

## Electronic properties of carbon black-natural rubber composite

Muliawati G. Siswanto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20278684&lokasi=lokal>

---

### Abstrak

Penelitian ini pada khususnya menelaah sifat-sifat permukaan dari karet alam pada perbatasan karbon hitam/karet alam di dalam komposit. Polarisasi pada daerah batas yang disebabkan adanya penambahan tegangan di daerah tersebut di atas yang penting artinya secara Industri telah dianalisa. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memperjelas mekanisme konduksi listrik dari komposit karbon hitam-karet alam.

Perambahan karbon hitam kedalam karet alam, akan menghasilkan komposit karbon hitam-karet konduktivitas listrik ( $\sigma$ ) yang lebih tinggi, dibandingkan dengan konduktivitas karet alam itu sendiri. Karet alam adalah isolator ( $\sigma < 0.13 \text{ n-1 m-1}$ ) sedangkan konduktivitas dari karbon hitam adalah dalam daerah semikonduktor ( $3 \cdot 10^{-10} \text{ n-1}$ ). Konduktivitas makroskopik dari komposit ternyata dapat dibuat sesuai kebutuhan, dari isolator sampai atau Black Pearls 2000.

Penelitian material dengan mikroskop elektron metoda difraksi sinar X von Laue untuk kristalisasi karena tarikan, menunjukkan bahwa secara submakroskopik (mikroskopik orde pertama), komposit tersebut tidak homogen, terdiri dari partikel/agregat karbon hitam yang terdispersi matrix vulkanisat karet alam. Selain dari pada itu, ditunjukkan bahwa pada daerah batas antara kedua bahan tersebut timbul tambahan tegangan (enhanced stress).

Dua buah model telah dilakukan untuk mencoba menginterpretasikan sifat-sifat konduktivitas sebagai fungsi dari temperatur dan konsentrasi karbon hitam dan juga sifat-sifat dispersi dari besaran-besaran ac, disebabkan karena keadaan secara makroskopik maupun submikroskopik (mikroskopik orde pertama).

Model yang pertama berdasarkan kepada sifat inhomogenitas secara submikroskopik dari komposit. Komposit tersebut dipandang sebagai suatu media inhomogen Maxwell-Wagner dua fasa, yaitu karbon hitam sebagai penguat konduktif dan matrix vulkanisat karet alamnya, dimana terjadi tambahan tegangan pada daerah batas dari kedua bahan tersebut. Pembahasan diberikan berdasarkan polarisasi pada daerah batas dan terjadinya lapisan dipol dalam karet di daerah batas, sebagai akibat adanya tegangan tersebut di atas. Model ini ditunjang dengan data harga kapasitans dari perhitungan harga koefisien dielektrik  $K$  dari komposit yang sangat tinggi (sinergistik). Dalam model ini, secara analitis, komposit dapat digambarkan sebagai suatu kumpulan seri dari susunan-susunan parallel dari elemen-elemen mikro RC.

Model lain adalah membahas sifat-sifat listrik, dimana kompositnya dianggap homogen, yang berarti bahwa efek dari kedua bahan dalam komposit hanya dideteksi dalam besaran-besaran listrik makroskopik. Karakteristik arus tegangan  $\langle I-V \rangle$  yang dapat diterangkan dengan sifat arus terlimitasi muatan ruang (space charge limited current) dengan adanya perangkap  $\langle \text{trap} \rangle$  menunjukkan adalah pembawa muatan utama

untuk transport elektrik dalam komposit tersebut dalam kurun temperatur yang diteliti, Studi dengan resonansi spin elektron (ESR)menunjang adanya tingkat-tingkat energi perangkap yang terlokalisir dalam celah energi dari struktur pita disebabkan karena lapisan dipol yang bertindak sebagai perangkap untuk transport elek- tron. Distribusi dari tingkat energi perangkat elektron ini tergantung pada macam karbon hitam yang dipakai. Soek-tra ESR dari komposit adalah sangat nyata, dengan bentuk kurva yang tergantung macam karbon hitam. Harga  $g$  dari kom- posit adalah dekat dengan harga  $g$  elektron dan tidak tergan- tung macam karbon hitam maupun temperatur. Tambahan pula, mobilitas yang diukur dengan efek Hall van der Pauw dalam kurun temperatur 294 K sampai 373 K adalah rendah dan ber- tambah dengan temperatur. Pengukuran konduktivitas sebagai fungsi frekwensi menunJukkan hubungan : oac.

<hr>

This work is concerned with surface properties of the natural rubber. at carbon black/natural rubber interface in the composite. The interfacial polarization that is due to enhanced stress in this domain which has several indus- trial importance has been analyzed. The main goal of this study is to clarify the electrical conduction mechanism for carbon black natural rubber composite.

The introduction of carbon black into natural rubber will produce a carbon black reinforced natural rubber composite with enhanced electrical conductivity ( $\sigma$ ) in comparison to the conductivity of natural rubber alone. Natural rubber is inherently an insulator ( $\sigma < 10^{-13} \text{ ri} \cdot 1\text{m}^{-1}$ ), while the conductivity of carbon black is in the range of a semiconductor ( $\sigma :z 10^3 \text{ n}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ). The macroscopic conduc-tivitY of the composite can be tailored according to the need, from insulator to semiconductor ranges, depending Primarily on type and loading concentration of the carbon with a series of-carbon black types, namely the HAF, Vul can P, Vulcan XC 72 and Black Pearls 2000.

Materials studies by Scanning Electron Microscope and von Laue X-ray Diffractometry of Strain Induced Crystalli- zation have been performed to Investigate the sub macros - copic morphology of the composite. It is shown that the composite is not homogeneous, consisting of carbon black particles/aggregates dispersed In the natural rubber vulca- nize matrix. It is also indicated the existence of enhanced stress in the interfacial region between these two constituent substances.

Two models have been put forward to interpret the de conductivity behaviour-as function of temperature and loading concentration, and the dispersion of ac properties, brought about by the macroscopic and sub macroscopic (first order microscopic) behaviours.

The first model is based on the sub-macroscopicallY inhomogeneous nature of the composite. It is regarded as a two phase Maxwell-Wagner inhomogeneous media, the carbon wherein the composite is presumed macroscopically. homoge- neous and the effects of the constituent substances are detected only as averaged apparent electrical observables. I-V characteristics that can best be described as space · charge limited current behaviour with the existence of electron trap energies, Indicate the electron is the main charge carrier for electrical transport over the temperature range studied. Electron Spin Resonance Study indicates the existence of locallized trapping energy states, due to dipole layer that may act as traps for electronic transport.

Different electron trap energy distribution, has been identified, depending on the type of carbon black filler. Electron Spin Resonance spectra of the composites revealed, with lineshape also depending on the type of carbon black used. Observed g-values are close to that of a free electron, and do not vary with carbon black type or temperature. Furthermore, the mobility is low and temperature activated, as measured by the van der Pauw modified Hall effect measurement in the temperature range 294 K to 373 K. Observed dependence of the macroscopic conductivity, could be described by:  $\sigma(T) = \sigma_0 \exp(-n/kT)$ , where:  $0,5 < n < \infty$ , depending upon temperature. These results are consistent