

Pengolahan Isyarat *Load cell* Menggunakan Metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua untuk Pencarian Titik Referensi

Prayadi Sulistyanto, Oyas Wahyunggoro, Adha Imam Cahyadi

Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi

Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Yogyakarta, Indonesia

Prayadi.Sulistyanto@gmail.com, Oyas@ugm.ac.id , Adha.imam@ugm.ac.id

Abstrak— *Load cell* telah banyak digunakan untuk mengukur kekuatan dan torsi. Pada saat *load cell* digunakan dengan benar, maka sensor *load cell* akan memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Berbagai metode analisa isyarat *load cell* dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk melakukan pendekatan dan pengolahan isyarat *load cell* seperti *self-balanced method*, *self-adaptive-pseudo Moving Average Filter* dengan pengolahan isyarat secara *hardware* dengan bantuan *op-amp* dan *filter*. Pada penelitian ini, akan dicoba melakukan pengolahan isyarat *load cell* secara *software* yaitu mengambil nilai dari isyarat *load cell* dan mengolahnya. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengolahan isyarat *Load cell* SEN128A3B Menggunakan Metode *Moving Average*” dan mengembangkannya guna memudahkan dalam mencari titik referensi atau titik acuan dari isyarat *load cell*. Hasil dari penelitian dan pengamatan menggunakan Metode SMA Tingkat Dua dan Metode WMA Tingkat Dua, kedua Metode tersebut sama-sama memiliki kemampuan meredam osilasi dengan baik, sedangkan dalam penentuan titik referensi Metode SMA Tingkat Dua memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan Metode WMA Tingkat Dua, dikarenakan pencarian titik referensi diambil dari nilai data pada saat kondisi stabil dari *load cell* tersebut. Selisih simpangan baku Metode SMA Tingkat Dua dan Metode WMA Tingkat Dua pada saat kondisi stabil adalah sebesar 0,015572.

Kata kunci: *load cell*; titik referensi; Metode *Simple Moving Average*; Metode *Weighted Moving Average*

I. PENDAHULUAN

Load cell telah banyak digunakan untuk mengukur kekuatan dan torsi. Pada saat *load cell* digunakan dengan benar, maka sensor *load cell* akan memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan [1]. Penggunaan *load cell* yang sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari adalah pemanfaatan *load cell* untuk mengukur berat muatan truk yang ada pada jembatan timbang. Selain itu *load cell* juga digunakan pada timbangan emas digital.

S.Mohanasundaram dkk dalam penelitiannya yang berjudul “*Design and Implementation of Load cell Based Fuel Level Measurement*” mencoba melakukan penelitian tentang pemanfaatan *load cell* untuk mengukur konsumsi bahan bakar mobil untuk jarak tempuh tertentu dengan meletakkan *load cell*

pada tangki bahan bakar mobil dan dikonfigurasi dengan speedometer mobil [2]. Selain itu, pemanfaatan *load cell* juga bisa digunakan untuk alat uji kekuatan sebuah jembatan seperti dalam penelitian Li Lailong Yang Zi yang berjudul “*The Application of Double Load cells Self-balanced Method on the Static Load Test of Long Post-Grouting Pile with Great Diameter*” mencoba memanfaatkan *double load cell* untuk mengukur kekuatan dari rancang bangun jembatan sungai Huangpu dengan super span [3].

Berbagai metode analisa isyarat *load cell* dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk melakukan pendekatan dan pengolahan isyarat *load cell* seperti *self-balanced method* [3], *self-adaptive-pseudo Moving Average Filter* dengan pengolahan isyarat secara *hardware* dengan bantuan *op-amp* dan filter [4].

Pada Penelitian ini, akan dicoba melakukan pengolahan isyarat *load cell* secara *software* yaitu mencoba mengambil nilai dari isyarat *load cell* dan mengolahnya. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengolahan isyarat *Load cell* SEN128A3B Menggunakan Metode *Moving Average*”.

Perhitungan nilai Metode *Simple Moving Average* (SMA) Tingkat Dua dapat dicari dengan rumus [5] :

$$SMA = \frac{data1+data2+...+data n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

dengan n adalah periode atau jumlah data yang akan dilakukan perhitungan SMA.

Perhitungan nilai Metode *Exponential Moving Average* (XMA) Tingkat Dua dapat dicari dengan rumus [5] :

$$XMA = \left(\frac{2}{periode+1}\right) \times (data - Pre.XMA) + Pre.XMA \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Periode = jumlah data yang akan dilakukan XMA

Pre.XMA = nilai XMA sebelumnya

Perhitungan nilai *Metode Weighted Moving Average* (WMA) Tingkat Dua dapat dicari dengan rumus [5] :

$$WMA = \frac{\sum (data \times bobot)}{\sum bobot} \dots\dots\dots (3)$$

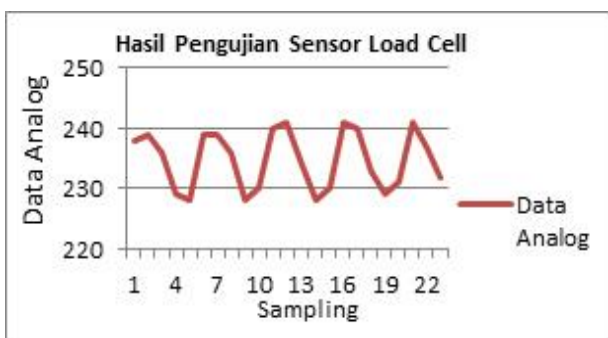
Pembobotan data dilakukan dengan memberikan bobot 1 pada data pertama, bobot 2 pada data kedua, bobot 3 pada data ketiga, dst.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari *Metode Moving Average* yang terbaik dalam penentuan titik referensi atau titik acuan. Titik referensi merupakan titik yang menjadi fokus pencarian sehingga dapat menghemat perhitungan komputasi. Dengan adanya titik referensi, pencarian dan pengolahan data akan lebih terfokus pada satu titik [6].

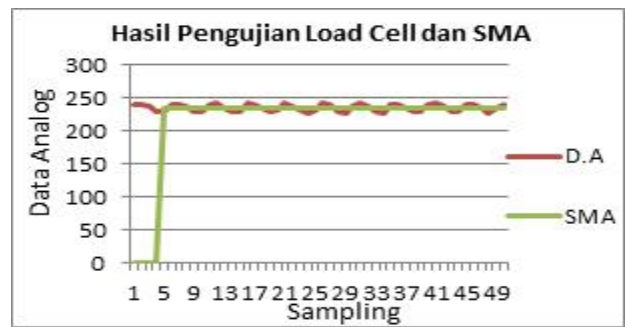
II. SISTEM DAN HASIL PENGUJIAN

Sistem dan hasil pengujian *load cell* diambil dari penelitian sebelumnya. Sistem terdiri dari *Load cell*, Amplifier sebagai penguat menggunakan IC INA125 dengan *Gain* sebesar 10004, Arduino Uno sebagai *interface* antara sistem dengan PC [7].

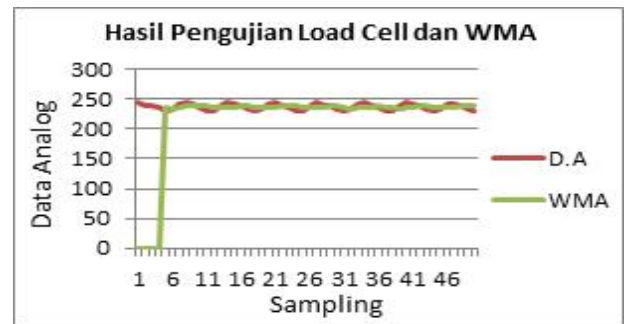
Hasil pengujian pada penelitian sebelumnya, data analog hasil pembacaan *load cell* berosilasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kemudian dilakukan *filtering* menggunakan metode *Moving Average* SMA, WMA, dan XMA, dan membandingkan ketiga *Metode* tersebut. Dari ketiga *Metode* tersebut, *Metode* WMA mampu meredam osilasi dengan baik dengan nilai simpangan baku sebesar 0,594811, dan *Metode* SMA memiliki simpangan baku sebesar 0,644518, sedangkan untuk *Metode* XMA memiliki respon yang kurang cepat dibandingkan dengan *Metode* SMA dan *Metode* WMA. Grafik hasil pengujian *Metode* SMA dan *Metode* WMA pada penelitian sebelumnya, ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 [7].



Gambar 1. Data analog hasil Pengujian *load cell* [7]



Gambar 2. Hasil Pengujian *load cell* dengan *Metode* SMA [7]



Gambar 3. Hasil Pengujian *load cell* dengan *Metode* WMA [7]

III. SIMPLE MOVING AVERAGE TINGKAT DUA

Metode SMA Tingkat Dua merupakan pengolahan data *Metode* SMA dengan mengambil data pada penelitian sebelumnya dan mengamati periode satu gelombang yang dihasilkan dari pendekatan SMA. Mengacu pada persamaan (1) dengan menetapkan nilai $n=7$ maka diperoleh hasil pendekatan *Metode* SMA Tingkat Dua yang dapat dilihat pada Tabel I dan grafik dari Tabel I dapat dilihat pada Gambar 4.

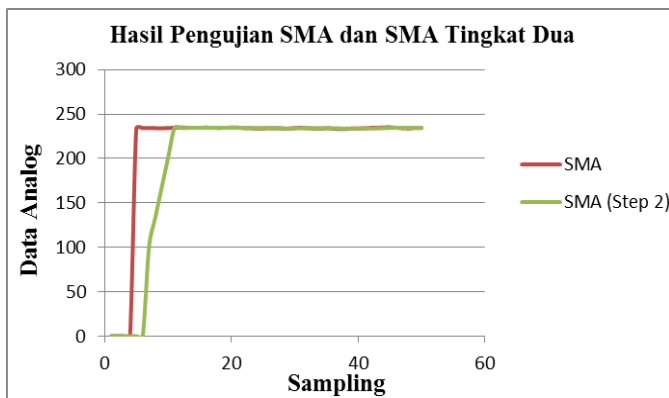
TABEL I. Data Hasil Pengujian SMA Tingkat Dua

Sampling	SMA	SMA (Step 2)	Sampling	SMA	SMA (Step 2)
1	0	0	19	235	235
2	0	0	20	235	235
3	0	0	21	235	235
4	0	0	22	234	235
5	234	0	23	234	234
6	234	0	24	234	234
7	234	100	25	234	234
8	234	134	26	234	234
9	234	167	27	234	234
10	234	201	28	234	234
11	235	234	29	234	234
12	235	234	30	234	234
13	235	234	31	235	234
14	235	234	32	234	234
15	235	235	33	234	234
16	235	235	34	234	234
17	235	235	35	234	234
18	234	235	36	234	234

TABEL I. (lanjutan) Data Hasil Pengujian SMA Tingkat Dua

Sampling	SMA	SMA (Step 2)
37	233	234
38	233	234
39	234	234
40	234	234
41	234	234
42	235	234
43	235	234

Sampling	SMA	SMA (Step 2)
44	235	234
45	235	234
46	235	235
47	234	235
48	234	235
49	234	235
50	234	234



Gambar 4. Hasil Pengujian SMA dan SMA Tingkat Dua

Dari Gambar 4 dapat dilihat dengan *Metode* SMA Tingkat Dua mampu meredam osilasi yang dihasilkan SMA pada penelitian sebelumnya dengan baik. Tabel I menunjukkan nilai amplitudo sebesar 1 pada saat kondisi stabil. Hal dapat memudahkan dalam mencari titik referensi atau titik nol pada saat pengolahan data.

IV. WEIGHTED MOVING AVERAGE TINGKAT DUA

Sama seperti pada bahasan sebelumnya, *Metode* WMA Tingkat Dua merupakan pengolahan data *Metode* WMA dengan mengambil data pada penelitian sebelumnya. Mengacu pada persamaan (2) dengan menetapkan nilai $n=7$ maka diperoleh hasil pendekatan *Metode* WMA Tingkat Dua yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik dari Tabel II dapat dilihat pada Gambar 5.

TABEL II. Data Hasil Pengujian WMA Tingkat Dua

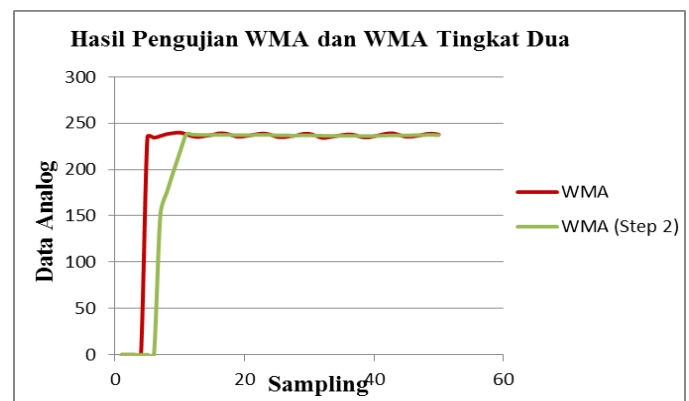
Sampling	WMA	WMA (Step 2)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	235	0
6	234	0
7	236	151
8	238	176
9	239	198
10	240	218

Sampling	WMA	WMA (Step 2)
11	238	238
12	236	238
13	235	237
14	236	237
15	237	237
16	239	237
17	239	237
18	237	237
19	235	237
20	236	237

TABEL II. (lanjutan) Data Hasil Pengujian WMA Tingkat Dua

Sampling	WMA	WMA (Step 2)
21	237	237
22	238	237
23	239	237
24	238	237
25	235	237
26	235	237
27	236	237
28	237	237
29	239	237
30	239	237
31	237	237
32	234	237
33	235	236
34	236	236
35	237	237

Sampling	WMA	WMA (Step 2)
36	238	237
37	237	236
38	235	236
39	235	236
40	236	236
41	237	237
42	239	237
43	239	237
44	237	237
45	235	237
46	236	237
47	237	237
48	238	237
49	239	237
50	238	237



Gambar 5. Hasil Pengujian WMA dan WMA Tingkat Dua

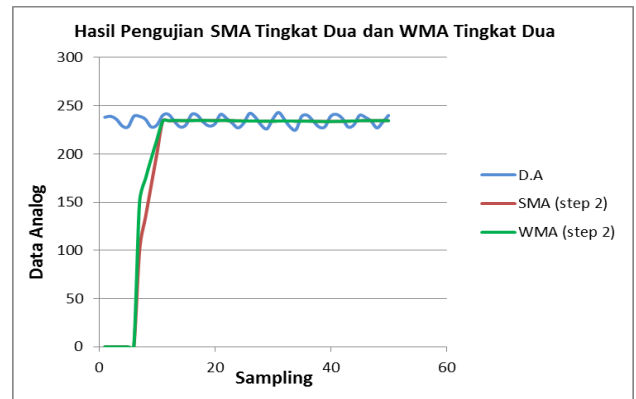
Dari Gambar 5 dapat dilihat hasil dari redaman osilasi dengan WMA Tingkat Dua cukup baik. Sama halnya dengan SMA Tingkat Dua. Tabel II menunjukkan nilai amplitudo sebesar 1 pada saat kondisi stabil. Hal ini sama dengan menggunakan metode SMA Tingkat Dua.

V. PERBANDINGAN SMA TINGKAT DUA DAN WMA TINGKAT DUA

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari *Metode Moving Average* yang terbaik dalam penentuan titik referensi, sehingga dilakukan perbandingan antara kedua *Metode* tersebut yaitu SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua. Pengujian dilakukan dengan mengambil data analog yang sama dan dilakukan pendekatan dengan kedua *Metode* tersebut. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel III dan grafik dari Tabel III dapat dilihat pada Gambar 6.

TABEL III. Data Hasil Pengujian SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua

Sampling	D.A	SMA	WMA	SMA (step 2)	WMA (step 2)
1	238	0	0	0	0
2	239	0	0	0	0
3	236	0	0	0	0
4	229	0	0	0	0
5	228	234	232	0	0
6	239	234	234	0	0
7	239	234	235	100	150
8	236	234	235	134	174
9	228	234	234	167	195
10	230	234	234	201	215
11	240	235	235	234	234
12	241	235	235	234	235
13	234	235	235	234	235
14	228	235	234	234	235
15	230	235	234	235	234
16	241	235	235	235	235
17	240	235	235	235	235
18	233	234	235	235	235
19	229	235	234	235	235
20	231	235	234	235	235
21	241	235	235	235	235
22	237	234	234	235	235
23	232	234	234	234	235
24	227	234	233	234	234
25	232	234	234	234	234
26	242	234	234	234	234
27	238	234	234	234	234
28	230	234	234	234	234
29	226	234	233	234	234
30	236	234	234	234	234
31	243	235	235	234	234
32	236	234	234	234	234
33	228	234	234	234	234
34	225	234	233	234	234
35	239	234	234	234	234
36	240	234	234	234	234
37	234	233	233	234	234
38	228	233	233	234	234
39	228	234	234	234	234
40	239	234	234	234	234
41	241	234	234	234	234
42	237	235	235	234	234
43	228	235	235	234	234
44	230	235	235	234	234
45	240	235	235	234	234
46	238	235	235	235	235
47	234	234	234	235	235
48	227	234	234	235	235
49	233	234	234	235	234
50	240	234	234	234	234



Gambar 6. Hasil Pengujian SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua saling berhimpit pada saat kondisi stabil sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut yaitu dengan melihat simpangan baku dari SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua. Rumus simpangan baku (*Standard Deviasi*) dapat dilihat di Persamaan (4) :

$$\text{Standard Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

x = nilai data

\bar{x} = nilai rata-rata data

n = banyak data

Pengolahan dengan simpangan baku dilakukan dengan mengambil nilai tiap 10 data SMA Tingkat Dua dan XMA Tingkat Dua. Hal ini dilakukan untuk melihat simpangan baku dari masing-masing *Metode* dan mencari *Metode* yang memiliki simpangan baku paling kecil. Data simpangan baku dapat dilihat pada Tabel IV

TABEL IV. Data Hasil Pengujian Simpangan Baku SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua

Sampling	Simpangan Baku SMA Tingkat Dua	Simpangan Baku WMA Tingkat Dua
1-5	0	0
6-10	124,8841	85,5274
11-15	0,12054	0,22718
16-20	0,03258	0,08738
21-25	0,16855	0,20923
26-30	0,12999	0,11987
31-35	0,04238	0,08357
32-40	0,18887	0,19832
41-45	0,30799	0,29335
46-50	0,03258	0,06694
Rata-Rata	12,590758	8,681324

Secara keseluruhan data uji, dapat dilihat pada Tabel IV bahwa nilai simpangan baku atau *Standard Deviasi* dari WMA lebih kecil dari nilai simpangan baku SMA Tingkat Dua. Selisih antara WMA Tingkat Dua dan SMA Tingkat Dua adalah sebesar 3,909434.

Mengacu pada Tabel III, kondisi stabil data SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua terjadi setelah sampling ke-16, sehingga apabila dilihat nilai simpangan baku yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V. Data Hasil Pengujian Simpangan Baku SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua Pada Saat Stabil

Sampling	Simpangan Baku SMA Tingkat Dua	Simpangan Baku WMA Tingkat Dua
16-20	0,03258	0,08738
21-25	0,16855	0,20923
26-30	0,12999	0,11987
31-35	0,04238	0,08357
32-40	0,18887	0,19832
41-45	0,30799	0,29335
46-50	0,03258	0,06694
Rata-Rata	0,090294	0,105866

Pada Tabel V dapat dilihat bahwa nilai simpangan baku *Metode* SMA Tingkat Dua lebih kecil dibandingkan dengan nilai simpangan baku *Metode* WMA Tingkat Dua pada saat kondisi stabil walaupun selisih antara kedua *Metode* tersebut sangat kecil yaitu 0,015572.

VI. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian dan pengamatan menggunakan *Metode* SMA Tingkat Dua dan *Metode* WMA Tingkat Dua, kedua *Metode* tersebut sama-sama memiliki kemampuan meredam osilasi dengan baik. *Metode* SMA Tingkat Dua memiliki keunggulan yaitu memiliki simpangan baku yang lebih kecil dibandingkan dengan *Metode* WMA Tingkat Dua pada saat kondisi stabil. Sedangkan *Metode* WMA memiliki nilai simpangan baku yang lebih kecil pada saat merespon perubahan gaya yang diterima *load cell* dibandingkan dengan *Metode* SMA Tingkat Dua.

Terkait dengan pengambilan titik referensi atau titik acuan, maka *Metode* SMA Tingkat Dua memiliki kemampuan

yang lebih baik dibandingkan *Metode* WMA Tingkat Dua, dikarenakan pencarian titik referensi diambil dari nilai data pada saat kondisi stabil dari *load cell* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sensing, I. Muller, R. M. D. Brito, and C. E. Pereira, "Theory and a Novel Application," no. February, 2010.
- [2] S. Mohanasundaram and P. Manikandan, "Design and Implementation of *Load cell* Based Fuel Level Measurement," pp. 1-6, 2014.
- [3] L. Lailong and Y. Zi, "The Application of Double *Load cells* Self-balanced Method on the Static Load Test of Long Post-Grouting Pile with Great Diameter," no. 1, pp. 2-5, 2014.
- [4] J. Higinio and C. Couto, "Digital Filtering in Smart *Load cells*," pp. 990-994, 1995.
- [5] Secundo Lee & Deny Rahardjo, *THE "LAZY" WAY OF FOREX TRADING*, 1st editio. Yogyakarta: POHON CAHAYA, 2011, pp. pp. 65-69.
- [6] A. Mohammadi, M. N. Omidvar, and X. Li, "Reference Point Based Multi-objective Optimization Through Decomposition," pp. 10-15, 2012.
- [7] P. Sulistyanto, "PENGOLAHAN ISYARAT *LOAD CELL* SEN128A3B MENGGUNAKAN METODE *MOVING AVERAGE* ," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (Semnasteknomedia) 2015*, 2015, pp. 2.1-25.