KARAKTERISASI NILAI KALORI BATUBARA BERDASARKAN PENGUKURAN NILAI KAPASITANSI

CHARACTERISATION OF COAL CALORY VALUE BASED ON CAPACITANCE VALUE MEASUREMENT

Sella Pratiwi ZS[1], Dudi Darmawan[2], Ahmad Qurthobi[3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[1]sellapratiwi1911@gmail.com, [2]dudiddw@gmail.com, [3]qurthobi@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini untuk mengukur nilai kapasitansi menggunakan metode kapasitor plat sejajar, dimana sensor kapasitif menggunakan dua plat tembaga yang disusun sejajar. Sensor kapasitif yang dirancang memiliki nilai kapasitansi sebesar 2 nF. Penerapan sensor kapasitif dilakukan untuk mengukur nilai kapasitansi batubara. Prinsip sensor kapasitif adalah menyimpan muatan listrik yang dipengaruhi oleh jarak (d) antar plat dan luas penampang. Dalam penelitian ini nilai kapasitansi batubara digunakan untuk menentukan nilai kalori yang terkandung didalam batubara. Untuk mengukur nilai kapasitansi sensor kapasitif dihubungkan dengan rangkaian penguat inverting. Hasil keluaran dari penguat inverting berupa tegangan, dimana tegangan tersebut akan dimodifikasi ke nilai kapasitansi. Frekuensi yang digunakan yaitu 500 Hz, dan amplitudo optimum sebesar 4vpp. Nilai kapasitasi yang paling tinggi terjadi pada sampel 1867 yang memiliki nilai kalori sebesar 5.885 dan nilai kapasitansi sebesar $3.21 \text{x} 10^{-9}$ F.

Kata kunci : penguat *inverting*, sensor kapasitif, kalori batubara

Abstract

In this study to measure the capacitance value using parallel plate capacitor method, where the capacitive sensor uses two copper plates arranged in parallel. The capacitive sensor designed has a capacitance value of 2 nF. The application of capacitive sensors is done to measure the value of coal capacitance. The principle of capacitive sensor is to store electrical charge which is influenced by the distance (d) between plates and cross-sectional area. In this study the value of coal capacitance is used to determine the calorific value contained in coal. To measure the capacitive sensor capacitance value connected to the inverting amplifier circuit. The output of the inverting amplifier is a voltage, where the voltage will be modified to the capacitance value. The frequency used is 500 Hz, and the optimum amplitude is 4vpp. The highest capacitation value occurred in the 1867 sample which had a calorific value of 5,885 and a capacitance value of $3.21 \text{x} 10^{-9}$ F.

Keynote : ***inverting amplifier, capacitive sensor, coal calorie***

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk 10 negara penghasil batubara di dunia dengan jumlah produksi sekitar 281,7 juta ton, jumlah konsumsi sekitar 60,8 juta ton, dan jumlah cadangan sekitar 28.017 juta ton. Batubara merupakan salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk sekitar 370 juta tahun yang lalu. Dalam kehidupan sehari-hari batubara merupakan salah satu bahan yang sering ditemui, dan mempunyai bermacam-macam jenis. Salah satu contohnya adalah sebagai pembangkit listrik tenaga batubara, untuk menghasilkan listrik yang handal dan minim biaya..

Secara umum sulit untuk membedakan batubara secara signifikan, maka diperlukan beberapa alat untuk mengukur nilai-nilai yang terkandung didalam batubara tersebut. batubara memiliki nilai kalori, kadar air, kadar abu, dan kadar sulfur yang berbeda-beda. Nilai kalori adalah panas yang dihasilkan oleh batubara. Nilai kalori juga merupakan parameter yang sangat penting, karena salah satu karakteristik untuk suatu bahan bakar adalah nilai kalori yang merupakan banyaknya energi atau jumlah energi per kg dari hasil pembakaran.

Sebelumnya telah di lakukan penelitian tentang "analisis batubara dalam penentuan kualitas batubara untuk pembakaran bahan baku semen PT indocemen tunggal prakarsa tbk. Palimanan-cirebon" oleh Rendi Permaldi, Linda Pulungan, dan Solihin pada tahun 2015. Kekurangan pada penelitian ini, untuk pencarian nilai kalori masih melakukan proses pembakaran menggunakan bomb calorimeter. Bomb calorimeter adalah alat untuk mengukur nilai kalori dengan proses pembakaran sempurna, sampel dibakar menggunakan api listrik dari kawat logam yang terpasang didalam tabung[2].

Dengan adanya proses pembakaran akan merusak objek yang akan diukur dan memakan waktu yang cukup lama. Maka selain dengan cara membakar diperlukan cara lain untuk mengidentifikasi jenis batubara seperti membandingkan nilai kapasitansi yang ada pada batubara untuk mendapatkan nilai kalori. Metode *Non-destructive Testing* (NDT) diharapkan dapat digunakan untuk menentukan jenis objek berdasarkan nilai kapasitansinya. *Non-destructive Testing* didefinisikan sebagai metode untuk mengidentifikasi sifat fisis dan mekanis bahan tanpa menimbulkan kerusakan yang dapat mengubah kemampuan pemanfaatan akhir dari bahan tersebut [3].

Dari semua jenis batubara yang ada di Indonesia sangat jarang sekali mengukur nilai kalori tanpa dibakar. Oleh karena itu dilakukan percobaan dengan menggunakan kapasitor plat sejajar untuk mengukur nilai kapasitansi. Nilai kapasitansi yang didapat akan dijadikan plot untuk mengetahui nilai kalori yang ada di batubara tersebut, sehingga tidak merusak objek yang akan dikur. Oleh karena itu dilalukan penelitian ini sebagai tugas akhir. Harapannya agar lebih mudah untuk mengetahui nilai kalori batubara yang ada tanpa merusak objek dengan membandingkan nilai kapasitansi dan nilai kalori.

2. Metode Penelitian

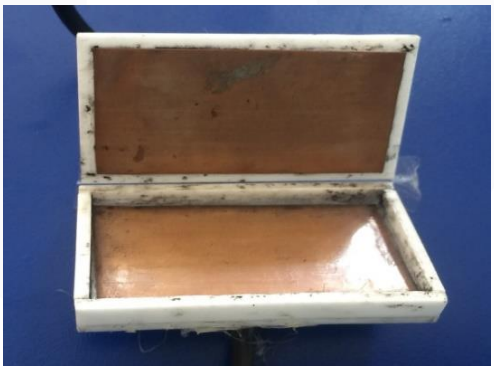
2.1 Sampel Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa sampel batubara yang didapat dari TEKMIRA (Teknologi Mineral dan Batubara). Jenis batubara yang digunakan adalah *gross*, dan memiliki bentuk serbuk atau sudah di haluskan. Batubara yang digunakan sudah diketahui nilai kalorinya. Ukuran sampel yang akan diuji untuk pengukuran kapasitansi berbentuk persegi yaitu lebar 2.3 cm, panjang 4.5 cm dan jarak 0.2 cm dengan massa 2.5 gr dan akan dimasukkan ke sensor yang berukuran lebar 3 cm, panjang 5 cm dan jarak 0.8 cm.

Gambar 2.1 Sampel batubara

2.2 Perancangan Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif menggunakan prinsip kapasitif yang dirancang dengan bentuk kapasitor plat sejajar, adapun dimensi sensor yang dirancang adalah dengan menggunakan dua plat tembaga yang disusun sejajar dengan lebar 5 cm, tinggi 0,8 cm dan jarak 3 cm. Masing-masing plat tembaga dirancang menepel pada bingkai objek batubara dengan dimensi yang sama dengan objek batubara.

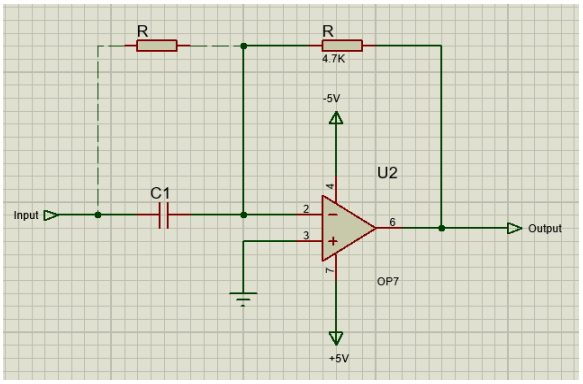


Gambar 2.2 Sensor kapasitif pada saat keadaan terbuka

Pada penelitian ini menggunakan *acrilyc* untuk melapisi bagian luar plat tembaga yang digunakan sebagai tempat atau bagian luar dari sensor kapasitif. Posisi plat ini kemudian diletakan di sisi objek kayu yang bagian atas kedua plat tembaga diberi kabel atau *probe* yang nantinya terhubung ke alat pengukuran.

2.3 Perancangan Penguat *Inverting*

Penguat *inverting* digunakan untuk mengukur nilai sensor kapasitif. Dalam sistem ini digunakan rangkaian *inverting* dengan jumlah penguatan yang dapat disesuaikan dengan frekuensi yang digunakan.



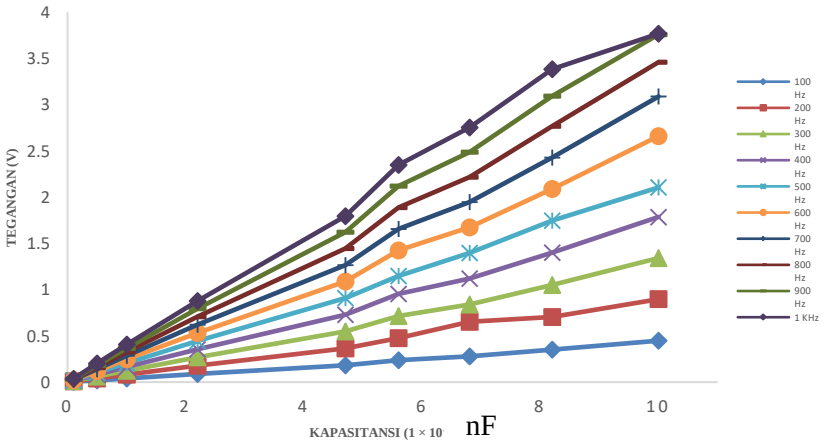
Gambar 2.3 Penguat Inverting

Penguat inverting akan disambungkan ke sensor kapasitif dengan menggunakan resistor acuan yaitu menggunakan resistor 4,7 kilo ohm dan menggunakan sensor kapasitor yang telah dibuat sebelumnya yaitu menggunakan 2 plat tembaga. Penguat juga menggunakan OP07. Penguat akan disambungkan ke sensor kapasitif dan akan dialiri tegangan AC sebesar 4 Vp-p melalui kaki op-amp (-) dan keluarannya akan bernilai (+) dengan frekuensi 500 Hz

3. Hasil dan Analisis

3.1 Karakterisasi Variasi Frekuensi terhadap Tegangan Keluaran

karkterisasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan keluaran AC yang dihasilkan oleh sensor kapasitif sudah memberikan respon yang baik. karakterisasi ini menggunakan sepuluh variasi frekuensi yang berbeda dengan tegangan input sebesar 5 Volt, amplitude 4 Vp-p dan menggunakan 9 kapasitor murni sebesar yaitu 1nF, 5 nF, 10 nF, 22 nF, 47 nF, 56 nF, 68 nF, 82 nF, 100 nF. variasi frekuensi yang digunakan yaitu 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 700 Hz, 800 Hz, 900 Hz, dan 1 KHz. Hasil tegangan keluarandibaca dengan menggunakan multimeter. Berikut adalah frekuensi terhadap tegangan keluaran terlihat pada grafik dibawah.

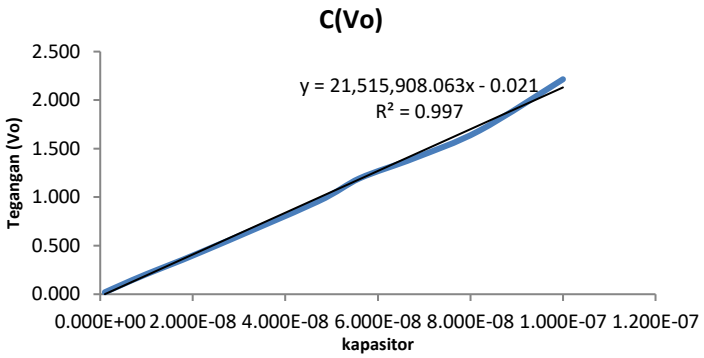


Gambar 3.1 variasi frekuensi berdasarkan tegangan keluaran

Pada gambar 3.1 Berdasarkan hasil pengukuran tegangan keluaran terhadap frekuensi mengalami perubahan. Semakin besar nilai frekuensi dan kapasitansi maka semakin besar pula tegangan keluaran. Namun, setiap nilai frekuensi memiliki bentuk linieritas yang berbeda-beda. Frekuensi 500 Hz diapakai pada rangkaian penguat inverting, dikarenakan nilai tersebut paling linier dibandingkan dengan nilai frekuensi yang lain.

3.2 Karakterisasi Variasi Kapasitor Murni terhadap Tegangan Keluaran

Karkterisasi variasi kapasitor murni ini dilakukan agar mengetahui nilai tegangan keluaran yang digunakan pada rangkaian inverting sudah mendeteksi nilai dengan dengan baik. Pada karakterisasi ini menggukan Sembilan nikai kapasitor keramik murni yaitu 1 nF, 5 nF, 10 nF, 22 nF, 47 nF, 56 nF, 68 nF, 82 nF, dan 100 nF. Nilai tegangan keliaran dibaca menggukan multimeter, tegangan yang dibaca oleh multimeter berupa tegangan AC.



Gambar 3.2 Grafik kapasitor terhadap tegangan keluaran

Terlihat pada gambar 3.11 semakin besar nilai kapasitor murni yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai tegangan keluaran yang terbaca pada multimeter sehingga grafik yang dihasilkan yaitu linier. sehingga dapat dikatakan rangkaian penguat inverting dapat mendeteksi nilai dengan baik.

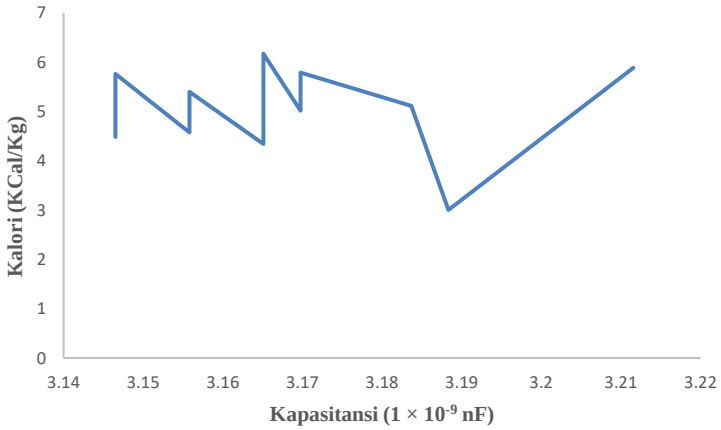
3.3 Karakterisasi Nilai Kalori Batubara terhadap Nilai Kapasitansi

Sebelum melakukan karakterisasi menggunakan sensor kapasitif dengan objek batubara, dilakukan pengukuran dengan menggunakan kapasitor yang sudah diketahui nilainya, yaitu menggunakan kapasitor keramik dengan nilai 5 nF. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui apakah rangkaian sudah dapat mendeteksi tegangan keluaran dari kapasitor. Pengujian ini menggunakan tiga belas sampel batubara yang sudah diketahui nilai kalori yang terkandung didalamnya. Berikut nilai kalori yang terkandung didalam 13 sampel batubara terlihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Nilai kalori batubara

No	Sampel	Nilai Kalori Kkal/gr
1	1935	6.171
2	1930	4.482
3	1934	5.762
4	1876	5.113
5	1932	5.186
6	1867	5.885
7	1936	3.003
8	1879	5.467
9	1933	5.785
10	2044	5.017
11	1875	5.397
12	1874	4.575
13	1877	4.34

Dari tabel 3.1 terlihat nilai kalori yang terkandung didalam tiga belas sampel batubara yang dijadikan objek. Setelah rangkaian sudah mendeteksi dengan baik, lalu kapasitor murni akan diganti dengan sensor kapasitif yang memiliki nilai sebesar 2 nF. Setelah sensor kapasitif dipasang pada rangkaian dan objek batubara dimasukkan pada sensor kapasitif. Rangkaian diberikan tegangan masukkan sebesar 5 volt, dengan amplitude sebesar 4 Vp-p, dan frekuensi sebesar 500 Hz, tegangan keluaran yang dihasilkan akan dibaca menggunakan multimeter. Hasil tegangan keluaran di konversi menjadi nilai kapasitasi. Terlihat pada gambar 4.3 dibawah



Gambar 3. 3 Grafik nilai kalori batubara terhadap nilai kapasitansi

Pada gambar 4.3 telihat nilai kapasitansi yang didapat dari keseluruhan percobaan tidak berbanding lurus dengan nilai kalori batubara. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitansi tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai kalori batubara. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kapasitansi tidak dapat dipakai untuk melakukan karakterisasi.

Hal tersebut dikarenakan tidak hanya nilai kalori yang terkandung didalam batubara. Tetapi, adanya nilai-nilai Tetapi, adanya nilai-nilai lain seperti kadar air, kadar abu, dan kadar sulfur yang memiliki nilai berbeda-beda. Sehingga dapat mempengaruhi penentuan karakterisasi.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah nilai kapasitansi yang didapat pada percobaan tidak banyak berpengaruh untuk menentukan nilai kalori yang terkandung didalam batubara. Karena tidak hanya nilai kalori yang terkandung didalam batubara, tetapi adanya nilai-nilai lain yang terkandung didalam batubara yang dapat mempengaruhi penentuan karakterisasi. Nilai tertinggi pada sampel 1867 dengan nilai kalori 5.885 dan nilai kapasitansi $3.21x10^{-9}$ F. Sedangkan nilai terendah pada sampel 1930 dengan nilai kalori 4.482 dan nilai kapasitansi $3.14x10^{-9}$ F.

DAFTAR PUSTAKA

[1] International Energy Agency, 2009. Coal Information 2009 Edition.
[2] Permadi,Rendi. 2015. *Analisis Batubara Dalam Penentuan Kualitas Batubara Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen Di P.T. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Palimanan-Cirebon*. Tugas Akhir. Jurusan S1 Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung.
[3] Ross, R.J. 1992. *Nondestructive Testing of Wood*. Dalam Prosiding: *Nondestructive Evaluation of Civil Structures and Materials*. Mei 1992. University Colorado Boulder, Colorado. USA.