



## Prototipe Penentu Kadar Karet Kering (K3) Lateks (*Hevea Brasiliensis*) Menggunakan Metode Kapasitif Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Ade Agung Harnawan, Mawar Resty Anggraini, Iwan Sugriwan

Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lambung Mangkurat. Jl. A.Yani Km 36 Banjarbaru

Email korespondensi : [adeagungharnawan@ulm.ac.id](mailto:adeagungharnawan@ulm.ac.id)

Submitted 10 Desember 2018, accepted 21 Februari 2019

**ABSTRACT**—The latex K3 determinant prototype using the ATMEGA8535 microcontroller based capacitive method was completed . K3 measuring system is arranged in several systems, there are parallel plate capacitive sensors, multivibrator, frequency to voltage converter, non inverting amplifier, ATmega8535 microcontroller module and 16x2 character LCD. The value of the latex capacitance is converted into a frequency by a multivibrator, then the frequency is converted to voltage and connected to the microcontroller to be processed and displayed the K3 value of latex on the LCD. The voltage characterization processes with a K3 value produces a K3 characteristic equation =  $- 19.996v + 54,831$ . These equations are processed in the BASCOM AVR program which is embedded in the microcontroller. The determination of K3 is used capacitive sensor which functions to read changes in the dielectric constant of latex , which has dimensions of  $2.5 \times 2.5\text{cm}$  with a distance between pieces of 0.6cm. In testing, the prototype can determine the value of K3 from 18% to 28% and the difference in K3 values from 0.3% to 1.2% compared to industrial measurements.

**KEYWORD** : *AtMega8535 microcontroller, capacitance, K3, latex,*

### I. PENDAHULUAN

Karet merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Di Indonesia, karet diperkenalkan pertama kali pada tahun 1876 yang berasal dari lembah Amazon, Brazil. Hasil yang diambil dari tanaman karet adalah lateks. Bahan olahan yang dihasilkan dari lateks ini berupa sit, lateks pekat, dan karet remah. Lateks adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Pada umumnya berwarna putih seperti susu dan belum mengalami penggumpalan dengan atau tanpa penambahan bahan pemantap (zat anti penggumpal).

Lateks ini dapat diperoleh dengan cara menyadap antara kambium dan kulit pohon. (Purbaya et al, 2011). Penyadapan getah karet dapat disadap pertama kali pada umur tahun ke-5. Dari getah tanaman karet (lateks)

tersebut bisa diolah menjadi lembaran karet *Ribbed Smoked Sheet* (RSS), bongkahan atau karet remah (crumb rubber) yang merupakan bahan baku industri karet (Kiswanto, 2008).

Kualitas lateks ditentukan dari beberapa hal, salah satunya adalah dengan mengukur tingkat kandungan padatan karet per satuan berat (%) atau yang sering disebut dengan kadar karet kering (K3).Umumnya lateks kebun hasil penyadapan mempunyai K3 20% – 35%.Kualitias karet dapat dinilai dari K3, yakni mutu I dengan K3 minimal 28% mutu II dibawah 28% dan mutu III dibawah 20% (Maspanger, 2005).

K3 lateks atau bekuan sangat penting untuk diketahui karena selain dapat digunakan sebagai pedoman penentuan harga juga merupakan standar dalam pemberian bahan kimia untuk pengolahan RSS.Terdapat

beberapa metode dalam penentuan K3, salah satu di antaranya adalah metode laboratorium. Prinsip dalam metode laboratorium adalah pemisahan karet dari lateks yang dilakukan dengan cara pembekuan dan penggilingan.

Penentuan nilai K3 biasa dilakukan di laboratorium, namun demikian, tidak semua orang dapat melakukannya karena terbentur dengan alat dan cara pengeringan sesuai prosedur laboratorium sehingga tidak semua orang dapat melakukannya dengan baik. Selain itu, metode ini sulit dilakukan langsung di kebun yang hasilnya perlu segera diketahui, sehingga dibutuhkan metode yang mudah dan murah dalam pengaplikasiannya. Salah satunya adalah dengan menggunakan prinsip kerja kapasitor.

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Nilai kapasitansi sebuah kapasitor ditentukan oleh bahan dielektrik yang digunakan. Bahan dielektrik akan mempengaruhi nilai kapasitansi dari kapasitor tersebut. Nilai kapasitansi suatu kapasitor juga ditentukan oleh faktor geometri dan sifat bahan dielektrik  $\epsilon$ . Untuk kapasitor plat sejajar, faktor geometri ditentukan oleh luas permukaan elektroda A dan jarak antara dua plat kapasitor  $d$ . Kapasitansi kapasitor C ditentukan oleh Persamaan (1).

$$C = \epsilon \frac{d}{A} \quad (1)$$

Dielektrik  $\epsilon$  adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan hampir tidak ada. Bahan dielektrik dapat berwujud padat, cair dan gas. Dalam bahan dielektrik, semua elektron-elektron terikat dengan kuat pada intinya sehingga terbentuk suatu struktur regangan benda padat, atau dalam hal cairan atau gas, bagian-bagian positif dan negatifnya terikat bersama-sama sehingga tiap aliran massa tidak merupakan perpindahan dari muatan. Karena itu, jika suatu dielektrik diberi

muatan listrik, muatan ini akan tinggal terlokalisir di daerah dimana muatan ditempatkan.

Penentuan dielektrik kapasitor untuk pengukuran salah satunya untuk mengukur kadar air gabah telah dilakukan oleh Harnawan dan Sugriwan (2006). Ketika lateks digunakan sebagai bahan dielektik, maka konstanta dielektrik lateks akan memiliki nilai yang berbeda berdasarkan perbedaan kandungan air di dalam lateks, sehingga hubungan nilai dielektrik yang terukur sebagai kapasitansi kapasitor dengan nilai K3 lateks dapat didekati dengan Persamaan (2). Dimana k adalah konstanta tertentu berdasarkan nilai karakterisasi sensor.

$$K3 = k.C \quad (2)$$

Berdasarkan nilai dielektrik lateks dirancang suatu alat alternatif untuk menentukan kadar karet kering yang dapat digunakan dalam waktu yang lebih cepat dan proses yang mudah, sehingga artikel ini menerangkan pembuatan prototipe pengukur K3 lateks menggunakan sensor kapasitif dari kapasitor keping sejajar yang dibangkitkan dengan pembangkit frekuensi berdasarkan nilai kapasitansi cairan karet yang sebanding dengan nilai dielektriknya, kemudian frekuensi tersebut dikonversi menjadi tegangan dan tegangan tersebut dibaca oleh ADC mikrokontroler untuk diproses dan ditampilkan menjadi nilai K3 lateks pada Liquid Cristal Display (LCD) dan yang terakhir menentukan nilai dielektrik sampel lateks.

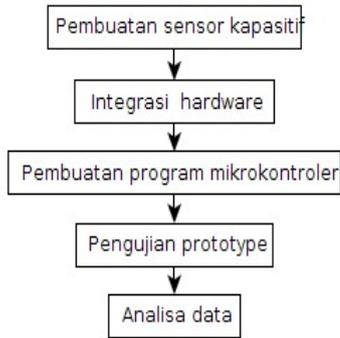
## II. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan kerja dalam membuat prototipe ditunjukkan pada Gambar 1.

### 2.1. Pembuatan sensor kapasitif

Sensor kapasitif dibuat dengan prinsip kapasitor plat sejajar yang terbuat dari papan PCB yang memiliki panjang 2,5 cm dan lebar 2,5 cm serta jarak antar plat sejauh 0,6cm. Plat tersebut ditempelkan pada batang bambu agar

jarak antar plat tidak berubah, lubang pada bambu di tutup menggunakan lilin agar cairan lateks tidak masuk ke dalam lubang bambu. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Tahapan pembuatan prototipe



Gambar 2 Sensor kapasitif

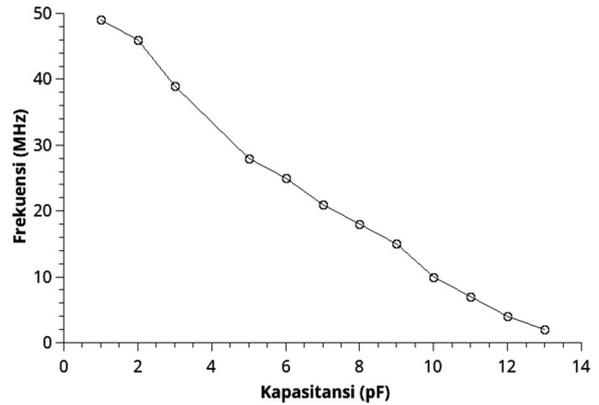
2.2. Integrasi hardware

Hardware pengukur K3 terdiri dari catu daya, pembangkit frekuensi menggunakan IC74HC14, konverter frekuensi ke tegangan menggunakan IC2907, penguat tegangan menggunakan IC741, mikrokontroler ATMEGA8535 dan LCD 16x2.

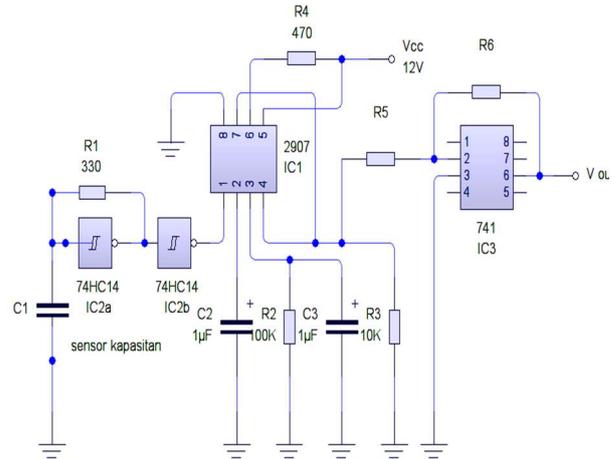
Sensor kapasitif yang terdapat di dalam tempat sampel akan menghasilkan nilai kapasitansi sampel, untuk memperoleh harga kapasitansi yang sebanding dengan tegangan maka menggunakan pembangkit frekuensi dengan kapasitansi sampel sebagai pengganti harga kapasitas kapasitor. Hubungan antara frekuensi dan kapasitor yang dijual di pasaran ditunjukkan pada Gambar 3 yang menyatakan nilai frekuensi berbanding terbalik dengan nilai kapasitansi kapasitor.

Frekuensi yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi tegangan sehingga nilai kapasitansi dapat terukur dan terkonversi ke

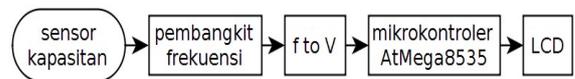
besaran tegangan. Rangkaian kapasitansi ke tegangan dapat dilihat pada Gambar 4. Tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian kapasitansi ke tegangan ( $V_{out}$ ) kemudian diproses oleh mikrokontroler sehingga dapat ditampilkan di LCD. Diagram blok dari proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3 Hubungan kapasitansi dan frekuensi



Gambar 4 Rangkaian kapasitansi ke tegangan

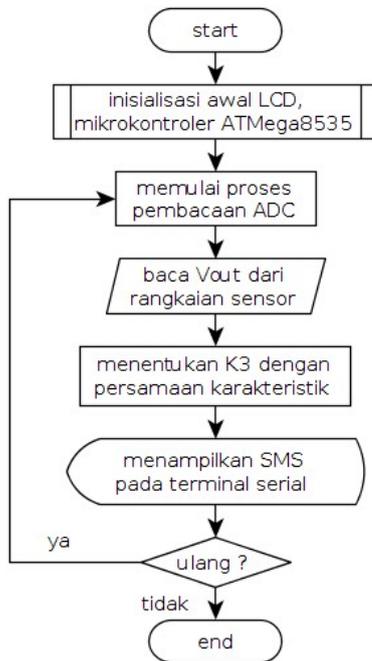


Gambar 5 Diagram blok prototipe penentu K3 karet

2.3 Pembuatan program mikrokontroler

Program yang ditanamkan pada mikrokontroler terdiri atas beberapa algoritma agar prototipe dapat melakukan beberapa tujuan yaitu, antarmuka mikrokontroler dengan LCD karakter 16x2, penentuan nilai K3 berdasarkan nilai kalibrasi, dan mengatur keterulangan kedua algoritma tersebut. Program tersebut disusun dengan

menggunakan software BASCOM AVR IDE. Flowchart dari program dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Flowchart program

### 2.3. Pengujian prototipe

Pengujian prototipe diawali dengan karakterisasi antara nilai K3 dengan tegangan V yang terbaca di LCD. Proses ini dilakukan dengan caramencelupkanplat sejajar sensor kapasitif yang telah dibuat dalam sampel lateks cair, kemudian mencatat nilai tegangan keluaran yang ditampilkan oleh LCD. Nilai K3 dari lateks didapatkan dari pengukuran K3 menggunakan metode industri. Persamaan karakteristik antara K3 dengan tegangan menjadi referensi untuk pemrosesan penentuan data oleh mikrokontroler, nilai ini kemudian dimasukkan pada algoritma penentuan K3 yang ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar 7 merupakan grafik hubungan antara K3 dengan tegangan dengan persamaan karakteristiknya.

Langkah terakhir dalam pengujian prototipe yaitu melakukan perbandingan pembacaan K3 antara prototipe dan dengan menggunakan metode yang digunakan PTPN XIII Persero Danau Salak dengan menggunakan 5 buah sampel lateks yang acak.

### 2.4. Analisa data

Nilai dielektrik sampel lateks yang digunakan untuk karakterisasi ditentukan berdasarkan nilai kapasitansi yang sebanding dengan tegangan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Performa prototipe

Hasil integrasi sensor kapasitif, integrasi hardware dan pembuatan program mikrokontroler membentuk satu kesatuan prototipe pengukur K3 menggunakan metode kapasitan. Gambar 7 menunjukkan bagian-bagian yang terintegrasi dari hardware prototipe.



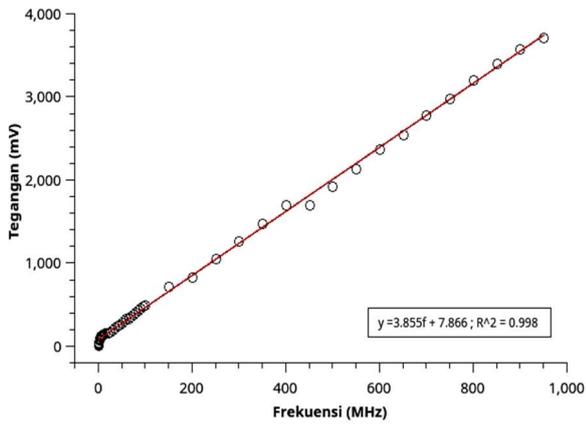
Gambar 7 Realisasi prototipe

Keterangan :

- Rangkaian pembangkit frekuensi
- Rangkaian converter  $f$  to  $V$
- Modul mikrokontroler dan LCD 2x16
- Modul catudaya

Performa pembangkit frekuensi dapat ditunjukkan pada Gambar 3 yang diuji dari kapasitor dengan kapasitansi 1-13nF menunjukkan frekuensi yang dihasilkan dari 1-49MHz.

Rangkaian converter  $f$  to  $V$  mempunyai karakteristik yang dapat ditunjukkan pada Gambar 8, dimana nilai frekuensi sebanding dengan luaran  $V_{out}$  rangkaian, dan linier dengan keseksamaan korelasi antar setiap data adalah 0,998. Sehingga rangkaian dapat digunakan untuk pengukuran frekuensi yang diberikan.

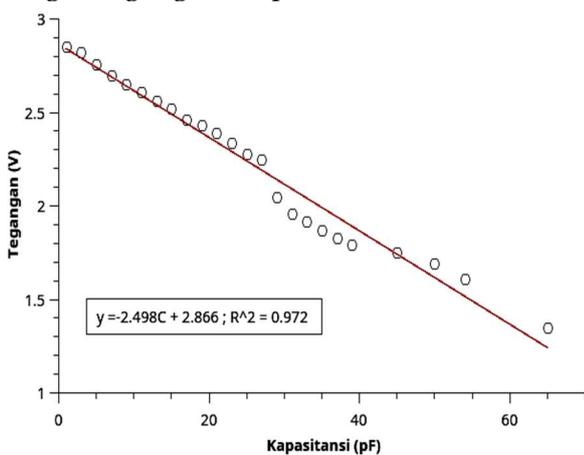


Gambar 8 Hubungan frekuensi dan tegangan

Korelasi tiap data pada Gambar 8 linier dengan nilai keseksamaan 0,998, sehingga didekati dengan persamaan regresi linier yang ditunjukkan pada Persamaan 3 dengan  $f$  adalah frekuensi dalam MHz.

$$y = 3.855f + 7.866; R^2 = 0.998 \quad (3)$$

Langkah berikutnya adalah menentukan performa rangkaian sensor dan konverter frekuensi ke tegangan dengan menghubungkan dua rangkaian tersebut dan selanjutnya masukan kapasitor digunakan kapasitor yang dijual di pasaran dan kemudian mengukur tegangan luarannya. Hasilnya berupa hubungan antara nilai kapasitansi kapasitan dengan tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 9. dimana nilai kapasitansi kapasitor berbanding terbalik dengan tegangan output V.



Gambar 9 Hubungan kapasitansi dan tegangan

Korelasi tiap data pada Gambar 9 linier sehingga didekati dengan persamaan regresi linier yang ditunjukkan pada Persamaan (4) dengan  $C$  adalah kapasitansi dalam pF.

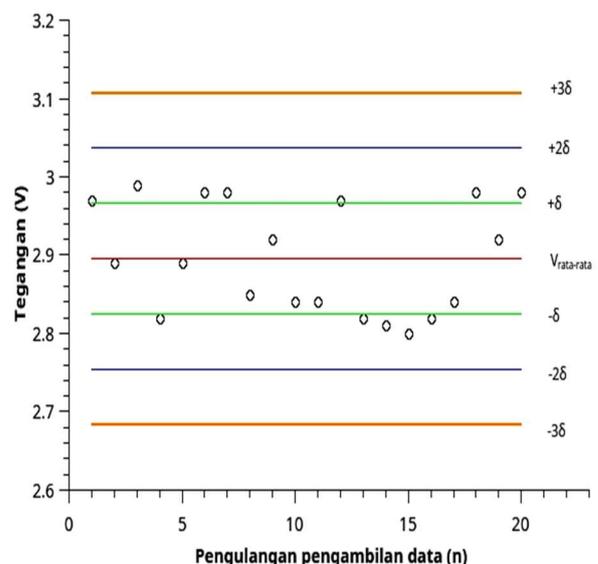
$$y = -2.498C + 2.866; R^2 = 0.972 \quad (4)$$

Berdasarkan pada Gambar 8 dan 9 maka dapat disimpulkan prototipe dapat membedakan nilai kapasitansi yang diberikan sehingga prototipe dapat digunakan untuk membedakan lateks cair yang mempunyai perbedaan nilai dielektrik.

### 3.2 Pengujian K3 prototipe dengan pengukuran industri

Prototipe sudah dapat digunakan untuk membaca nilai dielektrik lateks sehingga diperlukan 2 pengujian yaitu penentuan model matematis karakteristik dielektrik lateks yang sebanding dengan tegangan yang dihubungkan dengan nilai K3 dari sampel lateks cair yang digunakan.

Sebelum prototipe digunakan untuk mengukur tegangan sampel lateks cair maka prototipe diukur kondisi awal, dimana dielektrik yang terbaca adalah dielektrik udara yang berada di antara 2 pelat sejajar sensor kapasitif. Hasilnya akan memberikan tingkat performa sensor dalam membaca kondisi awal, Kondisi awal ini ditunjukkan dalam Gambar 10. Berdasarkan pada gambar tersebut maka sensor dapat berada pada kondisi awal yang sama dan siap untuk diimplementasikan dalam karakterisasi K3 lateks cair dengan tegangan.

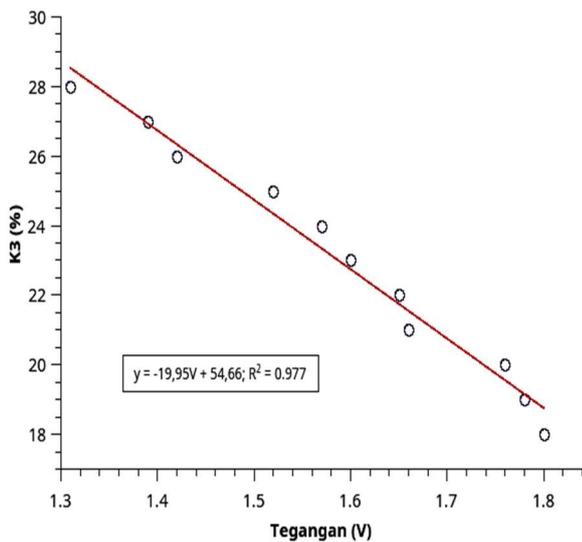


Gambar 10 Hubungan kapasitansi dan frekuensi

Gambar 10 menunjukkan data

pengukuran berada diantara  $-2\delta$  sampai  $+2\delta$ , sehingga hal ini menunjukkan bahwa pengukuran kapasitansi udara dengan 20 kali pengulangan, prototipe menunjukkan performa pengulangan (*repeatability*) pengukuran yang baik.

Nilai K3 sampel lateks ditentukan dengan metode industri di PTPN XIII Persero Danau Salak, tetapi sebelumnya diukur dahulu nilai tegangannya menggunakan prototipe, hubungan parameter tegangan dan K3 dapat ditunjukkan pada Gambar 11.



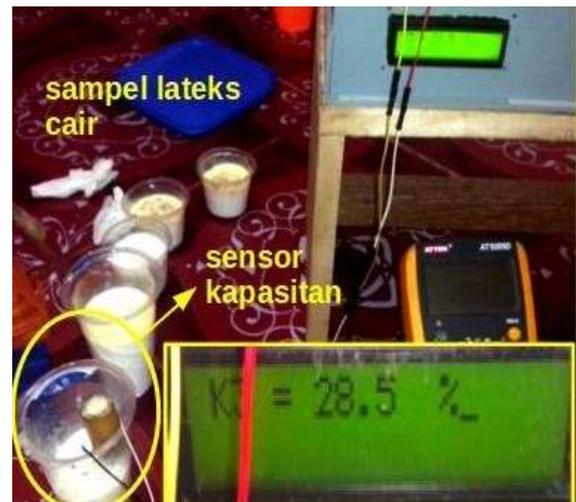
Gambar 11 Hubungan tegangan dan K3 lateks cair

$$y = -19,95V + 54,66; R^2 = 0.977 \quad (5)$$

Berdasarkan Gambar 11 maka nilai sampel K3 lateks cair yang dikarakterisasi berada pada 18%-28%, dengan model matematis regresi ditunjukkan pada Persamaan 5. Dan korelasi data yang ditunjukkan linier dengan nilai keseksamaan 0,977. Persamaan 5 merupakan persamaan karakteristik yang ditanamkan pada mikrokontroler melalui algoritma yang ditunjukkan pada Gambar 6 untuk menampilkan nilai K3 pada display LCD.

Nilai K3 lateks cair yang ditampilkan prototipe dapat ditunjukkan pada Gambar 12, yaitu pada tahap pengujian prototipe. Pada tahap pengujian dipastikan pelat sejajar pada sensor kapasitan harus dalam kondisi bersih sehingga pengukuran menghasilkan nilai K3 lateks cair yang serupa untuk pengulangan

pengukuran, selanjutnya sensor kapasitan dicelupkan pada lateks cair sehingga seluruh luasan plat sejajar masuk dalam lateks cair. Hasil dari pengukuran ini ditunjukkan pada Tabel 1. Sampel yang digunakan ada 5 buah lateks cair dari nilai K3 18% sampai 28%, dan didapatkan beda hasil dengan nilai K3 menggunakan metode industri adalah 0,3% - 1,2% dan perbandingan prosentase nilai kebenaran pembacaan K3 dari 95,2% - 98,6%.



Gambar 12 Proses pengukuran K3 lateks cair

Tabel 1 Perbandingan nilai K3 pengukuran menggunakan metode industri dan prototipe

K3 <sub>ind</sub>	Nilai K3 (%)				$\overline{K3} \pm \delta$	$\Delta K3$	%ε
	K3 <sub>1</sub>	K3 <sub>2</sub>	K3 <sub>3</sub>				
18,0	17,4	17,0	17,4	17,3±0,2	0,7	96,1	
21,0	21,6	21,0	21,3	21,3±0,3	0,3	98,6	
24,0	23,4	22,7	22,5	22,9±0,5	1,1	95,4	
25,0	26,4	25,9	26,2	26,2±0,3	1,2	95,2	
28,0	29,0	27,4	29,3	28,6±1,0	0,6	97,9	

Keterangan :

- K3<sub>ind</sub> : pengukuran K3 lateks metode industri
- K3<sub>1</sub>-K3<sub>3</sub> : pengukuran K3 prototipe dengan 3 kali pengulangan
- $\overline{K3} \pm \delta$  : nilai rata-rata K3 dan deviasinya
- Δ : beda pengukuran K3 metode industri dengan prototipe
- %ε : perbandingan kebenaran nilai K3 prototipe dengan metode industri =  $(1 - \frac{\Delta}{K3_{ind}}) \times 100\%$

### 3.3 Analisa nilai dielektrik lateks

Berdasarkan pada Gambar 9 dan 11, maka dapat diketahui bahwa nilai dielektrik sampel lateks cair yang digunakan karena pengaruh jumlah air pada sampel berbeda. Oleh karena itu nilai dielektrik dari sampel dapat ditentukan berdasarkan pada nilai kapasitansinya.

Berdasarkan sampel lateks yang digunakan pada Gambar 11 maka dengan menggunakan Persamaan 4 dapat ditentukan nilai kapasitansinya  $C$ , dan dengan Persamaan 1 dapat ditentukan nilai dielektriknya  $\epsilon$ , dan kemudian hasilnya dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kapasitansi  $C$  dan dielektrik  $\epsilon$  sampel lateks cair

Sampel	K3 (%)	C (pF)	$\epsilon$
1	18	0.99	107.39
2	19	1.01	110.52
3	20	1.04	113.83
4	21	1.08	117.35
5	22	1.11	121.09
6	23	1.15	125.07
7	24	1.19	129.33
8	25	1.23	133.89
9	26	1.27	138.78
10	27	1.32	144.04
11	28	1.38	149.72

Prototipe yang dibuat telah dapat mengukur nilai K3 lateks cair dengan menggunakan prinsip kapasitan. Penentuan K3 tersebut tidak memerlukan larutan pembeku yang biasa digunakan yang memerlukan proses dalam waktu tertentu sehingga perlu dipersingkat, prototipe ini dapat menentukan nilai K3 secara langsung dan tidak memakan waktu yang terlalu lama, tentunya harus menjaga kebersihan plat sejajar pada sensor kapasitan sebelum diaplikasikan untuk penentuan K3 karet.

Penentuan K3 yang singkat akan membantu petani untuk memperkirakan harga jual karet pada pengepul karet atau pada industri karet sehingga petani tidak akan dirugikan karena harga jual karet

berdasarkan baku mutu K3.

Sensor kapasitan masih menggunakan konfigurasi plat sejajar dan pengulangan pengukuran masih dalam antara nilai  $-2\delta$  sampai  $2\delta$  dan masih dapat dikatakan normal pengukuran, sehingga terbuka kemungkinan untuk memperbaiki performa pengukuran kapasitansi dengan menggunakan konfigurasi kapasitor yang lain seperti tabung atau bola.

## IV. KESIMPULAN

Prototipe disusun dari beberapa blok, yaitu sensor kapasitif plat sejajar, pembangkit frekuensi, converter frekuensi ke tegangan, penguat non inverting, modul mikrokontroler ATmega8535 dan LCD karakter 16x2. Prototipe dapat mengukur nilai K3 lateks cair secara langsung dari 18%-28% dengan selisih pengukuran dengan metode industri 0,3%-1,2%. Nilai sampel K3 terukur sebanding nilai kapasitansi dan dielektriknya secara berurutan yaitu 0,99-1,38pF; 107,92-149,72.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- Harnawan, A.A. & Sugriwan, I., 2006. Pembuatan pengukur kadar air gabah menggunakan metode kapasitan berbasis mikrokontroler AT89S52. *Jurnal Fisika Flux*, 3(1), pp 12-30.
- Kiswanti, K., 2008. *Teknologi budidaya karet*. Bogor: Balai besar Pengkajian dan pengembangan teknologi pertanian badan penelitian dan pengembangan pertanian.
- Maspanger, M., 2005. Karakterisasi mutu koagulum karet dengan metode ultasonik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*.
- Purbaya, M., T. I. Sari, C.A., & Saputri, M.T. Fajriaty., 2011. Pengaruh beberapa bahan penggumpal lateks dan hubungannya dengan susut bobot kadar kering dan plastisitas. *Prosiding Seminar Nasional AVOER*. Palembang.