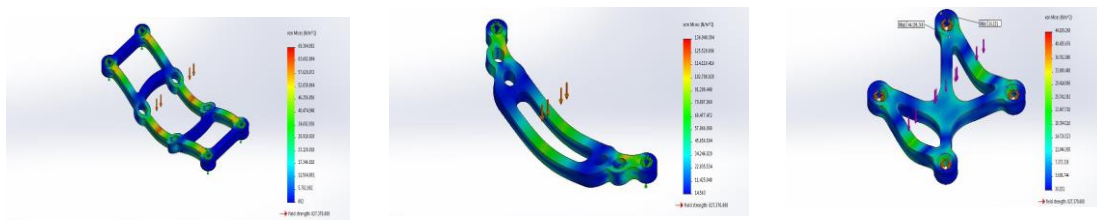
Gambar 7. Pengujian variasi 3.



Gambar 8. Tampilan hasil pengujian variasi 1 terhadap 3 konsep model.



Gambar 9. Tampilan hasil pengujian variasi 2 terhadap 3 konsep model.

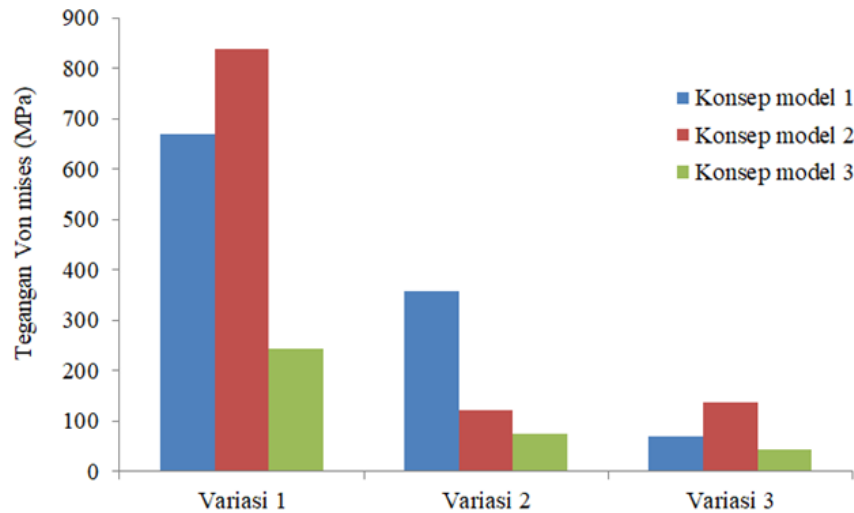


Gambar 10. Tampilan hasil pengujian variasi 3 terhadap 3 konsep model.

Berlandaskan tampilan data simulasi numerik dari perangkat lunak Solidworks diperoleh hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Tegangan Von mises hasil simulasi numerik menggunakan Solidworks.

Uraian	Tegangan Von mises (MPa)		
	Pengujian variasi 1	Pengujian variasi 2	Pengujian variasi 3
Konsep model 1, F = 29.4 N	667.6	358.2	69.3
Konsep model 2, F = 29.4 N	838.3	121.4	136.9
Konsep model 3, F = 29.4 N	242.8	73.09	44.1



Gambar 11. Grafik Tegangan Von mises hasil simulasi numerik Solidworks.

Nilai tegangan Von mises terbesar dimiliki oleh konsep model 2 sesuai hasil simulasi numerik dengan pengujian variasi 1 dan nilai tegangan Von mises terkecil juga ada pada konsep model 3 dari hasil simulasi numerik dengan pengujian variasi 3.

Kesimpulan

1. Jenis sambungan rahang patah berhasil ditetapkan berlandaskan data analisis morfologi sehingga dicapai 3 konsep sambungan yang dapat digunakan pada tubuh manusia.
2. Hasil 3 konsep sambungan diwujudkan pada pemodelan geometrik sambungan yang menyesuaikan dimensi tubuh manusia menggunakan perangkat lunak Solidworks.
3. Analisis numerik yang dilakukan dengan simulasi Solidworkd akibat beban statik diperoleh hasil nilai tegangan Von mises dari semua konsep model sambungan. Nilai tegangan Von mises tertinggi sebesar 838.3 MPa yang terjadi pada konsep model 2 dengan pengujian variasi 1 sedangkan nilai tegangan Von mises terendah sebesar 44.1 MPa dimiliki oleh konsep model 3 dengan pengujian variasi 3.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Medan Area yang telah membantu penelitian dan memberikan izin penggunaan fasilitas laboratorium untuk terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Hetty Anggrawati K. dan Sagung Agung Putri Dwi Astut, *Histologi dan Anatomi Fisiologi Manusia*, Cetakan pertama, Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, 2017.
- [2] Bontrager, Kenneth L. and John P. Lampignano, *Textbook Radiographic Positioning And Related Anatomy*, 9th edition, New York: Elsevier Mosby, 2005.

- [3] Eben E. Manalu., “Hubungan Antara Lokasi Fraktur Mandibula Dengan Kejadian Maloklusi Pasca Orif di RSUP H. Adam Malik Medan”, Tesis Magister, Universitas Sumatera Utara, Indonesia, 2018.
- [4] Mirta Hedyati Reksodiputro dan Noval Aldino, “Penatalaksanaan Fraktur Simfisis Mandibula Dengan Dua Perpendicular Mini-Plates”, ORLI, vol. 47, no. 2, pp. 185-192, 2017.
- [5] Ika Ratna Maulan, “High Condylectomy Pada Kasus Fraktur Kondilus”, JITEKGI (Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi), vol. 13, no. 1, pp. 27-33, 2017.
- [6] Nicco Marantson, “Penggunaan Arch Bar pada Fraktur Dentoalveolar”, Majalah Biomorfologi, vol. 29, no. 1, pp. 19-26, 2019.
- [7] A.J. Zulfikar, B. Umroh, and M. Y. R. Siahaan, "Design and manufacture of skateboard from banana stem", JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy), vol. 3, no. 2, pp. 109-116, 2019.
- [8] S.F. Khan, K. W. Dalgarno, R. A. Siregar, "Indirect Additive Manufacturing (AM) of ApatiteWollastonite (A-W) Glass-Ceramic for Medical Implants", Applied Mechanics and Materials, vol. 786, pp. 354-360, 2015.
- [9] Rakhmad Arief Siregar, Khairul Umurani, Rahmatullah, Cahyo, “Pengaruh Diameter Lubang Pada Faktor Konsentrasi Tegangan Untuk Plat Isotropis”, Jurnal RMME, vol 2, no. 1, pp. 17-23, 2019.
- [10] Siregar R. A., Daimaruya, M., Kobayashi, H., and Shimada H., “Strain rate effect on impact tensile stress of concretes by method of reflected tensile stress waves”, J. Japan Exp. Mech., vol. 4, no. 3, pp. 56-61, 2004.
- [11] A.J. Zulfikar, A. Sofyan and M. Y. R. Siahaan, “Numerical Simulation on The Onion Dryer Frame Capacity of 5 kg/hour”, JMEMME (Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy), vol. 2, no. 2, pp. 86-92, 2018.
- [12] Anditya, S. D., *Membuat desain komponen mekanis 2D & 3D Solidworks*, Yogyakarta: Percetakan Andi, 2016.
- [13] Jonas T. Johnson and Clark A. Rosen, *Mandibular Fracture in Bailey's Head and Neck Surgery*, Volume 1, Fifth Edition, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
- [14] John Oeltjen and Larry Hollier, “Acute Management of Head and Neck Trauma”, Current Therapy in Plastic Surgery, pp. 217-222, 2009.
- [15] Ehab Abdelfadil and Ahmed S. Salim, “Infected Mandibular Fracture: Risk Factors and Management”, Oral Hygiene & Health, vol 1, no 1, pp. 1-8, 2013.
- [16] Anan Tanwilaisiri, dkk, “Design and fabrication of modular supercapacitors using 3D printing”, Journal of Energy Storage, vol 16, pp. 1-7, 2018.
- [17] M. Zainal Abdi, *Solidworks untuk Desain Manufaktur*, Bandung: Percetakan Modula, 2018.