

**ABSTRAK****STUDI PEMBUATAN KAIN RAJUT PAKAN *SPACER* UNTUK BAHAN BANTALAN PELINDUNG TERHADAP BENTURAN**

Oleh

**Ryan Rudy****NPM: 18510008****Program Studi****Magister Terapan Rekayasa Tekstil dan *Apparel***

Perlengkapan pelindung benturan biasanya dibuat dengan menyertakan bahan bantalan yang umumnya terbuat dari busa untuk menghindari resiko cedera yang dapat terjadi ketika seseorang melakukan aktivitas olahraga maupun aktivitas lainnya. Namun demikian, penggunaan busa sebagai bahan bantalan pelindung terhadap benturan diketahui memiliki kekurangan dari segi kenyamanan.

Kain rajut pakan *spacer* merupakan kain rajut yang memiliki struktur 3D (tiga-dimensi) yang terdiri dari dua lapisan kain terpisah yang dihubungkan oleh benang-benang *spacer*. Kain ini memiliki sifat dapat ditekan dan kembali ke bentuk semula seperti halnya busa. Struktur kain yang berpori membuatnya dapat dilewati udara dan mampu melepas uap kelembaban. Oleh karena itu, kain rajut pakan *spacer* memiliki potensi untuk digunakan sebagai bantalan pelindung terhadap benturan apabila dibuat dengan parameter struktur yang sesuai.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kemampuan terhadap benturan dan sifat kenyamanan dari kain rajut pakan *spacer* yang dibuat sebagai bahan bantalan pelindung benturan. Parameter struktur kain yang menjadi fokus penelitian adalah kehalusan atau ukuran benang *spacer* dan desain struktur jeratan kain serta penggunaan benang yang memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik dengan tujuan menghasilkan kain dengan sifat kenyamanan panas yang baik.

Sebanyak 9 sampel kain rajut pakan *spacer* telah dibuat dengan 2 jenis struktur jeratan kain menggunakan benang *spacer* monofilamen nilon yang memiliki kehalusan atau ukuran diameter berbeda. Pengujian kemampuan terhadap benturan dilakukan untuk mengetahui kemampuan peredaman dan gaya benturan yang dihasilkan oleh sampel kain yang telah dibuat. Metode uji benturan dilakukan dengan menjatuhkan beban dengan berat 5 kg pada sampel dari ketinggian tertentu menggunakan alat uji benturan yang telah dibuat. Pengujian terkait sifat kenyamanan panas yang dilakukan diantaranya perpindahan kelembaban dalam bentuk cairan serta pelepasan kelembaban dalam bentuk uap air. Untuk mengukur sifat kenyamanan panas terkait perpindahan kelembaban dalam bentuk cairan, sampel kain dibuat dengan menempatkan benang hidrofobik dan hidrofilik masing-masing pada permukaan kain yang berbeda dengan teknik *plating* dan diuji menggunakan alat *Moisture Management Tester* (MMT). Pengukuran pelepasan kelembaban dalam bentuk uap air dilakukan dengan alat

*Sweating Guarded Hot Plate* (SGHP) yang mensimulasikan pelepasan panas dan kelembaban dalam bentuk uap air oleh tubuh. Uji benturan dan sifat kenyamanan juga dilakukan terhadap busa pada pelindung benturan yang beredar dipasaran sebagai pembandingan dari sampel kain rajut pakan *spacer* yang telah dibuat.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa ukuran atau kehalusan benang *spacer* monofilamen dan struktur jeratan kain memiliki pengaruh terhadap gaya benturan dan kemampuan peredaman benturan dari sampel kain rajut pakan *spacer* yang telah dibuat. Sampel kain yang dibuat menggunakan benang *spacer* monofilamen nilon dengan ukuran diameter lebih besar atau kehalusan semakin rendah (kasar) diketahui dapat meredam gaya benturan lebih tinggi sehingga menghasilkan gaya benturan yang lebih rendah pada kedua struktur jeratan kain. Struktur jeratan kain yang memiliki jumlah jeratan benang *spacer* lebih banyak diketahui menghasilkan gaya benturan yang lebih rendah dan meredam gaya benturan lebih tinggi dibanding struktur lain dengan ukuran atau kehalusan benang *spacer* yang sama. Dari semua sampel kain yang telah diuji, sampel B030 meredam gaya benturan lebih tinggi dibanding sampel lain, yaitu sebesar 1409,67 N (24,86%), 590,20 N (4,51%) dan 222,30 N (1,14%) masing-masing pada tingkat energi benturan 9,8, 29,4 dan 49 J sehingga menghasilkan gaya benturan lebih rendah. Penggunaan sampel kain secara berlapis diketahui dapat meningkatkan kemampuan peredaman benturan dan menghasilkan gaya benturan lebih rendah. Sampel B030 yang disusun sebanyak 5 lapis menghasilkan kemampuan meredam gaya benturan sebesar 3574,31 N (63,04%), 4972,14 N (38,02%) dan 6324,28 N (32,28%) masing-masing pada tingkat energi benturan 9,8, 29,4 dan 49 J. Sampel kain yang dibuat menggunakan benang *spacer* monofilamen nilon dengan ukuran diameter lebih besar atau kehalusan semakin rendah (kasar) menghasilkan gaya benturan lebih baik dibanding sampel busa pada pelindung lutut komersial ketika digunakan secara berlapis.

Semua sampel kain rajut pakan *spacer* menghasilkan sifat kenyamanan panas lebih baik dibandingkan dengan sampel busa yang digunakan pada penelitian ini. Sampel kain yang dibuat menggunakan benang *spacer* monofilamen nilon dengan kehalusan lebih tinggi atau ukuran diameter lebih kecil menghasilkan nilai ketahanan terhadap uap air ( $R_{et}$ ) yang lebih rendah (lebih baik) pada kedua struktur jeratan kain. Sampel A015 dan sampel B015 diketahui menghasilkan nilai ketahanan terhadap uap air ( $R_{et}$ ) lebih rendah dibanding sampel lain yaitu masing-masing sebesar 8,77 m<sup>2</sup>kPa/W dan 9,63 m<sup>2</sup>kPa/W. Penggunaan benang polister yang bersifat hidrofobik dan benang kapas yang memiliki sifat hidrofilik pada permukaan kain yang berbeda diketahui dapat menghasilkan kain dengan kemampuan pengaturan kelembaban yang baik dan diklasifikasikan sebagai *moisture management fabric*.

Dalam hal perlindungan terhadap cedera akibat benturan, sampel kain rajut pakan *spacer* yang digunakan secara berlapis dapat melindungi area lutut pada tingkat energi benturan rendah.

Kata kunci: Kain rajut pakan *spacer*, gaya benturan, kenyamanan, pelindung benturan, peredaman benturan.

**ABSTRACT****A STUDY OF WEFT-KNITTED SPACER FABRIC AS PADDING  
MATERIAL FOR IMPACT PROTECTION**

by

**Ryan Rudy****NPM: 18510008****Major****Master of Applied Science in Textile Engineering and Apparel Technology**

Impact protective equipment are commonly made by including padding material which usually made with foam to protect human body from impact-related injury when performing sports or other activities. However, the use of foam as padding material has disadvantages in terms of comfort.

Weft-knitted spacer fabric has three-dimensional structure (3D) consisting of two separate layers connected by spacer yarns. It has good compressibility similar with foam and air permeable. Therefore, regarding to the fabric properties, this kind of fabric has the potential to be used as padding material in impact-related protection equipment if manufactured with appropriate structural parameters.

The purpose of this study was to gain insight in impact and comfort properties of the weft-knitted spacer knitted fabric which intended to use as padding in impact protectors. This study focus on the fabric knit structure and spacer yarn fineness. The use of hydrophobic and hydrophilic yarns is considered to achieve good thermal comfort properties.

Nine experimental fabric samples were produced with two different knit structures knitted with different nylon monofilament fineness as spacer yarn. Impact test is carried out to find out peak impact force and force attenuation capacity of the fabrics by using drop test method with customized test rig. A total of 5 kg weight dropped on samples from different height. Regarding thermal comfort properties, liquid moisture transport was carried out using moisture management tester (MMT) and water vapor resistance was tested using sweating guarded hot plate (SGHP) which simulates heat and moisture vapor transfer of the human body. To determine liquid moisture transfer properties, samples separately produced with polyester multifilament and cotton yarns using plating technique to set each yarn on different fabric surface. The Impact and comfort test were also carried out on the foam obtained from commercially impact protectors as comparison.

Based on experimental results obtained, it is known that spacer yarn fineness and fabric knit structures has influenced peak impact force generated and force attenuation capacity of weft-knitted spacer fabric samples. Samples with coarser monofilament generate lower peak impact force thus resulting in a higher force attenuation capacity on both fabric knit structures. Sample with fabric knit structures which have more spacer yarn structure generates lower peak impact

force and a higher force attenuation capacity. Sample B030 has higher force attenuation capacity: 1409,67 N (24,86%), 590,20 N (4,51%) dan 222,30 N (1,14%) at 9,8, 29,4 and 49 J impact energy level, thus generates lower impact force compared with other samples. It also known that layered fabric can improve the impact performance of the fabric samples. Five layered sample B030 generates higher impact force attenuation capacity, that is 3574,31 N (63,04%), 4972,14 N (38,02%) and 6324,28 N (32,28%) at 9,8, 29,4 and 49 J energy level. Samples with coarser monofilament spacer yarn produce lower peak impact force when layered compared to foam in commercial knee pads.

All weft-knitted spacer fabric samples yield better thermal comfort properties than foam. Samples with finer monofilament spacer yarn produce lower water vapor resistance value ( $R_{et}$ ) on both fabric knit structures. Sample A015 and B015 generates lower water vapor resistance ( $R_{et}$ ), 8,77 m<sup>2</sup>kPa/W and 9,63 m<sup>2</sup>kPa/W, respectively, compared with other samples. Better liquid moisture transport properties obtained by sample which fabricated with hydrophobic and hydrophilic yarns. The sample then classified as moisture management fabric.

In terms of protection against impact injury, layered fabric samples provided protection at knee area at low impact energy levels.

Keywords: comfort, force attenuation, impact force, impact protection, weft-knitted spacer fabric.

