

ANALISIS SISTEM KONTAK GIGI MANUSIA DENGAN KONDISI OVERBITE DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

*Theresia Evida Gloriarista¹, Jamari², Tri Indah Winarni³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460069

³Dosen Jurusan Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62248454714

*E-mail: theresia.evida55@gmail.com

Abstrak

Gigi memiliki peranan penting terhadap kehidupan seseorang. Selain membantu dalam mengonsumsi makanan, gigi juga membantu seseorang untuk mempertahankan bentuk wajah, berbicara dengan artikulasi yang jelas dan meningkatkan kepercayaan diri. Maloklusi merupakan penyimpangan yang terjadi pada bentuk dan jumlah gigi seseorang, hal ini umum dialami oleh anak – anak hingga orang dewasa. Salah satu contoh maloklusi yang diteliti pada studi ini yaitu overbite. Dimana kondisi ini merupakan pengukuran vertikal antara tepi incisal gigi insisivus maksila dan mandibula lebih dari normal. Pada penelitian ini digunakan metode elemen hingga untuk mengetahui titik maksimum dan minimum von Mises yang terjadi pada gigi mandibula dan maksila dengan kondisi overbite. Displacement yang terjadi sangat besar ketika seseorang dengan kondisi overbite melakukan gerakan menggrertakkan, menggesekkan, dan menekan gigi rahang atas dan bawah ke kiri dan kanan.

Kata Kunci: displacement; metode elemen hingga; overbite; von mises

Abstract

Teeth have an important role in someone's life. Besides helping in consuming food, teeth also help a person to maintain the shape of the face, speak with clear articulation and increase self-confidence. Malocclusion is a deviation that occurs in the shape and number of a person's teeth, this is common in children and adults. One example of malocclusion examined in this study is overbite. Where this condition is a vertical measurement between the incisal edges of the maxillary and mandibular incisors more than normal. In this study, the finite element method was used to determine the maximum and minimum von Mises points that occur in mandibular and maxillary teeth with overbite conditions. The displacement that occurs is very large when someone with an overbite condition makes grinding, rubbing, and pressing the teeth of the upper and lower jaw to the left and right.

Key Word: displacement; finite element method; overbite; von mises

1. Pendahuluan

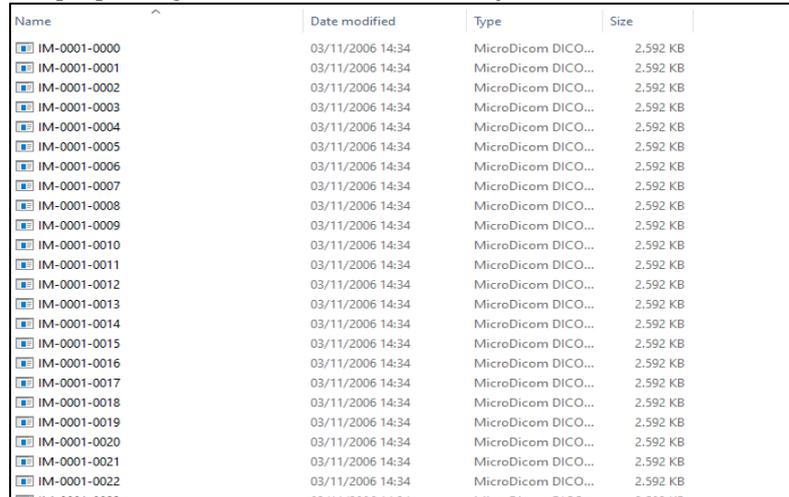
Pasca pandemi Covid-19 beberapa tahun lalu, semakin disadari bahwa kesehatan adalah aset yang sangat berharga, termasuk kesehatan gigi. Gigi yang sehat berarti fungsi biomekanik yang sesuai, yang merupakan faktor penting dalam kesehatan keseluruhan seseorang. Menurut penelitian, seseorang yang kehilangan gigi dapat menyebabkan rasa tidak nyaman, mengganggu bicara, mengurangi kemampuan makan dan tidur, serta mempengaruhi harga diri dan kepercayaan diri [1]. Namun, dalam kehidupan sehari-hari banyak hal yang dapat merusak gigi. Sebuah studi tentang “Oral health – related quality of life” menemukan bahwa kesehatan gigi tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi kesehatan mulut mereka, tetapi juga oleh karakteristik demografi dan sosial ekonomi lainnya. Subjek dari berbagai usia, tingkat pendidikan, dan keadaan sosial ekonomi dapat memberikan penekanan yang berbeda pada perawatan gigi mereka [2].

Dalam dunia medis diketahui terdapat istilah malocclusion, yaitu oklusi gigi geligi yang menyimpang dari normal. Penyimpangan yang dimaksud berarti bentuk dan jumlah dari kelompok gigi [3]. Maloklusi sangat umum terjadi di usia kanak – kanak hingga dewasa. Salah satu maloklusi yang umum terjadi adalah deep bite [4]. Jenis gigitan lain yaitu overbite, open bite, dan under bite. Pada penelitian ini menggunakan rekonstruksi dari gigi overbite. Tujuan dari penelitian ini adalah, untuk mengetahui distribusi tegangan pada gigi pasien dan mengetahui total deformasi yang terjadi saat pasien dengan kondisi overbite tidak melakukan tindakan medis untuk memperbaiki bentuk dan jumlah gigi yang dimiliki, dengan menggunakan metode elemen hingga. Analisis elemen hingga memberikan solusi perkiraan untuk model matematika. Karena FEM adalah metode numerik, maka perlu untuk menilai akurasi solusi. Jika kriteria akurasi tidak terpenuhi, solusi numerik harus diulangi dengan parameter solusi yang disempurnakan hingga akurasi yang cukup tercapai [6].

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur bertujuan untuk menemukan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan serta mempelajari penelitian terdahulu, jurnal, literatur yang memiliki relevansi dengan tugas akhir, serta mengumpulkan data dan mencari *file* DICOM ((*Digital Imaging and Communications in Medicine*)[5]. Penelitian ini menggunakan hasil CT Scan seorang pasien dengan kondisi *overbite*. *Overbite* merupakan pengukuran vertikal antara tepi incisal gigi insisivus maksila dan mandibula lebih dari normal ketika mandibula dibawa ke dalam oklusi sentrik maupun habitual [6]. Hasil *CT Scan* 2d berformat DICOM, kemudian di rekonstruksi sehingga membentuk gambar 3 dimensi. Format DICOM sendiri merupakan lapisan dari vektor yang membentuk sebuah gambar. Sehingga saat merekonstruksi harus dapat menerjemahkan tiap lapisan agar tidak merubah bentuk dan jumlah mandibula dan maksila pasien.



| Name | Date modified | Type | Size |
|--------------|------------------|--------------------|----------|
| IM-0001-0000 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0001 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0002 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0003 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0004 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0005 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0006 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0007 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0008 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0009 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0010 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0011 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0012 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0013 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0014 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0015 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0016 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0017 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0018 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0019 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0020 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0021 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |
| IM-0001-0022 | 03/11/2006 14:34 | MicroDicom DICO... | 2.592 KB |

Gambar 1. Kumpulan *file microdicom* yang membentuk DICOM

Selanjutnya mengumpulkan data dari hasil studi literatur. Dibedakan menjadi 2 simulasi, yang bertujuan simulasi awal sebagai validasi dan simulasi kedua sebagai penelitian. Dari studi literatur tersebut, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. *Material Properties* [7]

| Material | Modulus of Elasticity (Gpa) | Poisson ratio |
|----------------|-----------------------------|---------------|
| Teeth | 48 - 84 | 0.2 |
| Gold | 79 | 0.42 |
| Zirconium | 100 | 0.22 |
| Titanium alloy | 110-117 | 0.37 |
| Ceramics | 96 | 0.26 |

Selain data diatas, diketahui juga pada literatur tersebut gigi yang di-meshing menghasilkan 12,327 elements dan 20,386 nodes. Penelitian yang dilakukan oleh Joshi et al., menerapkan persamaan :

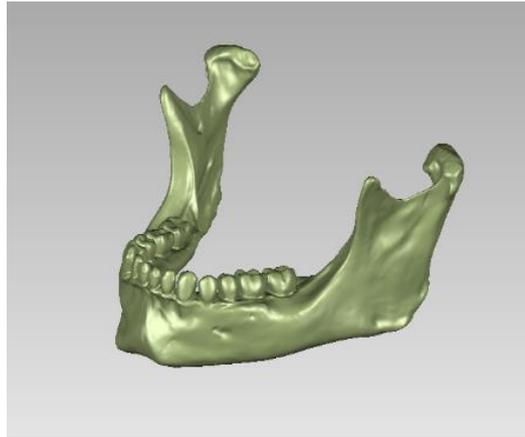
$$\{F\} = \{K\} * \{U\} \quad (1)$$

Dimana U merupakan vektor perpindahan nodal, K adalah matriks kekakuan, dan F merupakan gaya yang diterapkan. Sehingga perpindahan nodal dapat dicari besarnya dengan menggunakan persamaan tersebut, namun tetap memperhatikan kondisi pembebanan dan sifat material.

2.3 Rekonstruksi Tulang dan Simulasi

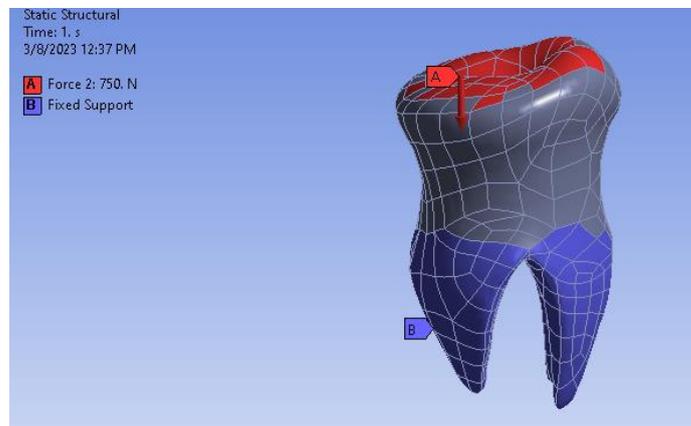
Selanjutnya dilakukan rekonstruksi mandibula dan maksila manusia. Bagian tulang yang direkonstruksi yaitu cortical bone dan cancellous bone, cancellous bone juga dapat disebut spongy bone, merupakan lapisan yang berada di tengah atau dalam tulang dan berada diantara tulang korteks atau cortical bone sebagai lapisan terluar [8].

Pada tahap ini menggunakan software Mimics Research 21.0 yang lalu disimpan dalam format STL. Setelah itu data kemudia di *import* pada *software geomagic*, dimana bertujuan untuk memperbaiki surface dari hasil rekonstruksi sebelumnya.



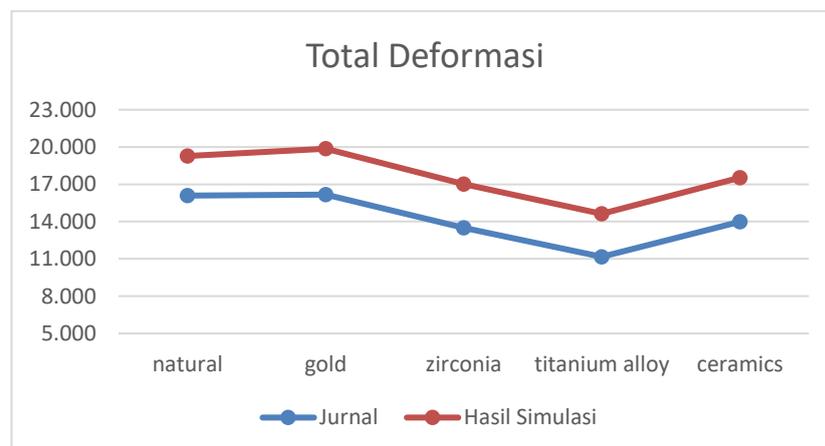
Gambar 2. Hasil Geomagic

Pada tahap ini objek berformat Iges dan dapat dilanjutkan dengan simulasi menggunakan *Workbench Ansys RI 2020*. Pada simulasi diterapkan gaya, tekanan dan pendukung tetap pada tulang dengan pedoman dari studi literatur sebelumnya.



Gambar 3. Penerapan Force dan Fixed Support

Gaya yang digunakan sebesar 750N dan berada di area atas molar. Selanjutnya pada bagian akar gigi diberikan *fixed support* agar tidak bergerak terus ke bawah saat ada gaya dari atas ke bawah. Pada *solution* dimasukkan total deformasi dan *equivalent stress*. Lalu didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik perbandingan hasil simulasi dan jurnal acuan

3. Pembahasan

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa deformasi tertinggi terdapat pada molar dengan material *gold*. Hasil simulasi juga mendapatkan equivalent stress yang terjadi pada molar saat diberikan gaya ke bawah sebesar 750 N. Hasil dari penyebaran tersebut terdapat pada tabel 2 di bawah:

Tabel 2. Equivalent Stress

| Material/ <i>Simulasi</i> | Natural | Gold | Zirconia | Titanium alloy | Ceramics |
|---------------------------|---------|---------|----------|----------------|----------|
| Jurnal | 0.04978 | 0.23846 | 0.04342 | 0.29797 | 0.03071 |
| Hasil Simulasi | 0.3069 | 0.64094 | 0.27726 | 0.7227 | 0.2591 |

Dari tabel diatas diketahui bahwa Gold dan Titanium Alloy memiliki distribusi tegangan yang paling besar. Pada simulasi pasien dengan kondisi overbite juga diketahui bahwa mengalami deformasi sebesar 7.1 mm. Dimana deformasi ini akan semakin besar seiring dengan besar tekanan yang diberikan. Distribusi tekanan dan displacement yang terjadi ini diakibatkan kebiasaan melakukan clenching[9] yaitu menggetakkan gigi dan menggesekkan gigi ke kanan dan kiri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Gigi dengan material *gold* memiliki nilai distribusi tegangan dan deformasi yang sangat besar. diketahui dari hasil simulasi yaitu, 0.64094 Mpa dan deformasi sebesar 19.861e-5 mm.
2. Pasien dengan kondisi *overbite* harus melakukan tindakan medis, karena semakin besar tekanan yang diberikan, semakin besar pula deformasi yang terjadi. Diketahui dari simulasi, pada gigi yang diberi tekanan 100N menyebabkan deformasi hingga 7,1mm

Daftar Pustaka

- [1] Petrauskiene, S., Mushayev, H., Zemgulyte, G., & Narbutaite, J. (2019). Oral Health Awareness among International Dental and Medical Students at Lithuanian University of Health Sciences : a Cross-Sectional Study. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 10(4), 1–9. <https://doi.org/10.5037/jomr.2019.10403>Triady, A.U, Arief, L.N, & Hana, S.F. (2019). Kajian Pemetaan Risiko Bencana Banjir Kota Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(4).
- [2] Sun, L., & Wong, H. M. (2017). The factors that influence the oral health-related quality of life in 12-year-old children : baseline study of a longitudinal. <https://doi.org/10.1186/s12955-017-0729-2>Berdasarkan analisis perhitungan reliability maka didapatkan nilai fungsi keandalan berdasarkan nilai MTTF dari masing-masing komponen, yaitu hose – AP.350.83 adalah 53,49% pada 764,508 jam, hose – AP.350.84 adalah 53,49% pada 764,508 jam, hose – AP.350.85 adalah 54,00% pada 980,08 jam, hose – AP.350.86 adalah 54,00% pada 980,08 jam.
- [3] Setyaningsih, P., Kedokteran, S., Fakultas, G., & Universitas, K. (n.d.). Perbandingan Derajat Keparahan Maloklusi dan Kebutuhan Perawatan Ortodontik pada Remaja Etnik Jawa dan Etnik Cina di Kodya Yogyakarta Comparison of Malocclusion Severity and Orthodontic Treatment Need in Javanese and Chinese Adolescent in Kodya Yogyakarta. 33–37.Ruijters, E., & Stoelinga, M. (2015). Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis andtools. *Computer science review*, 15, 29-62. [3] Hicks, T. G. (2008). Pump operation and maintenance. Tata McGraw-Hill Education
- [4] Jain, N., & Gobindgarh, M. (2021). Deep bite : its classification , etiology , clinical features , diagnosis & treatment modalities. 5, 222–229.Suhendar, E., & Soleha, M. (2015). Analisis dan Reliability Komponen Kritis Mesin Dental CX-9000 pada DentalClinic X. *Faktor Exacta*, 4(4), 350-366.
- [5] Liu, Y., Wang, R., Baur, D. A., & Jiang, X. (2018). A finite element analysis of the stress distribution to the mandible from impact forces with various orientations of third molars *. 19(1), 38–48.
- [6] Erhunmwun, I., & Ikponmwosa, U. (2018). *Review on finite element method. November 2017.* <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i5.30>
- [7] Vitika Ayu, K., Hidajah, N., & Waliyanto, S. (2022). I nterdental Jurnal Kedokteran Gigi. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi*, 18(1), 56–61. <https://doi.org/10.46862/interdental.v18i1.4350>
- [8] Joshi, J., Gariya, N., Manral, A. R., & Kumar, P. (2020). Materials Today : Proceedings Comparative analysis of a human tooth using different materials based on the finite element method. *Materials Today: Proceedings*, xxxx, 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.021>Ebeling, C. E. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. New York: McGraw-HillCompanies Inc.
- [9] Budiardjo, S. (2003). Osteogenesis Dan tumbuh-kembang skelet kraniofasial manusia. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia*, 10, 299–307.
- [10] Pileickiene, G., Surna, A., Barauskas, R., Surna, R., & Basevicius, A. (2007). *Finite element analysis of stresses in the maxillary and mandibular dental arches and TMJ articular discs during clenching into maximum intercuspation , anterior and unilateral posterior occlusion.* 9(4), 121–128.