

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KEKUATAN GIGIT DENGAN MENGUNAKAN SENSOR FLEXIFORCE

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3

Program Studi D3 Teknik Elektromedik



diajukan oleh
Nur Rurioktari
20143010014

Kepada
**PROGRAM STUDI
D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017**

Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan Gigit Dengan Menggunakan Sensor Flexiforce

Nur Rurioktari¹, Meilia Safitri², Aidatul Fitriyah³

Prodi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jln. Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 555185

Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

nurrurioktari@gmail.com^{1, 2}

ABSTRACT

Teeth have significant role in order to process digestion, particularly for chewing, since teeth can cut food particle strongly into small parts. The differences of habitual activity of chewing only on one side or damage on the teeth like dental caries result in the importance of measuring bite strength by using a proper tool. Flexiforce sensor is a force or load sensor which works by detecting the force caused by an impulse on a tool. A kind of force which can be well detected by this sensor is the pressure power which is resulted by the surface of upper teeth and lower teeth. Based on these reasons, the writer develops a tool for measuring bite strength using flexiforce method. The objective of this research is to make a bite force measurement using flexiforce sensor and others electronica series. Therefore, this tool can be used by people who need to measure their bite strength. To use this equipment and read the strength of tooth bite with precision, test of value conformance is done by comparing mass score and force resulted by Autograph machine. The results are that there is an error which is less than 1% for mass value with units of kilograms and an error less than 2.5% for force value with units of Newton. In addition, the test on humans obtain precision level for about above 90%.

Keywords: Bite force measurement, bite strength, flexiforce

1. PENDAHULUAN

Pengunyahan merupakan salah satu fungsi penting yang dijalankan oleh rongga mulut. Fungsi ini memungkinkan makanan untuk dihancurkan sehingga memudahkan penelanan. Sistem pengunyahan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu gigi dan jaringan periodontal penyangga, otot-otot penggerak rahang bawah dan atas sistem saraf dan sendi [1]. Yang berperan penting dalam proses pengunyahan adalah gigi geligi, peran gigi geligi dalam proses pengunyahan antara lain untuk memotong makanan, merobek serta menggiling makanan menjadi bagian yang lebih kecil. Fungsi pengunyahan ini dapat tercapai apabila terdapat tekanan tertentu oleh gigi [2]. Setiap orang memiliki kebiasaan yang berbeda-beda dalam mengunyah. Sebagian orang menjalankan fungsi pengunyahannya pada satu sisi baik sisi kiri maupun kanan. Perbedaan beban kerja antara otot-otot pengunyah sisi kanan dan kiri menyebabkan

otot-otot pengunyah pada sisi yang lebih aktif akan menjadi lebih besar dan kuat [3]. Pengukuran kekuatan gigit merupakan salah satu metode tidak langsung dalam mengevaluasi fungsi pengunyahan didasarkan bahwa fungsi pengunyahan tersebut berhubungan dengan kekuatan gigit [4]. Kekuatan gigit setiap orang berbeda-beda selain dipengaruhi oleh perbedaan kebiasaan mengunyah dipengaruhi juga oleh beberapa faktor yakni, Perbedaan jenis kelamin, kekuatan gigit pria lebih besar dibandingkan kekuatan gigit wanita dikarenakan kekuatan otot pria lebih besar daripada wanita dan faktor lainnya yang mempengaruhi kekuatan gigit adalah usia seseorang, kekuatan gigit balita tentu berbeda dengan kekuatan gigit pada remaja, orang dewasa maupun orangtua [2][5][6].

Kekuatan gigit memiliki peranan yang sangat penting dalam ilmu kedokteran gigi yakni sebagai acuan untuk pembuatan gigi tiruan, untuk mengetahui pertumbuhan gigi geligi, serta untuk mendiagnosa terjadinya

karies gigi [7]. Untuk melakukan pengukuran kekuatan gigit maka dibutuhkan suatu alat ukur yang dapat membaca kekuatan gigit. Belum tersedianya alat ukur kekuatan gigit di rumah sakit maupun laobaratorium gigi menyebabkan banyaknya kasus kerusakan gigi maupun kelainan pencernaan karena lemahnya kekuatan gigit, maka pada penelitian dibuat rancang bangun Alat ukur kekuatan gigit yang berbasis *microcontroller* ATmega8 dengan rangkaian pendukung lainnya meliputi rangkaian penguat *amplifier*, rangkaian minimum sistem, serta rangkaian LCD.

Pengukuran kekuatan gigit dilakukan dengan cara merubah Gaya/beban dari kekuatan gigit menjadi sebuah sinyal tegangan dengan menggunakan sensor *flexiforce*. Tegangan tersebut dikuatkan oleh rangkaian penguat *amplifier* agar besaran elektrik dari sensor *flexiforce* bisa diolah oleh mikrokontroler dengan baik, sehingga kekuatan gigit dapat terbaca dengan.

Penelitian tentang pembuatan rancang bangun Alat Ukur Kekuatan Gigit ini merujuk pada penelitian sebelumnya, oleh Noviyani Agus dari Poltekkes Surabaya pada tahun 2006 dengan judul penelitian Alat Pengukur kekuatan Gigit pada Manusia Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Hasil penelitiannya berupa alat uji dengan menggunakan sensor MPX5100 [10]. Dengan pengujian hanya terbatas pada remaja dan didapatkan hasil rata-rata pengambilan data kekuatan gigit dari 5 pasien sebesar 20,12 Kilogram. Sensor yang digunakan memiliki banyak kekurangan seperti dimensi ukuran sensor yang terlalu besar dan tidak efektif untuk kontak langsung dengan pasien, serta tegangan yang dihasilkan sensor ini masih berupa tegangan dengan orde mV [11][12].

Pada penelitian pembuatan Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan gigit beberapa kekurangan penelitian sebelumnya akan diperbaiki. Pada penelitian ini sensor yang digunakan yakni sensor *flexiforce* dengan berbasis *microcontroller* ATmega8 dan merangkai beberapa komponen elektronik meliputi rangkaian sensor, *Liquid Crystal*

Display (LCD) dan penguat *amplifier* sebagai alat ukur kekuatan gigit. Pemilihan sensor *flexiforce* dikarenakan sensor tersebut mendeteksi gaya tekanan dengan baik dan memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sensor MPX5100 yakni sensor *flexiforce* mempunyai kecepatan tinggi untuk sistem pengukuran dan tersedia dalam dalam berbagai ukuran dan rentang kekuatan [13]. Kelebihan lainnya dari sensor *flexiforce* adalah memiliki *range* deteksi gaya hingga 100lbs, dimana 1lb setara dengan 0.45359N, sehingga jika dikonversi dalam besaran Newton *flexiforce* memiliki *range* deteksi 45,359N, linearitas yang mampu dihasilkan $\pm 3\%$, dan mampu merespon perubahan gaya dengan waktu respon $< 5\mu s$, sensor *flexiforce* sangat mudah diimplementasikan untuk mengukur gaya tekan antara 2 permukaan dalam berbagai aplikasi serta mampu bekerja pada rentang suhu $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $204\text{ }^{\circ}\text{C}$ [14][12].

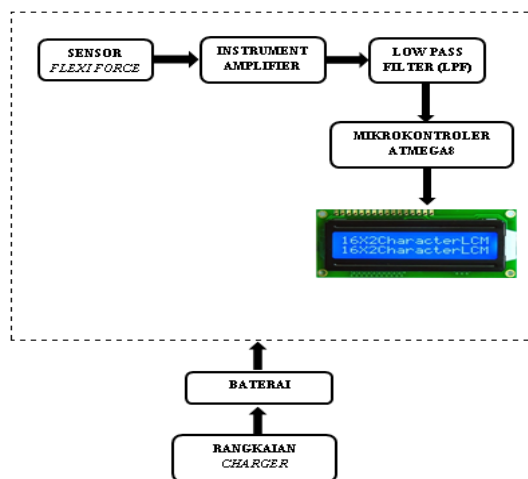
Dalam penelitian ini pengukuran kekuatan gigit dilakukan dengan menggunakan sensor *flexiforce* yang dimana keluarannya dikuatkan oleh rangkaian penguat *amplifier* dan difilter oleh rangkian Low Pass Filter (LPF). Hasil pengutan tersebut diolah oleh Mikrokontroler ATmega8 yang diprogram menggunakan CAVR yang merupakan *software* program yang banyak digunakan untuk memprogram Atmel AVR agar nilai kekuatan gigit dapat terukur dengan baik dan presisi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Perancangan

Pada perancangan perangkat keras Alat Ukur Kekuatan Gigit digunakan baterai lithium 3,7 Volt DC dimana baterai akan mendapat daya dari rangkaian *charger* dan dilakukan penaikan tegangan dengan menggunakan modul step-up menjadi 5 Volt. Sensor *flexiforce* akan bekerja bila mendapatkan gaya tekanan dari gigi berupa kekuatan gigit yang dihasilkan oleh manusia dimana tekanan akan dirubah menjadi resistansi dengan satuan ohm. *Output* dari sensor akan diperkuat oleh instrument

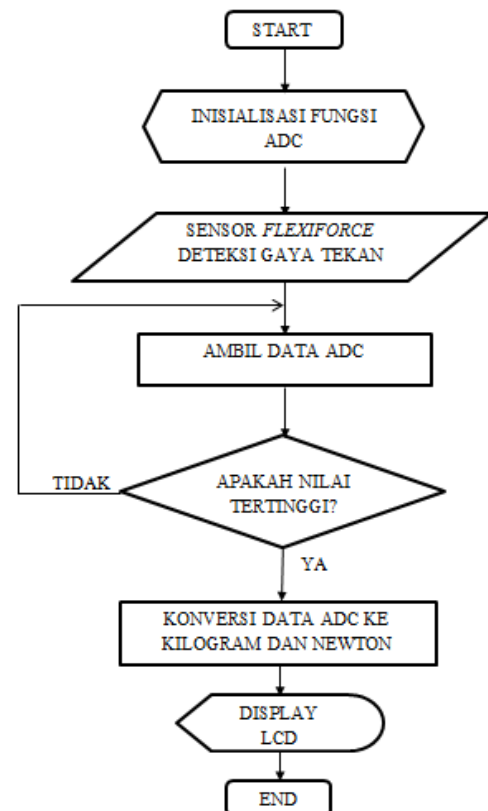
amplifier, *output*-an ini masih memiliki *noise* karena beberapa faktor internal maupun eksternal sehingga *filter* dengan menggunakan *Low Pass Filter* (LPF) untuk selanjutnya *dikonvert* oleh ADC dari besaran analog menjadi besaran digital, pada *microcontroller* ATmega8 tidak perlu membuat rangkaian ADC karena telah tersedia ADC internal. Selanjutnya data digital diproses oleh *microcontroller* ATmega8 berupa penerjemahan data dari ADC yakni konversi data ke dalam satuan Kilogram untuk selanjutnya ditampilkan pada *display* LCD 2x16.



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

Selain dengan merancang perangkat keras, dilakukan perancangan perangkat lunak berupa program untuk menjalankan Alat Ukur Kekuatan gigit. Pada Gambar 2.2 menunjukkan diagram alir atau *flow chart* dari penelitian. Dengan penjelasan, *start* untuk memulai program, pertama-tama akan dilakukan *preparation* berupa inisialisasi fungsi ADC setelah itu sensor *flexiforce* akan mendeteksi gaya tekanan dari gigi yang dibaca sebagai kekuatan gigit, tekanan ini akan menjadi *input* data. *Output* dari data akan diproses dengan dilakukan pencacahan, jika hasil pencacahan belum didapatkan nilai tertingginya maka akan dilakukan pengambilan data ulang, namun jika nilainya sudah merupakan nilai tertinggi maka data yang masih berupa data analog ini akan diambil oleh ADC untuk selanjutnya dilakukan konversi dari data analog menjadi

data digital. Selanjutnya program akan mengkonversi data digital tadi ke dalam satuan Kilogram dan ditampilkan ke *display* LCD sebagai nilai kekuatan gigit. Kemudian *end* untuk mengakhiri program.



Gambar 2.2 Diagram Alir (*Flow Chart*)

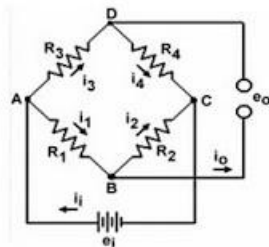
2.2 Karakterisasi Sensor

Dalam penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor gaya (*force*) atau beban (*load*), sensor ini berbentuk *printed circuit* yang sangat tipis dan fleksibel. Sensor *flexiforce* sangat mudah diimplementasikan untuk mengukur gaya tekan antara 2 permukaan dalam berbagai aplikasi. Sensor *flexiforce* bersifat resistif dan nilai konduktansinya berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterimanya. Semakin besar beban yang diterima sensor *flexiforce* maka nilai hambatan *output*nya akan semakin menurun. Pada keadaan tanpa beban, resistansi sensor ini sebesar kurang lebih 20M ohm. Ketika diberi beban maksimum, resistansi sensor akan turun hingga kurang lebih 20K ohm. Prinsip kerja dari sensor ini tentu sesuai dengan namanya,

yaitu untuk deteksi adanya gaya yang ditimbulkan oleh suatu rangsangan yang masuk dalam suatu alat. Gaya itu sendiri menyebabkan terjadinya tegangan yang nantinya akan menimbulkan suatu sinyal tertentu. Berikut adalah grafik terjadinya sinyal karena gaya tertentu:

Gaya/beban->stress->strain->perubahan resistansi->sinyal

Semakin besar beban yang diterima sensor *flexiforce* maka nilai hambatan *output*-nya akan semakin menurun. Perubahan resistansi yang ditimbulkan oleh *flexiforce* akan menyebabkan munculnya sinyal. Untuk memonitor perubahan resistansi tersebut digunakan jembatan *wheatstone* yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



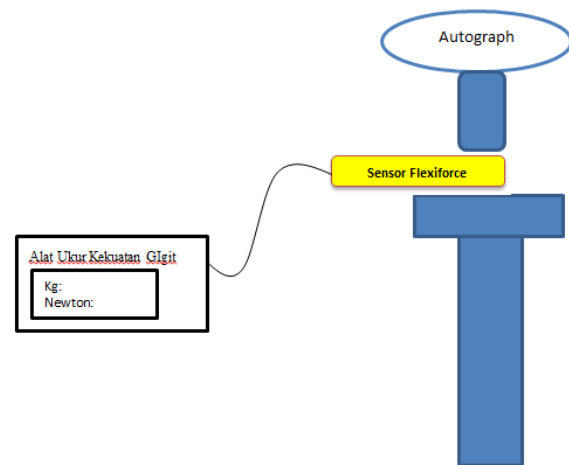
Gambar 2.3 Jembatan *wheatstone*

2.3 Metode Pengujian dan Analisis

Uji coba yang dilakukan pada penelitian adalah dengan membandingkan tampilan nilai tekanan pada Alat Ukur Kekuatan Gigi dengan tekanan yang diberikan oleh alat *autograph*. Dengan pemberian beban tekanan yang bervariasi untuk menentukan kesesuaian nilai tekanan yang dihasilkan oleh modul TA. Selain dilakukan pengujian dengan alat pembanding, Alat Ukur Kekuatan Gigi juga dilakukan pengujian fungsi pada manusia. Skematik pengujian dengan membandingkan nilai massa dari alat pembanding dengan alat ukur kekuatan gigi dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Metode analisis pada penelitian adalah dengan menggunakan teknik analisis perhitungan rata-rata, simpangan, nilai *error*, serta tingkat presisi. Selain itu dilakukan analisis dari uji fungsi pada manusia berupa diagnosis dari dokter gigi untuk menjamin

hasil dari pengukuran kekuatan gigi hubungannya dengan kondisi gigi.



Gambar 2.3 Skematik Pengujian tekanan dengan alat pembanding

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah pembuatan dan pengujian rancang bangun alat ukur kekuatan gigi sebagai alat ukur kekuatan gigi selesai, maka dihitung nilai *error* dan presisi pembacaan alat.

Dari hasil pengukuran perbandingan nilai dari alat *autograph* dengan alat ukur kekuatan gigi saat pemberian beban 1 Kg dan 2 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,5%, pada pemberian beban 5 Kg, 10 Kg, dan 18 Kg diperoleh nilai *error* yang sama yakni sebesar 0,11%, pada pemberian beban 3 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,33%, pada pemberian beban 4 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,15%, pada pemberian beban 15 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,03%, pada pemberian beban 17 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,09%, pada pemberian beban 19 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,10%, pada pemberian beban 20 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,17%, dan pada pemberian beban 25 Kg diperoleh nilai *error* sebesar 0,04%. Dari hasil ini nilai *error* terkecil pada pemberian beban 15 Kg. Hasil dari pengukuran beban dengan membandingkan nilai alat *autograph* dengan alat ukur kekuatan gigi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data hasil pengukuran beban dengan membandingkan nilai alat autograph dengan alat ukur kekuatan gigit

Nilai Alat Pemanding (Autograph) dalam Satuan Kilogram (Kg)	Nilai Alat Ukur Kekuatan Gigit dalam Satuan Kilogram (Kg)	Simpangan	Error
1,00	1,005	0,005	0,5%
2,00	1,99	0,01	0,5%
3,00	3,01	0,01	0,33%
4,00	4,006	0,006	0,15%
5,00	5,011	0,01	0,11%
10,00	10,01	0,01	0,11%
15,00	14,99	0,005	0,03%
17,00	17,02	0,02	0,09%
18,00	17,98	0,02	0,11%
19,00	18,98	0,02	0,10%
20,00	19,96	0,04	0,17%
25,00	24,98	0,02	0,04%

Pada pengujian fungsi alat ukur kekuatan gigit didapatkan hasil kekuatan gigit pada rentang usia anak-anak (8-12 Tahun) sebesar 8-13 Kg dengan tingkat presisi terendah sebesar 96% dan tertinggi sebesar 98%. Dari hasil ini dokter gigi memberikan pernyataan bahwa data yang didapatkan benar merujuk pada diagnosa dari dokter gigi yang menyatakan bahwa pada usia ini gigi moral dalam masa pertumbuhan sehingga kekuatan gigitnya belum maksimal.

Pada pengujian yang dilakukan pada rentang usia remaja (17-25 Tahun) didapatkan hasil kekuatan gigit standar yakni pada rentang 16-20 Kg dan tingkat presisi sebesar 98% dan 99%, dengan satu data yang menunjukkan nilai kekuatan gigit di bawah standar yakni sebesar 13 Kg. Dari hasil pemeriksaan oleh dokter gigi didapatkan diagnosa bahwa individu dengan nilai kekuatan gigit di bawah standar pada usia remaja tersebut mengalami karies, radiks, serta inpektit pada gigi. Merujuk pada hasil diagnosa tersebut hasil pengukuran yang dilakukan pada rentang usia remaja dikatan benar oleh dokter gigi.

Sedangkan pada pengujian fungsi alat ukur kekuatan gigit pada rentang usia lansia (50-70 Tahun) didapatkan nilai kekuatan gigit pada rentang 1-6 Kilogram dan satu

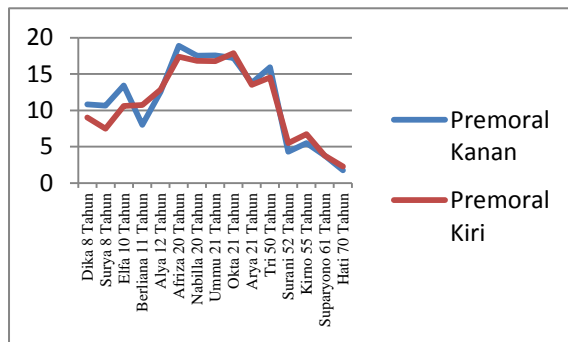
data (usia 50 tahun) dengan kekuatan gigit yang masih baik yakni sebesar 15,92 dan 14,52 Kg. Dengan tingkat presisi terendah sebesar 90% dan tertinggi sebesar 99%. Dari hasil pengukuran pada lansia didapatkan diagnosa dari dokter gigi bahwa kekuatan gigit pada usia lansia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sistemik penyakit yang berujung pada kerusakan gigi, jaringan pendukung gigi yang rusak, serta karang gigi yang merusak tulang penyangga gusi. Merujuk pada hasil diagnosa tersebut dokter gigi menyatakan bahwa hasil pengukuran gigi pada lansia benar. Hasil dari pengukuran kekuatan gigit pada manusia dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran beban dengan membandingkan nilai alat autograph dengan alat ukur kekuatan gigit

Nama dan Usia	Rata-rata Nilai Kekuatan Gigit dalam satuan Kilogram (Kg)		Presisi	
	Premoral kanan	Premoral Kiri	Premoral Kanan	Premoral Kiri
Dika 8 Tahun	10,83	9,03	96%	96%
Surya 8 Tahun	10,64	7,47	98%	96%
Elfa 10 Tahun	13,42	10,61	98%	98%
Berliana 11 Tahun	8,00	10,72	96%	98%
Alya 12 Tahun	12,53	12,84	98%	98%
Afriza 20 Tahun	18,87	17,39	98%	98%
Nabilla 20 Tahun	17,50	16,83	99%	99%
Ummu 21 Tahun	17,56	16,78	99%	99%
Okta 21 Tahun	17,22	17,86	99%	99%
Arya 21 Tahun	13,75	13,51	99%	98%
Tri 50 Tahun	15,92	14,52	99%	99%
Surani 52 Tahun	4,30	5,50	98%	96%
Kirno 55 Tahun	5,47	6,72	96%	97%
Suparyono 61 Tahun	3,78	3,78	98%	98%
Hati 70 Tahun	1,76	2,27	94%	90%

Dari data hasil Pengukuran kekuatan gigit pada manusia dapat dibuat grafik hubungan

antara usia dengan kekuatan gigi yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik Hubungan antara Kekuatan Gigit dengan usia

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, hasil analisis nilai *error* pembacaan tekanan alat ukur kekuatan gigit terhadap alat *autograph* dan perhitungan tingkat presisi pembacaan alat disimpulkan alat ukur kekuatan gigit pada gigi ini dapat digunakan oleh dokter gigi dalam melakukan analisis kekuatan gigit pada berbagai keadaan gigi untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kerusakan ataupun kelainan yang mengganggu fungsi gigi serta dapat digunakan untuk penelitian yang bergaitan dengan kekuatan gigi dengan tingkat presisi dari sensor di atas 90%, nilai *error* untuk satuan Kilogram kurang dari 1% sedangkan untuk satuan Newton kurang dari 2,5% dimana pembacaan sensor stabil pada pengukuran 15 Kilogram dan hasil pengukuran pada manusia menunjukkan tingkat Presisi alat yang cukup bagus yakni pada rentang di atas 95% dalam satuan Kilogram dan tingkat presisi di atas 93% dalam satuan Newton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Koshino, T. Hirai, T. Ishijima, and Y. Ikeda, "Tongue Motor Skill and Masticatory Performance in Adult Dentates, Enderly Dentates and Complete Denture Wearers," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 77, 1997.
- [2] I. A, R. P. Anton Steas, and Stevan, "Biomechanical Analysis of Force

and Moments Generated in The Mandible dalam Series:Medicineand Biology Vol8:1," 2001. [Online]. Available:

<http://facta.junis.ni.ac.yu/facta/mab/mab2001/mab2001-08.pdf>. [Accessed: 16-Nov-2016].

- [3] A. Suwarni, "Hubungan Antara Kekuatan Gigit dengan Lebar dan Panjang Lengkung Gigi," *Kedokt. Gigi Ed. Khusus FKIOLOGRAM UI*, vol. 52, 2002.
- [4] G. Boretti, M. Bickel, and H. Geering, "A Review of Masticatory Ability and Efficiency," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 74:4, 1995.
- [5] S. Tylman D, *Theory and Practice of Crown and Fixed Partial Denture*, 1st ed. Saint Louis: The C.V Mosby Company, 1970.
- [6] W. Itjingningsih, *Anatomi Gigi*, 3rd ed. Jakarta: EGC, 1995.
- [7] H. Emil, "kekuatan gigit gigi premoral kanan dan kiri pada mahasiswa fakultas kedokteran gigi universitas jember pada usia 19-21 tahun," *Digit. Repos. Univ. Jember*, p. 27, 2015.
- [8] R. Widi, E. Yani, H. Hadnyanawati, and Z. Meilawaty, "Gambaran Tingkat Keparahan Karies Gigi Anak Sekolah Dasar di 10 Kecamatan Kabupaten Jember," *stomatognathic J. Kedokt. gigi*, vol. 12, pp. 42–45, 2015.
- [9] Y. Ladyventini, "Penyebab Karies Gigi," Universitas Andalas, 2014.
- [10] N. Agus, "Alat Pengukur kekuatan Gigit pada Manusia Berbasis Mikrokontroler AT89S51," Politeknik Kemenkes Surabaya, 2006.
- [11] M. Fat'ak Diya'ul Haq, Kemalasari, and A. Wijayanto, "Pengolahan Sinyal Respirasi dengan FIR untuk Analisa Volume dan Kapasitas Pulmonary," Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2010.
- [12] L. S. Elektronika, "Modul Praktikum Teknik Pengukuran 1 Laboratorium Sistem Elektronika," 2013. [Online]. Available: <http://labsistel.hol.es/wp-content/uploads/2013/09/Modul->

- Teknik-Pengukuran.pdf. [Accessed: 13-Aug-2016].
- [13] Tekscan Store, “flexi force,” 2014. [Online]. Available: <https://www.tekscan.com/store/category/force-measurement-sistems-elf>. [Accessed: 01-Dec-2016].
- [14] I. D. Purnamasari, “Timbangan digital Sensor Flexiforce Dengan Output Suara,” *Skripsi Univ. Brawijaya*, 2011.