

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

Gelombang elektromagnetik pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan panas (Swamardika, 2009). Spektrum gelombang elektromagnetik yang kita ketahui mencakup rentang frekuensi yang lebar. Gelombang radio, sinyal televisi, sinar radar, cahaya tak terlihat, sinar-x dan sinar gamma merupakan contoh-contoh gelombang elektromagnetik. Contoh sumber gelombang elektromagnetik secara alamiah adalah matahari, bintang dan tornado. Sedangkan sumber elektromagnetik buatan seperti ledakan nuklir, ponsel dan kendaraan elektrik. Gelombang elektromagnetik pada saat frekuensi yang tinggi dapat menimbulkan potensi bahaya kesehatan bagi manusia (Oh, et al., 2018).

Potensi bahaya kesehatan yang mungkin akan timbul karena gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi adalah *electrical sensitivity*. *Electrical sensitivity* adalah gangguan fisiologis dengan tanda dan gejala neurologis maupun kepekaan, berupa berbagai gejala dan keluhan. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh radiasi elektromagnetik yang berasal dari jaringan listrik tegangan tinggi atau ekstra tinggi, peralatan elektronik di rumah, di kantor maupun industri. Termasuk telepon seluler (ponsel) maupun microwave oven, sangat potensial menimbulkan berbagai keluhan tersebut. Selain itu Gelombang elektromagnetik handphone mempengaruhi pengaturan kadar glukosa darah menjadi meningkat (Dewi & Wulan, 2015). Karenanya, mengurangi emisi elektromagnetik dan melindungi komponen merupakan hal penting yang harus dilakukan kedepannya.

Material penghalang elektromagnetik/anti radiasi harus bisa mereduksi emisi dan melindungi komponen dari gelombang eksternal. Pada umumnya, terdapat tiga fungsi material anti radiasi (Shahzad, et al., 2016). Pertama, untuk mereduksi radiasi menggunakan pembawa muatan yang menghasilkan konduktifitas listrik pada materialnya. Kedua, absorpsi radiasi elektromagnetik karena sifat elektrik dan/atau interaksi dipol magnetik dengan radiasi. Kedua karakteristik refleksi dan absorpsi ini berhubungan dengan konduktivitas elektrik material anti radiasi.

Fungsi ketiga yaitu untuk mengatasi beberapa refleksi internal yang timbul dari pusat penghamburan didalam material anti radiasi.

Telah diketahui dari penelitian sebelumnya bahwa material yang dapat digunakan untuk anti radiasi harus memiliki berat yang ringan, konduktivitas yang tinggi dan adesi yang baik (Oh, et al., 2018). Untuk memenuhi syarat tersebut, material penghalang yang digunakan adalah kain tenun poliester-kapas yang diberi lapisan material konduktif. Sebelumnya, logam digunakan material anti radiasi namun sekarang material konduktif lebih populer karena sifatnya yang ringan, fleksibel dan tahan korosi (Das, et al., 2001). Material konduktif yang digunakan adalah *carbon black*. *Carbon black* merupakan salah satu zat kimia yang populer dan umumnya digunakan untuk plastik, karet, pelapisan, film antistatik, elektroda konduktif, dan industri elektronik (Kim, et al., 2005).

Carbon black merupakan istilah umum produk yang digunakan untuk penguatan karet/*rubber*, sebagai pigmen hitam dan untuk sifat konduktif listriknya. *Carbon black* berbentuk bubuk halus dan area permukaan yang tinggi, tersusun dari unsur karbon (Wang, 2003). *Carbon black* merupakan salah satu zat kimia yang paling stabil. *Carbon black* berbeda dari bentuk karbon lain seperti *diamond*, *graphite*, *cokes* dan *charcoal* karena *carbon black* terdiri dari agregat yang mempunyai konfigurasi yang kompleks. Perbedaan dari karbon lain adalah saat saat pembentukan dari fase penguapan oleh nukleasi homogen melalui dekomposisi termal dan pembakaran hidrokarbon sebagian. *Carbon black* pada dasarnya bebas dari kontaminasi inorganik.

Untuk melapiskan material konduktif seperti *carbon black* dan logam pada material anti radiasi dapat dilakukan melalui teknik *sputtering*, *electrodeposition*, *electron beam irradiation*, *screen printing*, *chemical reduction* dan *plasma spraying* (Qing, et al., 2015). Pada penelitian ini digunakan teknik pelapisan *screen printing*. Teknik pelapisan *screen printing* merupakan teknik pelapisan yang cocok pada media dengan permukaan yang datar dengan kelebihan sederhana dan ketebalan serta keseragaman lapisan dapat dikontrol (Wang, et al., 2009). Sebelum dilakukan pelapisan *carbon black*, diberikan perlakuan plasma tekanan atmosfer terlebih dahulu untuk menyempurnakan pelapisan *carbon black* pada material kain tenun

poliester-kapas. Plasma tekanan atmosfer menunjukkan reaktifitas tinggi terhadap material berbasis karbon (Chien, et al., 2018).

Plasma tekanan atmosfer biasa juga disebut *dry plasma reduction* (DPR) dan dapat digunakan untuk mengonduksi pada tekanan atmosfer dan suhu mendekati suhu ruangan tanpa zat beracun pereduksi (Oh, et al., 2018). Selain membantu melapiskan *carbon black* pada material, perlakuan plasma pada kain poliester-kapas akan berpengaruh terhadap perbaikan sifat fisik maupun peningkatan fungsi kain melalui modifikasi permukaan. Beberapa penelitian mengemukakan bahwa plasma berpengaruh pada daya serap kain (Hakim, et al., 2019). Kain poliester yang diberi perlakuan plasma mengalami perubahan kimia yang menjadikan kemampuan pembasahannya meningkat (Prayudie & Novarini, 2015). Meski berbagai penelitian telah menyatakan bahwa perlakuan plasma dapat meningkatkan fungsi dan perbaikan sifat fisik, namun efektifitas dan efisiensi proses plasma tersebut masih perlu dipelajari lebih lanjut.

Tujuan dari penelitian ini adalah diharapkan dapat menghasilkan alternatif material anti radiasi yang efektif dalam melindungi tubuh dari gelombang elektromagnetik radiasi ponsel. Penelitian ini baru karena material anti radiasi sebelumnya bersifat kaku dan tidak fleksibel sehingga sifat tersebut diperbaiki dengan menggunakan material kain tenun yang fleksibel. Kain yang dikembangkan ini digunakan untuk material anti radiasi dan dioptimalkan lebih lanjut untuk memperbaiki efektifitas anti radiasi (SE). Diharapkan lapisan *carbon black* akan memberikan konduktifitas listrik dan kinerja efektifitas anti radiasi yang baik.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi waktu paparan dan jarak elektroda terhadap daya serap larutan?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi waktu paparan dan jarak elektroda terhadap nilai efektifitas anti radiasi?

I.3 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan dapat menghasilkan alternatif material anti radiasi yang efektif dalam melindungi tubuh dari gelombang elektromagnetik/radiasi ponsel. Kedepannya material ini akan dijadikan sebagai aplikasi *casing* ponsel yang melapisi semua ponsel.

I.4 Kerangka Pemikiran

Radiasi elektromagnetik yang berasal dari beberapa sumber dan memberikan efek merugikan pada kinerja jalannya arus listrik disebut *electromagnetic interference* (Chung, 2000). *Electromagnetic shelding* diperlukan untuk melindungi peralatan elektronik dan sistem dari efek cahaya, elektromagnetik nuklir dan *electromagnetic interference* (EMI). Pada penelitian ini akan dibuat suatu *electromagnetic shielding* atau anti radiasi yang bahan dasarnya yaitu kain tenun poliester-kapas. Campuran kapas pada kain tenun poliester-kapas digunakan untuk membantu daya serap poliester karena diketahui bahwa kapas memiliki daya serap yang tinggi. Selain itu kain tenun poliester-kapas mempunyai porositas yang kecil dibanding kain rajut. Contohnya kain rajut bambu 100% mempunyai cover factor 1,62 (Wardiningsih & Troynikov, 2012). Sedangkan kain tenun polyester mempunyai cover factor 19,42 (Akgun, et al., 2010). Apabila dibandingkan dengan non-woven, porositas non-woven lebih tinggi daripada kain tenun. Lapisan non-woven mempunyai porositas tinggi dan berat rendah (Arifin, n.d.). Nilai konstanta Permittivitas relatif bahan dielektrik poliester lebih besar dibanding kapas. Poliester memiliki nilai konstanta Permittivitas relatif bahan dielektrik sebesar 4,1-5,2 sedangkan kapas 1,3-1,4. Semakin besar nilai permittivitas relatif bahan dielektrik maka semakin kecil nilai *skin depth* yang dihasilkan (Wangsness, 1979), Hal ini terangkum dalam persamaan:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad (I.1)$$

Dimana δ adalah *skin depth*, f adalah frekuensi, μ adalah permittivitas relatif bahan dielektrik, σ adalah konduktivitas listrik pada $\Omega^{-1}m^{-1}$.

Skin depth digunakan untuk mengarakterisasi sejauh mana gelombang elektromagnetik dapat merambat pada sebuah media (Baker, et al., 2007). Serta permitivitas relatif bahan dielektrik adalah suatu kuantitas fisik yang menggambarkan bagaimana medan listrik memengaruhi dan dipengaruhi oleh suatu bahan dielektrik, dan nilainya ditentukan oleh kemampuan bahan dari medium untuk terpolarisasi sebagai respon dari medan tersebut, yang pada akhirnya juga mengurangi medan listrik dalam bahan (Wangsness, 1979).

Penelitian ini menggunakan plasma corona lucutan pijar supaya dapat memodifikasi permukaan kain yaitu membangkitkan gugus fungsi hidrofilik atau gugus OH supaya dapat mengikat karbon. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa gugus fungsi hidrofilik terbentuk pada permukaan *multiwalled carbon nanotube* (MWCNT) oleh perlakuan plasma oksigen dan dibuktikan dengan analisis XPS (Yun, et al., 2012). Gugus fungsi hidrofilik pada MWCNT berguna untuk afinitas antarmuka yang lebih tinggi antara polipirol (PPy) dan MWCNT. Stabilitas disperse MWCNT pada larutan meningkat oleh perlakuan plasma oksigen. PPy dapat terlapisi secara merata pada MWCNT dengan meningkatkan waktu perlakuan plasma oksigen.

Perlakuan plasma corona lucutan pijar dapat meningkatkan kekasaran pada serat kain sehingga carbon dapat terlapisi dengan baik pada kain poliester-kapas. Hal ini dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kain poliester-kapas 70% yang diberikan perlakuan plasma corona lucutan pijar menunjukkan perubahan pada permukaan kain. Permukaan kain yang diberi perlakuan plasma lebih kasar. Semakin kasar permukaan, semakin tinggi pengurangan waktu pembasahan pada kain. Serta semakin kasar permukaan kain maka semakin banyak jenis plasma yang aktif (contohnya ion, electron, UVA, UVB, UVC). Hal ini pun membuat lapisan tipis tinta *carbon black* konduktif terlapis secara efektif pada kain poliester-kapas 70% dengan perlakuan plasma corona lucutan pijar dengan elektroda tip silinder (Putra, et al., 2021).

Perlakuan plasma corona lucutan pijar digunakan karena dapat meningkatkan efektifitas anti radiasi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan Permitivitas, permeabilitas, dan efektifitas antiradiasi (EMI SE) dari

MWCNT yang dilapisi PPy meningkat secara signifikan dengan adanya gugus fungsi hidrofilik karena perlakuan plasma oksigen. Rerata EMI SE MWCNT yang dilapisi PPy meningkat dari 21,5 menjadi 28,3 dB dengan menggabungkan MWCNT yang diberikan perlakuan plasma oksigen pada matriks PPy (Yun, et al., 2012).

Penelitian yang akan dilakukan adalah pelapisan *carbon black* pada permukaan kain kain tenun poliester-kapas melalui teknik pelapisan *screen printing* dengan bantuan pelapisan plasma non termal dan bertekanan atmosfer sebelumnya supaya terlapisi dengan baik dan memberikan perbaikan sifat fisik kain. Serta dicari setelan yang optimal dari variasi perlakuan plasma dan jarak elektroda plasma supaya dapat menahan radiasi elektromagnetik seminim mungkin.

I.5 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk dijadikan sampel adalah kain tenun poliester-kapas 70%/30% dengan kontruksi benang lusi adalah 65 helai/inch dan total benang pakan 50 helai/inch, no.benang lusi dan pakan 30 Ne₁ anyaman polos 1/1.
2. Proses pelapisan tinta karbon konduktif menggunakan metode *screen-printing*.
3. Penelitian hanya berfokus pada fungsi dari material anti radiasi.

I.6 Sistematika Tesis

Tesis ini terdiri atas lima bab, yang meliputi Pendahuluan (BAB I) hingga kesimpulan (BAB V). Bab II menjelaskan mengenai tinjauan literature, yang memberikan penjelasan secara garis besar mengenai material anti radiasi dan pelapisan tinta karbon konduktif menggunakan metode *screen printing*. BAB II dimulai dengan penjelasan mengenai berbagai jenis metode pelapisan pada bahan tekstil, penggunaan plasma tekanan atmosfer, tinta konduktif *carbon black*, serta membahas *electromagnetic interference* yang menjadi dasar dari material anti

radiasi. BAB III mengandung penjelasan mengenai metode, prosedur eksperimen dan pendekatan yang digunakan pada bagian eksperimen dan analisis. Bagian tersebut diikuti dengan diskusi dan analisis dari hasil eksperimen pada BAB IV. Pada bagian diskusi diikuti dengan bagian pembahasan terkait dengan pengaruh dari masing-masing variasi (waktu perlakuan plasma dan jarak elektroda plasma) terhadap daya serap, sudut kontak, dan kemampuan menahan radiasi gelombang elektromagnetik.

