



PROTOTIPE PAKAIAN ANTI RADIASI *UNISEX SPORTSWEAR* SMARTPHONE DENGAN PAPARAN RADIASI PLASMA PIJAR KORONA ELEKTRODA *TIP-SILINDER*

Valentinus Galih Vidia Putra^{*1}, Annisa Diyan Fitri¹, Ichsan Purnama¹, Juliany Ningsih
Mohamad²

¹Politeknik STTT, Bandung Jalan Jakarta No.31, Bandung, Indonesia

²Program Studi Fisika, Universitas Nusa Cendana Kupang, Jalan Adi Sucipto Penfui, Kupang, Indonesia

*Corresponding author: valentinus@kemenepri.go.id

Diterima 1 Januari 2020

Disetujui 11 April 2020

Dipublikasikan 28 April 2020

<https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.19-24>

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dikembangkan sebuah produk pakaian anti radiasi *unisex sports wear* menggunakan teknologi plasma pijar korona elektroda *tip-plane*. Plasma pijar korona dibangkitkan dengan listrik tegangan tinggi serta menggunakan elektroda asimetri (lancip dan plat). Pembuatan pakaian anti radiasi menggunakan bahan rajut yang telah diplasma sertadilapisi dengan tinta konduktif. Hasil studi memperlihatkan bahwa metode pembuatan pakaian dengan plasma pijar korona telah berhasil mengurangi radiasi gelombang elektromagnetik.

Kata kunci: plasma pijar, pakaian unisex sportswear, elektroda *tip-plane*, anti radiasi

ABSTRACT

This paper describes the making of an anti-radiation smartphone unisex sportswear. The anti-radiation patch was developed by first modifying the surface of the textile using atmospheric pressure plasma technology. The plasma corona discharge is generated by using a high voltage electricity with asymmetrical electrodes (tip and plane). The treated patch was then coated with graphite based conductive ink. The result of this research indicates that an anti-radiation cloth patch was successfully shield an electromagnetic radiation from a smartphone.

Keywords: plasma discharge, unisex sportswear, tip-plane electrode, electromagnetic shielding

I. PENDAHULUAN

Penerapan ilmu fisika pada berbagai bidang tekstil telah banyak diimplementasikan. Beberapa peneliti [1-16] telah memperlihatkan penerapan pemanfaatan fisika pada kasus tekstil baik secara pemodelan dan simulasi komputasi maupun secara penelitian eksperimen. Putra, Maruto dan Rosyid [9] serta Putra, Dewanto, Totong [8] menerapkan ilmu fisika untuk pemodelan gerakan benang tekstil. Beberapa peneliti [1-6] juga melakukan penelitian pada material tekstil dengan topik kajian plasma. Penerapan fisika pada ranah fashion dimulai dari adanya generasi milenial dan generasi Z yang memiliki rentang umur 19-30 tahun di kota metropolitan seperti Bandung dan Jakarta lebih menyukai menggunakan teknologi *smartphone* dalam kegiatan sehari-hari termasuk kegiatan olahraga. Mereka hampir selalu menggunakan *smartphone* untuk mendengarkan musik dengan *smartphone* yang disimpan di dalam saku pakaian [17-18]. Beberapa penelitian [12-16], menunjukkan bahwa piranti elektronik seperti komputer, *smartphone* dan sebagainya, memiliki radiasi elektromagnetik yang dapat membahayakan atau memberikan efek negatif pada tubuh pengguna. Salah satu diantaranya, data yang dikeluarkan oleh federasi Jerman bahwa 10 dari 16 *smartphone* dari salah satu produsen memiliki tingkat radiasi lebih tinggi dari *smartphone* lainnya. Efek yang dapat ditimbulkan oleh radiasi *smartphone* menurut kebiasaan generasi milenial dan generasi Z pada saat menyimpan *smartphone* di saku yaitu adanya gangguan ginjal sehingga

menurunkan fungsi ginjal untuk menyerap cairan tubuh dan penurunan kualitas sperma pada laki-laki serta meningkatkan suhu tubuh pada bagian yang terkena *smartphone*. Berdasarkan perilaku generasi tersebut dan efek yang ditimbulkan oleh radiasi *smartphone* maka pada penelitian ini akan dipelajari pembuatan kain *patch* anti radiasi yang ditempelkan pada salah satu sisi yang mengenai tubuh pada saku unisex sportswear.

Karakteristik unisex disesuaikan dengan perilaku generasi milenial dan generasi Z yang ingin berekspresi bebas tanpa batasan. Pembuatan kain *patch* ini menggunakan teknologi yang memanfaatkan ilmu fisika terapan dalam prosesnya. Salah satu penerapan dari ilmu fisika ini adalah penggunaan teknologi plasma pijar korona elektroda *tip-plane* untuk membuat kain *patch* anti radiasi. Teknologi plasma menurut Shishoo [1] adalah material ke empat setelah padat, cair dan gas. Plasma didefinisikan sebagai sebuah gas yang terionisasi dari partikel partikel bebas. Teknologi plasma dikenalkan pada tahun 1960-an dan sudah banyak diterapkan dalam industri tekstil dan mikroelektronik. Penerapan ilmu fisika pada berbagai bidang industri, khususnya tekstil telah banyak digunakan atau diterapkan bisa secara pemodelan teori maupun secara eksperimental. Beberapa industri seperti plastik, polimer, tekstil, logam dan keramik menggunakan teknologi plasma untuk memodifikasi sifat permukaan. Keuntungan dari penggunaan teknologi plasma antara lain adalah meningkatkan daya serap air, peningkatan gaya adhesi (gaya lekat), sterilisasi dan lain sebagainya. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa efek pengikisan permukaan dangkal akan mengubah sifat mekanik bahan secara keseluruhan seperti: kehilangan massa, kekuatan renggang kain dan kekasaran permukaan serta meningkatkan gaya adhesif. Shishoo[1] menunjukkan bahwa gas O_2 , N_2 dan Argon (Ar) mengubah sifat kain menjadi lebih hidrofilik (lebih mudah menyerap cairan) sedangkan gas C_2F_6 , SF_6 akan mengubah sifat kain menjadi hidrofobik (sulit menyerap cairan). Makalah ini menjelaskan proses pembuatan kain *patch* anti radiasi dengan melakukan modifikasi permukaan kain menggunakan teknologi plasma pijar korona elektroda *tip-plane* dan pelapisan kain dengan tinta konduktif berbasis grafit. Kain yang digunakan adalah kain *cotton fleece* dengan gramasi 239 gr/m^2 .

Setelah dilakukannya uji daya serap, barulah menggunakan kain prototip berukuran $15 \times 16 \text{ cm}$ yang kemudian dilapisi oleh cairan tinta konduktif setelah diplasma. Tinta konduktif berbahan dasar *Graphite* (karbon) berkualitas tinggi yang dicampur dengan perekat akrilik yang berbasis air sehingga mudah dibersihkan tanpa kandungan racun. Tinta ini dipilih karena sifat konduktifnya yang mampu menghalangi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh *smartphone*. Pada saat gelombang elektromagnetik terpancar dan di depannya terdapat penghalang berupa bahan yang bersifat konduktif maka gelombang elektromagnetik yang datang akan terpantul sehingga mengurangi secara signifikan radiasi gelombang elektromagnetik (frekuensi radio). Komponen utama tinta konduktif yang dipakai dalam eksperimen ini adalah *Colloidal Graphite* yang berupa serbuk halus yang sudah bercampur dengan air lalu ditambahkan perekat akrilik sehingga berupa cairan kental dan lengket. Cairan ini kemudian digunakan untuk melapisi kain. Setelah kering dan menguap partikel-partikel *graphite* akan menempel secara permanen pada permukaan kain. Lapisan ini yang berfungsi menjadi pelindung radiasi frekuensi radio yang dipancarkan oleh *smartphone* sehingga tubuh yang berhubungan langsung dengan *smartphone* terhindar dari radiasi tinggi karena tingkat radiasinya sudah diturunkan ke level yang tidak berbahaya bagi tubuh dengan cara pemantulan.

II. METODE PENELITIAN

Kain *patch* anti radiasi dibuat dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah memodifikasi permukaan kain dengan teknologi plasma dengan menggunakan alat generator plasma yang dibuat secara khusus untuk eksperimen ini (**Gambar 1**). Kain *cotton fleece* diletakkan di dalam alat plasma di atas silinder pejal (*plane*) di bawah elektroda lancip (*tip*). Kemudian dilakukan modifikasi permukaan kain dengan perlakuan plasma pijar selama 2 menit dan 4 menit dengan tegangan input AC 50V. Plasma pijar dibangkitkan menggunakan tegangan listrik tinggi DC sebesar 3kV dengan suhu ruang $27-28^\circ\text{C}$ serta medium gas ruangan (seperti O_2). Kain *cotton fleece* yang sudah diberi paparan radiasi plasma dilakukan uji daya serap air menggunakan uji tetes guna mengetahui durasi

waktu yang dibutuhkan kain untuk menyerap air dengan sempurna. Uji tetes dilakukan dengan air yang sudah di campur dengan sirup sehingga menjadi cairan sirup. Uji tetes dibagi menjadi tiga proses yaitu yang pertama adalah kain *cotton fleece* berukuran $5 \times 8 \text{ cm}^2$ tanpa perlakuan plasma, kain yang dipapar radiasi plasma selama 2 menit dan kain yang dipapar radiasi plasma selama 4 menit. Seluruh data hasil uji tetes ini dicatat dan dianalisa serta didapat bahwa waktu perlakuan plasma yang optimal adalah 4 menit. Kemudian dilakukan proses plasma untuk kain *patch* berukuran $15 \times 16 \text{ cm}^2$ untuk memodifikasi secara sempurna permukaannya. Setelah melapisi kain dengan tinta konduktif, kain *patch* anti radiasi tersebut dikeringkan selama kurang lebih 24 jam pada suhu ruang.



Gambar 1. Alat Generator Plasma

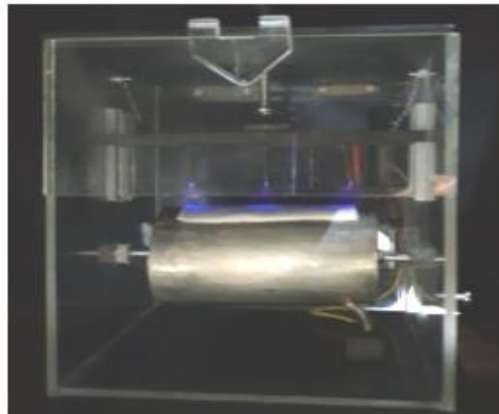
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Pembangkitan Plasma pada Generator Plasma *Tip* dan Silinder Pejal

Pembangkitan radiasi plasma dengan generator plasma berbentuk elektroda asimetris dapat diatur melalui analisa visual dan juga pengukuran tegangan input AC dan tegangan output DC. Lucutan plasma pijar korona pada penelitian ini dibangkitkan menggunakan pasangan elektroda asimetris yaitu tiga buah elektroda lancip (sebagai elektroda anoda) dan silinder pejal (sebagai elektroda katoda). Lucutan radiasi plasma terjadi pada daerah dengan potensial listrik tinggi di sekitar elektroda positif atau elektroda lancip (anoda) yang memiliki bentuk geometri runcing (pada kasus elektroda lancip adalah baut) dibanding elektroda silinder pejal (katoda).

Menurut Rauscher, Perucca, Buyle [6] kenaikan arus secara signifikan menunjukkan terjadinya peningkatan densitas elektron dan pembentukan ion-ion positif pada ruang antar elektroda. Peningkatan ini disebabkan oleh semakin mudahnya proses ionisasi. Ketika densitas elektron dan ion memiliki nilai yang relatif sama maka terbentuklah daerah plasma pada daerah elektroda lancip baut (anoda). Daerah plasma yang terbentuk merupakan daerah plasma tak seragam atau *nonuniform plasma* yang dikarenakan adanya ketidakseragaman antara kerapatan massa elektron dan kerapatan massa ion pada daerah antar elektroda tersebut. Pergerakan elektron dapat diukur dengan menggunakan multimeter tegangan tinggi dimana arah pergerakan elektron akan berlawanan dengan arah pergerakan arus dan medan listrik E .

Daerah plasma yang mulai terbentuk karena tegangan potensial listrik tinggi dapat dilihat dengan munculnya gelombang elektromagnetik berwarna biru dibawah anoda seperti terlihat pada **Gambar 2**. Ion-ion gas hasil ionisasi (plasma) pada zona ionisasi atau zona plasma bergerak menuju elektroda negatif silinder pejal (katoda) melalui suatu daerah *drift region*. Aliran ion-ion berwarna biru ini akan menimbulkan arus ion yang disebut arus saturasi *unipolar*. Aliran ion positif tersebut membawa molekul dan juga atom gas pada daerah antara elektroda *Tip* dan silinder pejal tersebut. Aliran ion positif ini juga mengandung molekul gas oksigen reaktif yang dapat mengubah sifat permukaan kain dengan memodifikasi sifat kekasaran kain oleh tumbukan ion-ion positif hasil ionisasi pada permukaan kain *cotton fleece*.



Gambar 2. Aliran ion Positif yang Ditandai Munculnya Warna Biru

3.2. Analisa Sifat Modifikasi Kain Anti Radiasi

Pengujian uji tetes cairan sirup dilakukan pada kain *cotton fleece* dengan gramasi 239 gr/m² berukuran 5x8 cm² untuk dimodifikasi melalui perlakuan plasma selama 2 menit dan 4 menit dengan udara ruang yang menjadi media plasma. Dilakukan uji tetes cairan sirup sebagai awal proses untuk mengetahui daya serap setelah dilakukannya proses perlakuan plasma hasil pengukuran waktu daya serap cairan sirup dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Tabel 1**.



(a) (b) (c)

Gambar 3. Uji Tes Cairan Sirup :a) pada kain tanpa paparan radiasi plasma, b) kain dengan paparan radiasi plasma selama 2 menit, c) kain dengan paparan radiasi plasma selama 4 menit

Gambar 3 tersebut memperlihatkan perbedaan waktu daya serap kain *cotton fleece* yang belum dipapar radiasi plasma dan yang setelah dipapar radiasi plasma dalam waktu 2 menit dan 4 menit.

Tabel 1. Hubungan antara waktu pemaparan terhadap waktu rerata serap

| Waktu pemaparan (menit) | Tegangan output DC (kV) | Waktu rerata serap (detik) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 0 | 3 | 180 |
| 2 | 3 | 113 |
| 4 | 3 | 58 |

Berdasarkan **Tabel 1**, kain yang belum dipapar radiasi plasma membutuhkan waktu 3 menit (180 detik) untuk dapat menyerap tetesan cairan sirup dengan baik, sedangkan kain yang sudah dipapar radiasi plasma selama 2 menit membutuhkan waktu selama 1 menit 53 detik (113 detik) untuk menyerap cairan tersebut, namun kain tersebut tidak hanya melewati cairan yang sudah diserap sehingga cairan tersebut tidak terserap pada kain, sedangkan kain yang diberi paparan radiasi plasma selama 4 menit dapat menyerap dan menahan cairan tersebut dengan waktu serap sebesar 58 detik. Berdasarkan hasil tersebut waktu perlakuan plasma selama 4 menit adalah waktu yang optimal untuk memodifikasi permukaan kain *patch* anti radiasi.

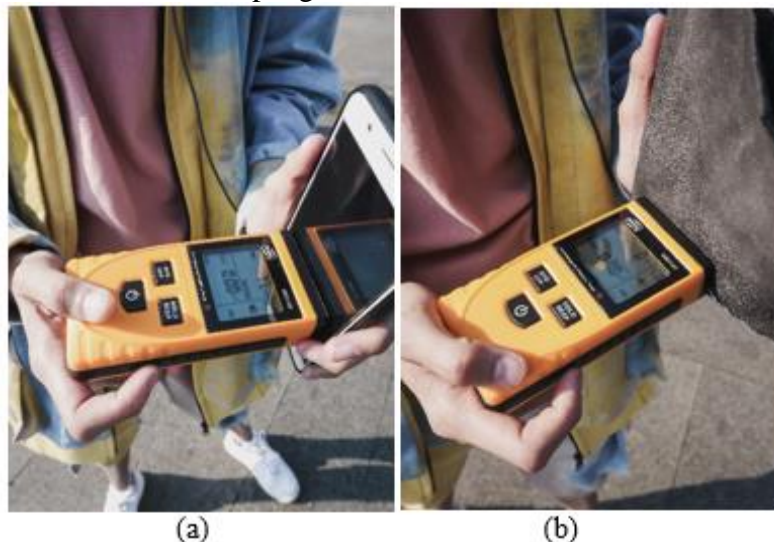
Setelah dilakukan uji tetes, kain *patch* anti radiasi akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu dengan melapisinya menggunakan tinta konduktif. Kain yang digunakan memiliki luasan

sebesar $15 \times 16 \text{ cm}^2$. Kain yang sudah dipapar radiasi plasma (**Gambar 4**) disimpan pada bidang datar untuk dilapisi cairan tinta konduktif menggunakan kuas agar cairan tersebut rata pada permukaan. Setelah dilapisi, kain dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruangan.



GAMBAR 4. Kain yang telah dicoating

Setelah kering dengan sempurna, dilakukan pengukuran tingkat transmitansi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh *smartphone* menggunakan alat uji radiasi merek BENETECH GM3120. Pengujian dilakukan masing-masing satu kali pada *smartphone* dengan kain biasa dan kain *patch* anti radiasi. Hasil pengukuran ini terlihat dalam **Gambar 5**.



Gambar 5. (a) Hasil ukur gelombang elektromagnetik *smartphone* sebelum dilapisi kain *patch* anti radiasi
(b) Hasil ukur gelombang elektromagnetik *smartphone* sesudah dilapisi kain *patch* anti radiasi

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat transmitansi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh *smartphone* dan pengujian menggunakan alat uji radiasi merek BENETECH GM3120 maka didapatkan hasil bahwa adanya kain konduktif pada **Gambar 5** dapat mengurangi tingkat transmitansi gelombang elektromagnetik dengan besar medan elektrostatik sebelum ditutupi kain dan sesudah tertutup kain konduktif adalah 77 N/C dan 0 N/C.

IV. KESIMPULAN

Telah dijelaskan pembuatan kain *patch* anti radiasi *smartphone* yang dapat ditempelkan pada saku unisex sportswear menggunakan perlakuan plasma pijar korona elektroda *tip-plane*. Hasil awal kain *patch* berhasil mengurangi hampir 100% radiasi *smartphone* dalam keadaan aktif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada pihak pemberi dana penelitian Politeknik STTT Bandung dan Universitas Nusa Cendana, dan kepada para kolega yang membantu penelitian serta diskusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shishoo, 2007, *Plasma Technology For Textile*, Woodhead Publishing, Cambridge.
- [2] Usman, A.S, 2012, Peningkatan Daya Saing Industri TPT Melalui Standarisasi, *Makalah Seminar Nasional Tekstil*, Bandung.
- [3] Yales, V. Kendalikan Konsumsi Energi Sektor Manufaktur. *Surat Kabar KOMPAS*, 18 April 2012, halaman 7
- [4] Sjaifudin dan KH Sitohang, 2015, Rancang Bangun Prototip Mesin Plasma Tekstil Lucutan Korona pada Tekanan Atmosfir Skala Laboratorium, Balai Besar Tekstil, Bandung.
- [5] Sjaifudin, Widodo, M., Muhlisin, Z., Nur, M, 2014, Modifikasi Permukaan Bahan Tekstil dengan Plasma Lucutan Korona, *Prosiding Seminar Nasional Tekstil*, 1-22.
- [6] Rauscher, Perucca, Buyle, 2010, *Plasma Technology for Hyperfunctionals Surfaces*, Wiley-VCH, Weinheim.
- [7] Lawrence, C A 2003, *Fundamentals of Spun Yarn Technology*, CRC Press, New York.
- [8] Putra VGV, Dewanto A, Totong, 2016, Predicting Non Inertia Frame Related By Speed of Bobbin Compared by Speed of Rotor, *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol 12., No.5 pp. 4107-4114.
- [9] Putra VGV, Maruto, G & Rosyid, M.F, 2017, New theoretical modeling for predicting yarn angle on OE yarn influenced by fibre movement on torus coordinate based on classical mechanics approach, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, Vol.42. pp. 359-363.
- [10] M. Lieberman and A. Lichtenberg, 1994, *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, John Wiley and Sons, New York.
- [11] Boonchoat Paosawatyanong, Satreerat Hodak, 2010, Hydrophobic and Hydrophilic Surface Nano-Modification of PET Fabric by Plasma Process, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, Vol. 10, pp 7050–7054
- [12] Safarova, V.; Tunak, M.; Truhlar, M.; Militky, J., 2016 A new method and apparatus for evaluating the electromagnetic shielding effectiveness of textiles. *Text. Res. J.*, 86, 44–56
- [13] Chen, H.C.; Lee, K.C.; Lin, J.H.; Koch, M, 2007, Comparison of electromagnetic shielding effectiveness properties of diverse conductive textiles via various measurement techniques. *J. Mater. Process Techol.* 192, 549–554
- [14] Safarova, V.; Militky, J., 2012, Comparison of methods for evaluating the electromagnetic shielding of textiles. *Fibers Text.* 19, 50–55.
- [15] Avloni, J.; Lau, R.; Ouyang, M.; Florio, L.; Henn, A.R.; Sparavigna, A, 2007, Shielding Effectiveness Evaluation of Metallized and Polypyrrole-Coated Fabrics. *J. Thermoplast. Comp. Mater.* 20, 241–254.
- [16] Ozen, M.S.; Usta, I.; Yuksek, M.; Sancak, E.; Soin, N., 2018 Investigation of the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Needle Punched Nonwoven Fabrics Produced from Stainless Steel and Carbon Fibres. *Fibers Text. East. Eur.* 26, 94–100.
- [17] MarComm, M., 2018, *MILLENNIALS*, Fantasioux x Loveable, Jakarta.
- [18] Stillman, D. S., 2018, *Generasi Z: Memahami Karakter Generasi Baru yang Akan Mengubah Dunia Kerja*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.