

PROSES *FINISHING* KAIN PAYUNG NYLON 66 MEMPERGUNAKAN RESIN FLUOROKARBON (*WATER REPELLENT AGENT*) DAN ESTER ASAM POLIAKRILAT (*COATING AGENT*)

Kuntari¹ dan Gde P. Astawa²

¹Peneliti Balai Besar Bahan dan Barang Teknik
Jl. Sangkuriang 14, Bandung 40135

²Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil
Jl. A. Yani No. 390, Bandung 40272

ABSTRAK

PROSES *FINISHING* KAIN PAYUNG NYLON 66 MEMPERGUNAKAN RESIN FLUOROKARBON (*WATER REPELLENT AGENT*) DAN ESTERASAM POLIAKRILAT (*COATING AGENT*). Untuk mendapatkan kualitas kain payung terbaik dan memenuhi syarat daya tolak air sesuai SNI 08-1517-89 dan *American standard* No L 22.30.13-1960, telah dilakukan percobaan proses *finishing water repellent* dengan variasi konsentrasi fluorokarbon 20g/L hingga 35 g/L interval 5 g/L dan suhu *curing* (pemanas awetan) 150 °C hingga 210 °C interval 15 °C. Proses *coating* dilakukan dengan zat *coating* ester asam poliakrilat dengan metoda pencapan blok mempergunakan kasa pencapan, kemudian pengeringan pendahuluan pada suhu 100 °C selama 1 menit, dilanjutkan dengan pemanas awetan pada suhu 160 °C selama 1 menit. Percobaan dilakukan mempergunakan dua metode yaitu metode pertama kain diproses *coating* terlebih dahulu, kemudian diproses *finishing water repellent* dan metode kedua kain diproses *finishing water repellent* terlebih dahulu, setelah itu diproses *coating*. Pengujian dilakukan terhadap: daya tolak air, uji siram, uji tekanan hidrostatik, tahan hujan *Bundesmann*, sudut kembali dari lipatan, kekuatan tarik kain, kekakuan kain dan uji kenampakan kain setelah pencucian berulang. Dari hasil pengujian ternyata bahwa peningkatan konsentrasi resin fluorokarbon dan suhu *curing* menaikkan kekakuan kain, sudut kembali dari lipatan dan tahan hujan *Bundesmann*, tetapi menurunkan kekuatan tarik, serta tidak berpengaruh terhadap daya tahan air uji siram dan uji tekanan hidrostatik. Kondisi terbaik proses *finishing water repellent* diperoleh pada konsentrasi fluorokarbon 25 g/L dan suhu *curing* 165 °C. Dari kedua metode tersebut ternyata memenuhi standar dan hasil tolak air percobaan metode pertama lebih baik dari pada metode kedua.

Kata kunci : Kain payung nylon 66, *Water repellent*, *Coating*, Fluorokarbon, Ester asam poliakrilat.

ABSTRACT

THE FINISHING PROCESS OF NYLON 66 UMBRELLA FABRICS USING FLUOROCARBON RESIN (*WATER REPELLENT AGENT*) AND POLYACRYLIC ACID ESTER (*COATING AGENT*). To achieve the best umbrella fabric quality and to comply with SNI 08-1517-89 and American standard No L 22.30.13-1960, water repellent finishing process experiment with various fluorocarbon concentrations 20 g/L till 35 g/L interval 5 g/L and curing temperatures 150 °C till 210 °C interval 15 °C have been carried out. Coating process were done using polyacrylic acid ester, with block screen printing method and proceed with preliminary drying at 100 °C for 1 minute, continued with curing at 160 °C for 1 minute. The research is carried out using two methods. The first method, the fabrics was coated and then finishing water repellent process. The second method, the fabrics was water repellent finished and then coated process. Then testing concerning spray test water resistant, hydrostatic pressure test, Bundesman rain resistant test, crease resistant test, tensile strength, stiffness and durability test. The test were done result showed that the increasing fluorocarbon resin concentrations and curing temperatures until certain point caused increasing stiffness, crease resistant and Bundesman rain resistant, but it caused the fabric tensile strength decreasing and gave no influence to the tested result on spray test water resistant and hydrostatic pressure test. Optimal condition was achieved on fluorocarbon concentration 25 g/L, curing temperatures 165 °C. It is concluded that both methods complied with standard requirement and the water repellent trial result of the first method better than the second one.

Key words : Nylon 66 umbrella fabric, Water repellent, Coating, Fluorokarbon, Polyacrylic acid ester

PENDAHULUAN

Payung di Indonesia mayoritas dibuat untuk payung hujan. Sampai saat ini payung yang tersedia di Indonesia kebanyakan merupakan barang impor, terutama dari Taiwan, China, Korea dan Jepang. Pembuatan payung dalam negeri belum merupakan industri *integrated*, artinya produksi menyeluruh dimulai dari penyediaan bahan baku serat, pemintalan, pertenunan, penyempurnaan sampai menjadi payung jadi. Selama ini industri payung Indonesia masih merupakan industri perakitan, dimana bahan baku utamanya yaitu kain dan zat kimia masih diimpor dari luar negeri.

Dengan pertimbangan hal tersebut diatas perlu adanya usaha-usaha untuk merintis terwujudnya industri payung terpadu di Indonesia. Langkah awal dalam upaya mewujudkan industri payung dalam negeri yang dapat diandalkan adalah melakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas payung hujan. Mutu kain payung hujan sebagai bahan baku utama sangat dipengaruhi oleh jenis serat, konstruksi kain, jenis senyawa tolak air yang dipergunakan untuk *finishing water repellent*. Kain yang dipergunakan sebagai bahan payung hujan harus mempunyai kemampuan menahan pembasahan air. Hal ini dapat dicapai melalui proses *finishing water repellent* (proses penyempurnaan tolak air) Teknik pembuatan kain yang bersifat tolak air tergantung pada jenis serat dari kain yang dipakai, oleh karena itu pemilihan zat kimia yang akan dipergunakan dilakukan dengan melihat jenis kain yang akan dikerjakan.

Beberapa jenis senyawa kimia yang biasa dipergunakan untuk memperoleh sifat *water repellent* antara lain garam-garam logam, garam-garam zirkonium, senyawa silikon, senyawa fluorokarbon dan zat-zat organik yang mengandung aminoplast. Mengingat ruang lingkup permasalahan cukup luas, penelitian yang dilakukan dibatasi pada masalah kondisi proses dari senyawa tolak air jenis fluorokarbon yang akan diaplikasikan pada kain nylon 66. Masalah kondisi proses yang akan diteliti, ditekankan pada suhu *curing* yaitu suhu polimerisasi senyawa fluorokarbon untuk membentuk lapisan *water repellent* pada kain payung dan konsentrasi senyawa fluorokarbon sebagai zat tolak air. Hal ini dikarenakan kedua parameter tersebut sangat mempengaruhi mutu hasil proses *finishing water repellent*. Kain yang hanya diproses tolak air saja, daya tahan air dan perembesannya masih kurang baik. Hal ini disebabkan karena adanya celah-celah anyaman yang mungkin terlalu besar sehingga perlakuan tolak air tidak mampu menahan penetrasi air. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan proses pelapisan dengan polimer jenis ester asam poliakrilat.

Dalam penelitian ini kain payung dipergunakan kain nylon 66 [1] karena kekuatannya tinggi, seratnya ringan, bersifat liat/ulet, tahan terhadap zat kimia,

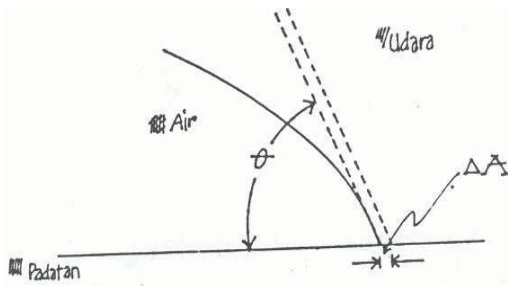
mempunyai sifat tolak air dan tolak minyak yang tinggi, kain payung import mayoritas dari kain nylon 66 dan bahan baku ini mudah diperoleh

Zat tolak air dipergunakan polimer jenis fluorokarbon [2,3] karena senyawa ini memberi efek tolak air dan tolak minyak secara simultan dengan jalan melapisi permukaan serat dengan lapisan film yang terdiri dari gugus-gugus $-CF_3$, $-CF_2H$, atau $-CF_2$ yang sangat rapat (*close packing*). Lapisan ini mempunyai energi permukaan yang sangat rendah, jauh lebih rendah dari pemakaian derivat hidrokarbon sehingga menurunkan nilai tegangan permukaan kritis (CST), dan memberikan semacam perisai kimiawi terhadap kemungkinan terjadinya pembasahan atau penetrasi air, sehingga kain akan mempunyai sifat tolak air yang lebih baik [1]. Zat pelapis dipilih polimer jenis ester asam poliakrilat [2,4] yaitu Dicylan AM/AS karena mempunyai beberapa sifat baik yaitu dapat dipergunakan untuk semua jenis serat, hasilnya tahan terhadap pencucian, tidak mempengaruhi sifat tolak air, memberikan hasil penyempurnaan yang mempunyai pegangan *soft* dan *fullhandle* dibanding dengan zat pelapis lain (misal Latex).

Untuk meningkatkan daya tahan cuci kain sering ditambahkan resin *thermosetting* dan dalam percobaan ini resin yang dipilih adalah resin jenis *dimethyl ethylene urea*, dimana penambahan resin tersebut akan mengurangi kecenderungan lapisan akrilat untuk menggelembung bila bahan terkena air. Untuk mendapatkan kain payung yang memenuhi standar tolak air SNI 08-1517-89 dan American standar No L 22.30.13-1960 [5], perlu dilakukan variasi metode proses *finishing water repellent* yang tepat yaitu metode pertama kain diproses *coating* terlebih dahulu baru dilanjutkan proses *finishing water repellent* dan metode kedua kain diproses *finishing water repellent*, selanjutnya diproses *coating*.

TEORI

Pada hakekatnya istilah daya tolak air adalah terjadinya kontak atau hubungan antara air dengan permukaan padatan yang ditentukan oleh besarnya derajat kontak tersebut. Perbedaan praktis antara permukaan yang terbasahi dan tidak terbasahi adalah : Permukaan yang terbasahi akan membiarkan air yang terletak diatas permukaan padatan menyebar rata membentuk suatu lapisan air yang kontinyu, sementara untuk permukaan yang tidak terbasahi atau permukaan yang bersifat tolak air, akan memegang air (*water retention*) dalam bentuk tetesan-tetesan yang terpisah yang hanya menutupi sebagian kecil permukaan padatan tersebut. Fenomena sudut kontak dan pembasahan, bila setetes cairan diletakkan diatas permukaan padatan tidak akan segera membasahi permukaan, tetapi untuk sementara tetap berbentuk tetesan yang mempunyai sudut kontak tertentu diantara fasa padat dengan fasa cair seperti Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Bentuk tetesan air diatas benda padat

Pergeseran cairan sejauh A menyebabkan terjadinya perubahan energi bebas ΔG^S yang hubungannya adalah sebagai berikut :

$$\Delta G^S = \Delta A(\tilde{a}_{SL} - \tilde{a}_{SV}) + \Delta A \tilde{a}_{LV} \cos(\theta - \Delta\theta) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- ΔG^S = Perubahan energi bebas
- ΔA = Perubahan luas permukaan padatan yang tadinya tertutup air
- \tilde{a}_{SL} = Tegangan/energi bebas antar muka padatan-cairan.
- \tilde{a}_{SV} = Tegangan/energi bebas antar muka padatan dan udara.
- \tilde{a}_{LV} = Tegangan/energi bebas antar muka cairan-udara
- θ = Sudut kontak

Pada keadaan kesetimbangan berlaku :

$$\lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta G^S}{\Delta A} = 0$$

Sehingga :

$$\tilde{a}_{SL} - \tilde{a}_{SV} + \tilde{a}_{LV} \cos\theta = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\cos\theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}} \dots\dots\dots (3)$$

Telah dirumuskan hubungan antara tegangan atau energi bebas permukaan dengan kerja adhesi yaitu kerja yang dibutuhkan untuk memisahkan cairan dari suatu permukaan padatan per satuan luas bidang kontak [6-9] sebagai berikut :

$$W_a = \tilde{a}_{SV} + \tilde{a}_{LV} - \tilde{a}_{SL} \dots\dots\dots (4)$$

Kombinasi persamaan (2) dan (4) menghasilkan persamaan Young-Dupre, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_a &= \tilde{a}_{LV} + \tilde{a}_{LV} \cos\theta \\ &= \tilde{a}_{LV} (1 + \cos\theta) \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan kain yang bersifat tolak air, sudut kontak θ haruslah definit atau sebesar mungkin, sehingga air tetap mempertahankan bentuk tetesannya dan tidak menyebar diatas permukaan kain. Sudut

kontak θ besar bila harga $\cos\theta$ sekecil mungkin yaitu dengan memperbesar \tilde{a}_{SL} . Berdasarkan persamaan (5), harga θ turun bila W_a meningkat dan mencapai nilai 0 bila $W_a = 2\tilde{a}_{LV}$ (dimana kerja adhesi=kerja kohesi). Jadi pada saat $\theta = 0$ akan terjadi pembasahan. Bila $W_a < 2\tilde{a}_{LV}$, akan ada sudut kontak θ tertentu, sudut mana akan semakin besar apabila W_a menurun atau dengan kata lain semakin kecil kerja adhesi maka makin sedikit terjadi pembasahan.

Tekanan Kapiler dan Penetrasi

Kain tenun tersusun dari punturan serat yang membentuk benang, kemudian ditenun membentuk silangan-silangan benang, sehingga ada ruang sela antara serat maupun antara benang, dengan demikian kain tekstil dapat dianggap benda berpori (*porous body*). Dalam hal ini kain punya sistem kapiler [8] yang memberi peluang untuk terjadi penetrasi.

Hubungan antara tegangan permukaan dan sudut kontak θ dengan tekanan kapiler yang dibutuhkan untuk dapat berlangsungnya penetrasi air ke dalam/ke luar pipa kapiler [7-9], sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{2\gamma_{LV} \cos\theta}{r} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- ΔP = Disebut tekanan kapiler yaitu beda tekanan hidrostatik di dalam dan di luar kapiler
- \tilde{a}_{LV} = Tegangan permukaan kain
- θ = Sudut kontak dengan dinding kapiler
- r = Radius rata-rata dari dinding silinder udara

Pada sudut kontak $= 90^\circ$ tekanan kapiler nol, sehingga gaya permukaan tidak menyebabkan perpindahan cairan. Sudut kontak $< 90^\circ$ tekanan kapiler positif, menyebabkan air berpenetrasi kedalam kapiler. Sudut kontak $> 90^\circ$ tekanan kapiler negatif akan menghalangi masuknya air kedalam kapiler asal tidak ada gaya luar yang bekerja, sehingga air tidak bisa masuk kedalam kapiler. Sifat tolak air menginginkan adanya sudut kontak sebesar mungkin. Gabungan persamaan (3) dan (6) diperoleh :

$$\Delta P = \frac{2(\gamma_{SV} - \gamma_{SL})}{R} \dots\dots\dots (7)$$

Berdasarkan hubungan ini dapat dilihat bahwa tegangan permukaan air tidak berperan secara langsung terhadap penetrasi, tetapi kuantitas $(\tilde{a}_{SV} - \tilde{a}_{SL})$ yang harus dibuat agar nilainya negatif (6). (Hal ini dapat dicapai dengan melapisi permukaan kain tekstil dengan semacam zat kimia yang dapat menghasilkan \tilde{a}_{SV} sekecil mungkin).

Sifat tolak air kain tekstil dapat dicapai, bila kain tersebut mempunyai energi bebas permukaan (\tilde{a}_{SV}) serendah mungkin. Hal tersebut dapat diperoleh dengan cara melapisi permukaan kain dengan zat pelapis yang mempunyai gugus karbon jenuh, terutama gugus metil

atau gugus fluorokarbon jenuh yang bersifat hidrofob. Selain itu juga senyawa yang dipergunakan harus memiliki gugus polar supaya dapat berikatan dengan kain tekstil [7-9]. Molekul-molekul senyawa tolak air berorientasi sedemikian rupa sehingga rantai hidrokarbon/fluorokarbonnya paralel dan gugus metil di ujung yang lain mengarah keluar ke permukaan sedangkan gugus polar yang dapat mengadakan ikatan dengan serat tertanam dalam-dalam dibawah permukaan luar. Dengan demikian gugus polar yang bersifat hidrofil tidak mampu mengadakan gaya tarik menarik dengan molekul air yang kontak dengan kain

Persyaratan senyawa tolak air adalah sebagai berikut :

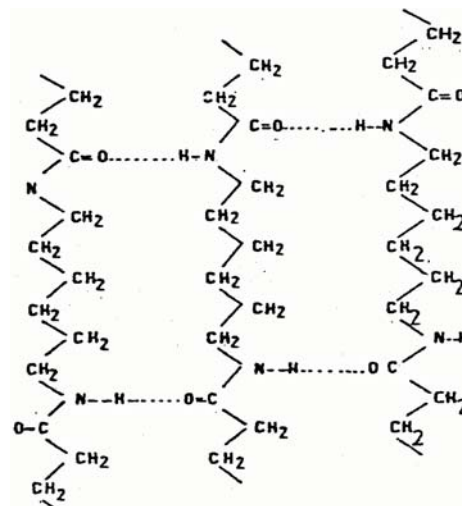
- Mempunyai gugus tolak air/gugus hidrofob umumnya terdiri dari rantai hidrokarbon jenuh, rantai fluorokarbon atau rantai siloksan.
- Mempunyai gugus pengikat dengan serat pada kain berupa lapisan yang tidak larut pada permukaan serat bersifat tidak permanen. Ikatan secara kimia yaitu terjadi reaksi kimia atau ikatan hidrogen ataupun gaya lain yang bersifat permanen. Terbentuk polimer dan bereaksi dengan serat tekstil.
- Mudah dipergunakan yaitu mempunyai sedikit gugus pelarut sehingga dapat larut dalam air atau pelarut organik.
- Bersifat *compatible*, artinya pemakaian dapat dicampur dengan zat lain misalnya untuk menambah sifat anti kusut, *soft handle*, anti mikro organisme ataupun sifat lain tanpa ada efek mengurangi sifat tolak air.
- Tidak berwarna, sehingga tidak akan mempengaruhi warna bahan atau tidak menimbulkan kesulitan mengenai warna produk payung.

Konstruksi kain berpengaruh besar terhadap sifat tolak air. Jenis serat, konstruksi benang serta karakteristik tenunan semua mempengaruhi efisiensi perlakuan tolak air pada kain. Komposisi serat dan konstruksi kain tergantung pada tujuan pemakaian akhir

Bila ditinjau dari struktur kimianya nylon cocok dipakai untuk bahan dasar kain payung. Nylon merupakan rantai senyawa yang panjang dari poliamida sintetik dengan gugus berulang -CONH, sebagai suatu bagian terpadu dari rantai polimernya. Nylon juga mempunyai komponen radikal amina -NH₂, dan karboksilat -COOH

Struktur molekul serat nylon pada bagian kristalin dapat dilihat pada Gambar 2 [1]. Gugus amida merupakan gugus polar, meskipun tidak sekuat gugus amina atau hidroksil.

Senyawa fluoro mempunyai sifat khas yaitu dapat memberi suatu energi bebas permukaan yang sangat rendah terhadap permukaan kain yang diproses dengan senyawa tersebut, jauh lebih rendah bila dibanding dengan derivat hidrokarbon [2,3,9-11]. Faktor yang menyebabkan senyawa fluorokarbon dapat menghasilkan permukaan padatan dengan energi bebas

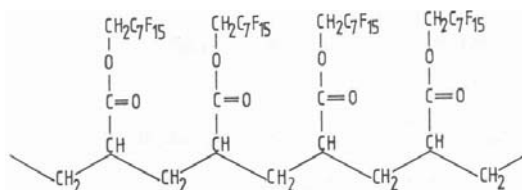


Gambar 2. Struktur molekul serat nylon

permukaan jauh lebih rendah dibandingkan senyawa hidrokarbon. Karakteristik senyawa fluorokarbon adalah sebagai berikut :

- Sudut kontak dari permukaan padatan yang dilapisi oleh gugus perfluorometil atau perfluorometilena adalah jauh lebih besar bila dibandingkan dengan lapisan gugus metil/metilena.
- Senyawa polar-nonpolar yang mengalami pengfluoran misal : karboksilat, alkohol-alkohol atau garam-garam dalam air jauh lebih bersifat zat aktif permukaan dibanding dengan hidrokarbon yang analog atau senyawa jenis lain.
- Senyawa fluorokarbon dari jenis organofobik atau organofilik secara nyata memperlihatkan aktifitas permukaan yang tinggi dalam berbagai jenis cairan. Senyawa fluoro-organik dicirikan mempunyai molekul kompleks dimana sepanjang rantai molekul terikat gugus fluorokarbon, misal : gugus C₇F₁₅ [7].

Struktur molekul senyawa fluorokarbon diperlihatkan pada Gambar 3. Senyawa ini memberi efek tolak air dan tolak minyak secara simultan dengan jalan melapisi permukaan serat penyusun kain dengan lapisan film yang terdiri dari gugus -CF₃, -CF₂H atau -CF₂ yang sangat rapat (*close packing*). Lapisan ini mempunyai energi permukaan yang sangat rendah sehingga menurunkan nilai tegangan permukaan kritis (*CST*). Faktor penentu sifat tolak air adalah daya basah yaitu nilai tegangan permukaan kritis atau *CST* [3].



Gambar 3. Struktur molekul senyawa fluorokarbon

Dalam pembuatan kain yang digunakan sebagai pelindung terhadap pembasahan air, maka dibedakan

antara kain yang bersifat tolak air (*water repellent*), kain ini mampu bernafas pada bagian yang relatif tidak bisa ditembus air, sedangkan kain yang bersifat tahan air (*waterproof*) tidak bisa dilewati uap air dan udara [9]. Proses *water proofing* dilakukan dengan mengisi pori-pori kain (yaitu rongga antara serat/benang) dengan zat pengisi mis : pigmen, karet, plastik, tir/minyak, eter/ester selulosa, polivinil khlorida (PVC), jenis resin mis polietilena, poli uretan atau zat-zat lain yang mampu berfungsi sebagai *physical barrier* untuk mencegah tembus udara atau air.

Zat pelapis dari polimer ester asam poliakrilat, dapat dipergunakan untuk semua jenis serat tekstil, tahan terhadap pencucian. Sifat fisik polimer ester asam poliakrilat yang dipergunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut : larutan putih kebiruan, kandungan aktif 45 %, kekentalan (150-600) cP pada suhu 20 °C, berat jenis ± 1, nonionik dan pH 4-5, stabil dalam penyimpanan suhu kamar selama 1 tahun.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Kain yang dipergunakan adalah kain *nylon* dengan konstruksi sebagai berikut: Jenis serat nylon 66 filament, jenis anyaman polos/plat, nomer benang lusi dan pakan = 7,8 Tex (70 denier), *tetal* lusi = 32,22 helai/cm, *tetal* pakan = 33,46 helai/cm, berat kain = 61,55 g/m²

Kondisi Awal Sebelum Percobaan

Kekuatan tarik arah lusi = 26,0 kg, kekuatan tarik arah pakan = 21,8 kg, sudut kusut arah lusi = 137°, sudut kusut arah pakan = 114°, kekakuan arah lusi = 57,01 mgcm, kekakuan arah pakan = 32,99 mgcm, tahan uji siram = 0

Cara Kerja

Kain nylon 66 *grey* dari pertununan diproses pemasangan dan penghilangan kanji dengan resep: sabun Diadavin EWN 2%, soda abu 2 g/L, suhu 40 °C dan waktu 30 menit, selanjutnya kain dicuci dan dikeringkan. Untuk mendapatkan sifat stabilitas dimensi yang baik sekaligus menghilangkan kerutan kain, dilakukan proses pemantapan panas (*heat setting*) pada suhu 165 °C selama 30 detik.

Untuk memberikan warna hitam pada kain, dilakukan proses pencelupan mempergunakan mesin React-O-Mat, dengan resep: zat warna Nylosan Black FWL 5 %, Crosscolor OZ 1 %, Asam asetat pH 3-4, suhu 100 °C dan waktu 100 menit, dicuci dan dikeringkan.

Proses Penyempurnaan Tolak Air [12]

Bahan diproses *padding, two dip two nip* dengan resep: variasi konsentrasi *fluorocarbon* (Oleophobol SY) dari 20 g/L sampai 35 g/L interval 5 g/L, dengan

penambahan asam asetat pH 3-4, *Wet Pick Up* 60 %. Pengeringan pendahuluan suhu 100 °C dan waktu 1 menit, selanjutnya proses pemanas awetan (*curing*) dengan variasi suhu dari 150 °C sampai 210 °C interval 15 °C.

Setelah proses penyempurnaan tolak air, dilakukan pengujian meliputi : uji siram, uji tekanan hidrostatik, uji kemampuan kain kembali dari kekusutan uji kekuatan tarik kain, uji kekakuan lentur kain, uji kenampakan kain tahan kusut setelah pencucian berulang. Melalui evaluasi dan analisa data pengujian dicari kondisi optimal proses.

Pada kondisi optimal tersebut bahan dilakukan proses *coating* dengan cara pencapan blok mempergunakan kasa pencapan dengan dua cara. Cara pertama bahan di *coating* dahulu kemudian di proses penyempurnaan *water repellent* dan cara kedua bahan diproses penyempurnaan *water repellent* kemudian di *coating*.

Proses *coating* mempergunakan resep Dicylan AS (*polyacrylic acid ester*) 80 % sebagai zat pelapis, Lutexal HVW 0,5 % sebagai zat pengisi, Knitex LE (*dimethylol ethylene urea*) 4 % sebagai zat anti kusut, Knitex Cat. Mo (MgCl) 15,5 % sebagai katalis. Pengeringan pendahuluan suhu 100 °C dan waktu 1 menit. Dilanjutkan proses pemanas awetan suhu 160 °C dengan waktu 1 menit

Hasil percobaan dilakukan pengujian seperti tersebut diatas dan melalui evaluasi dan analisa data pengujian dicari kondisi proses terbaik dari kedua metode yang telah dilakukan.

Pengujian

Pengujian meliputi beberapa sifat dengan metode pengujian mengacu kepada aturan Standar Nasional Indonesia (SNI) :

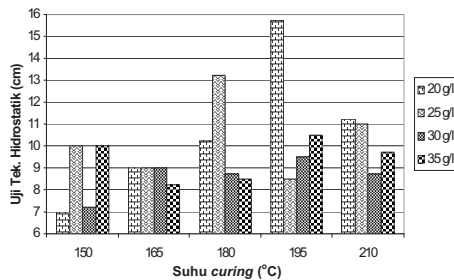
- Cara Uji Tahan Air (Uji Tekanan Hidrostatik) SNI 08-0295-89.
- Cara Uji Tahan Air (Uji Siram) SNI 08-0294-89
- Cara Uji Tolak Air (alat jenis Bundesman) SNI 08-0278-89.
- Cara Uji Kemampuan Kain Kembali Dari Kekusutan, SNI 08-0292-89
- Cara Uji Kekuatan Tarik Kain, SNI 08-0276-89.
- Cara Uji Kekakuan Lentur Kain, SNI 08-0314-89.
- Cara Uji Kenampakan Kain Tahan Kusut Setelah Pencucian Berulang, SNI 08-0298-89.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tahan Air Uji Tekanan Hidrostatik

Hasil pengujian tahan air uji hidrostatik dapat dilihat pada Gambar 4. Makin tinggi nilai hasil pengujian menunjukkan hasil proses *coating* dan *water repellent* kurang baik, karena masih ada kebocoran pada kain, sehingga air dapat tembus. Hal ini ditunjukkan dari nilai

hasil pengujian tahan air uji hidrostatik antara 7 cm sampai 11 cm, tetapi hasil pengujian pada konsentrasi senyawa *fluorocarbon* (oleophobol SY) 20 gr/L suhu *curing* 195 °C mempunyai nilai 15,75 cm dan konsentrasi oleophobol 25 g/L suhu *curing* 180 °C mempunyai nilai 13,25 hal tersebut menunjukkan adanya penyimpangan dari trend grafik hasil uji seperti pada Gambar 4 .



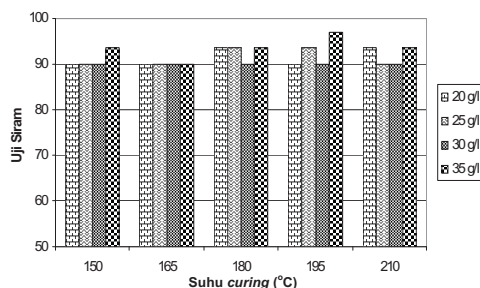
Gambar 4. Hasil uji tekanan hidrostatik

Hal ini mungkin terjadi disebabkan oleh banyak faktor, seperti cacat anyaman kain, adanya ketidak rataan tetal benang pada kain, adanya fluktuasi tekanan air pada alat pengujian, dan perlu pengkajian lebih lanjut

Ruang lingkup pengujian ini terutama untuk menstimulir pengaruh tekanan dari air yang diam tergenang diatas air, misalnya air diatas atap tenda. Jadi penerapan terhadap kain payung hujan kurang menggambarkan adanya korelasi sifat pemakaian akhirnya. Hal ini terbukti bahwa kain yang ternyata bocor pada uji tekanan hidrostatik, tetapi bahan tidak mengalami pembasahan, demikian juga perembesan/peresapan air (*wicking*) karena kapilaritas tidak terjadi.

Pengujian Tahan Air Uji Siram

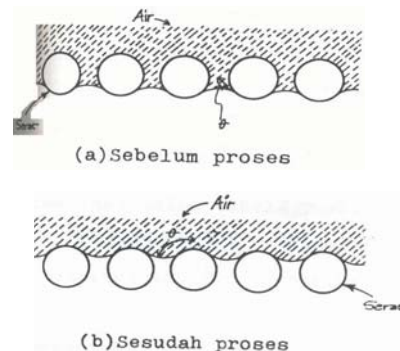
Hasil pengujian tahan air uji siram dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai uji siram diperoleh melalui hasil uji pada kain percobaan dibandingkan terhadap standar gambar hasil uji nilai tertentu, makin tinggi nilai hasil uji tahan air terhadap uji siram semakin baik. Hasil pengujian yang diperoleh dari hasil percobaan ini, termasuk kategori memuaskan, karena nilai yang diperoleh berkisar dari nilai 90 sampai 100. Standar persyaratan mutu kain payung yang berlaku di Indonesia sampai sekarang belum ada, sehingga terpaksa digunakan standar yang biasa dipakai di luar negeri.



Gambar 5. Hasil uji siram

American standard NoL22.30.13-1960, mengatakan bahwa nilai uji siram untuk kain payung dipersyaratkan minimal mencapai nilai 90. Jadi dalam hal ini hasil yang dicapai dari hasil percobaan sudah memenuhi syarat. Hal ini disebabkan oleh karena pengerjaan kain dengan senyawa tolak air pada umumnya akan menyebabkan serat individu pada kain bersifat tolak air, mengakibatkan terjadinya pengumpulan tetesan air bila terjadi kontak dengan air. Tetesan mana akan segera menggelincir hilang dari permukaan kain tanpa terjadi pembasahan atau penetrasi ke dalam kain, tergantung kepada efisiensi perlakuan tolak air yang diterapkan terhadap bahan.

Senyawa *fluorocarbon* yang dipergunakan dalam penyempurnaan ini akan berpolimerisasi sewaktu proses pemanas awetan membentuk *thermoplastic* pada permukaan substrat seperti yang dilaporkan oleh *Heffner* dan *Lawrence* [3]. Senyawa *fluorocarbon* mempunyai sifat yang khas yaitu dapat memberi permukaan suatu substrat energi permukaan yang sangat rendah sehingga secara termodinamika permukaan substrat tersebut akan stabil. Gambaran perubahan yang terjadi pada kain sebelum dan sesudah proses *water repellent* ditunjukkan pada Gambar 6.



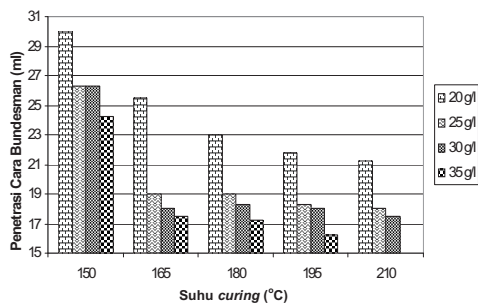
Gambar 6. Proses *water repellent* pada kain

Pada Gambar 6 (a) terjadi pembasahan dan air akan mudah meresap masuk menembus kain akibat bekerjanya gaya kapiler. Sebaliknya pada Gambar 6(b) tanpa adanya gaya lain yang bekerja maka gaya kapiler tidak akan bisa menyebabkan terjadinya perembesan air ke dalam kain.

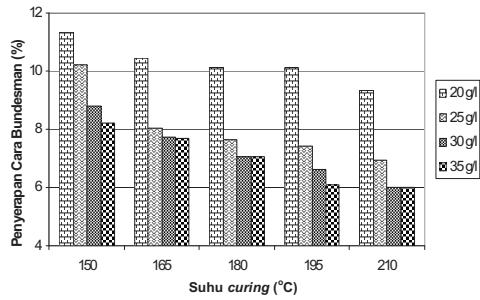
Pengujian Tahan Air Uji *Bundesman*

Hasil pengujian tahan air uji *Bundesman* dapat dilihat pada Gambar 7 untuk nilai perembesan dan Gambar 8 untuk nilai penyerapan.

Pengujian ini dimaksudkan untuk meniru pengaruh hujan dalam hal pembasahan dan perembesan air pada kain. Makin kecil nilai penetrasi dan nilai penyerapan proses *water repellent* dan pelapisan kain payung semakin baik. Cara *Bundesman* ini lebih berhasil menstimulir kondisi pemakaian bahan secara *actual* bila dibandingkan



Gambar 7. Hasil uji bundesman (perembesan)



Gambar 8. Hasil uji bundesman (penyerapan)

dengan cara pengujian sifat tolak/tahan air lainnya. Dari hasil pengujian diatas terlihat bahwa pada kondisi pengerjaan 20 g/L *fluorocarbon*, pada suhu *curing* 150 °C, memberikan nilai perembesan 30 mL dan nilai penyerapan 11,35 %.

Dengan kenaikan konsentrasi dan suhu, terjadi penurunan baik dalam hal perembesan ataupun % penyerapan, penurunan paling tajam pada konsentrasi 25 g/L dan 30 g/L serta suhu 165 °C. Hal ini disebabkan karena, pada suhu 150 °C polimerisasi senyawa *fluorocarbon* belum berjalan sempurna.

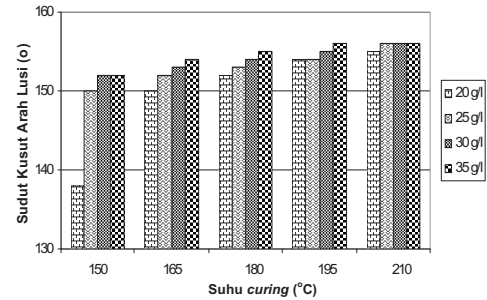
Pada kenaikan suhu berikutnya reaksi polimerisasi senyawa *fluorocarbon* berlangsung lebih sempurna. Pada suhu *curing* 195 °C polimerisasi sudah berlangsung sempurna dengan nilai hasil pengujian hampir sama dengan suhu *curing* 210 °C. Pada konsentrasi *fluorocarbon* 20 g/L film polimer *fluorocarbon* yang terjadi belum mencukupi untuk memberikan permukaan substrat energi permukaan yang cukup rendah agar menghasilkan sudut kontak θ yang besar dan menghalangi aksi kapilaritas.

Kenaikan konsentrasi *fluorocarbon* selanjutnya antara 30 g/L dan 35 g/L akan menaikkan sifat tolak air bahan pada gambar diatas terlihat mempunyai nilai penetrasi dan penyerapan hampir sama.

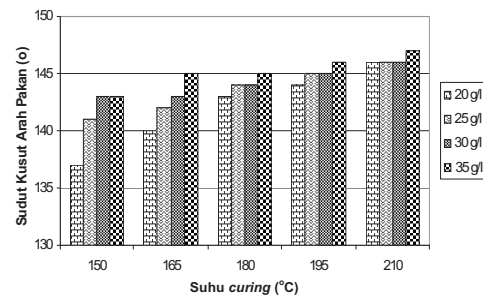
Dalam upaya meningkatkan sifat tolak air, konstruksi kain yang dipergunakan sangat berperan. Kerapatan anyaman jenis serta kerataan anyaman sangat berpengaruh, terutama terhadap volume perembesan. Volume perembesan bisa dikurangi dengan jalan meningkatkan kerataan tenunan dan mempertinggi tetal, baik arah lusi dan pakan.

Pengujian Kemampuan Kain Kembali Dari Kekusutan

Hasil pengujian kemampuan kain dari kekusutan kain (sudut kusut kain) dapat dilihat pada Gambar 9 hasil uji sudut kusut kain arah lusi dan Gambar 10 hasil uji sudut kusut kain arah pakan



Gambar 9. Hasil uji sudut kusut arah lusi



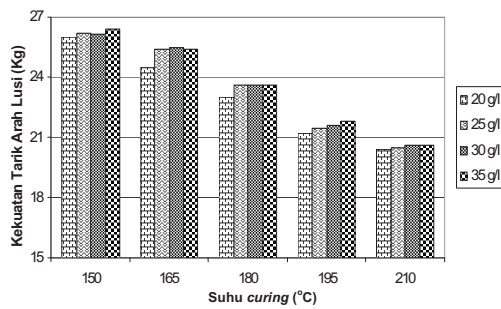
Gambar 10. Hasil uji sudut kusut arah pakan

Makin besar nilai sudut kusut berarti proses *water repellent* dengan *fluorocarbon* dan resin finish anti kusut yang ditambahkan pada saat proses pelapisan berjalan baik. Kenaikan kondisi pengerjaan yaitu konsentrasi *fluorocarbon* dan suhu *curing* memberikan kenaikan sudut kusut kain. Adanya kenaikan sudut kembali dikarenakan terbentuknya deposit *fluorocarbon* pada permukaan substrat setelah proses *curing* serta adanya penambahan resin tahan kusut Knitex LE (*dimethyl ethylene urea*). Deposit berupa film polimer menyebabkan kekompakan serat meningkat. Kecenderungan terjadinya penggelinciran serat berkurang, sehingga secara keseluruhan kain lebih mampu bertahan terhadap pembebanan. Kemampuan kain kembali dari kekusutan erat hubungannya dengan estetika *payung*.

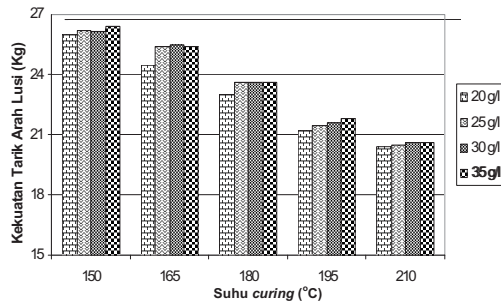
Dalam pemakaiannya kain *payung* sering mengalami tekukan dan lipatan. Karena itu bila kain *payung* mempunyai daya tahan kusut yang baik maka kenampakan dari kain *payung* tersebut akan lebih baik.

Pengujian Kekuatan Kain

Hasil pengujian kekuatan tarik kain dapat dilihat pada Gambar 11 hasil uji kekuatan tarik kain arah pakan dan Gambar 12 hasil uji kekuatan tarik kain arah lusi. Dari hasil pengujian terlihat bahwa hasil pengujian ada sedikit



Gambar 12. Hasil uji kekuatan tarik arah lusi



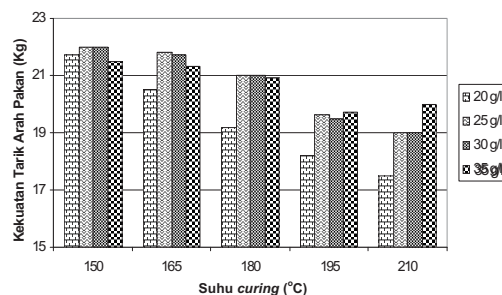
Gambar 13. Hasil uji kekuatan tarik arah lusi

penurunan kekuatan tarik kain bila dibandingkan dengan kekuatan awal kain. Hal ini disebabkan karena adanya pengerjaan kain pada suhu tinggi. Selain itu juga karena adanya pemakaian katalis (Knitex Katalis MO/MgCl₂) yang pada suhu tinggi menghasilkan asam yang dapat merusak kain nylon/poliamida.

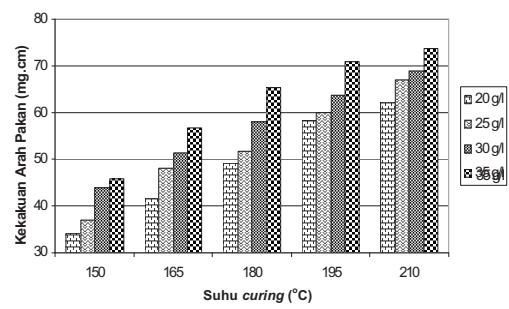
Pada suhu proses semakin tinggi, terjadi reorientasi molekul serat nylon, dari struktur yang semula terorientasi tinggi ke struktur yang lebih acak (kurang teratur). Hal ini disebabkan karena waktu *curing* bahan tidak diberi tegangan untuk menjaga orientasi molekul, penurunan orientasi molekul serat mengakibatkan terjadinya degradasi (*thermal degradation*) yang menyebabkan penurunan kekuatan tarik kain. Meskipun terjadi penurunan kekuatan tarik, secara keseluruhan dapat dianggap tidak begitu besar.

Pengujian Kekakuan Kain

Hasil pengujian kekakuan kain dapat dilihat pada Gambar 13 hasil uji kekakuan kain arah lusi dan Gambar 14 hasil uji kekakuan kain arah pakan. Peningkatan konsentrasi *fluorocarbon* dan peningkatan



Gambar 14. Hasil uji kekuatan tarik arah pakan



Gambar 14. Hasil uji kekakuan kain arah pakan

suhu *curing* meningkatkan kekakuan lentur kain arah lusi maupun pakan. Kenaikan ini dapat terjadi disebabkan karena adanya film polimer *fluorocarbon* dipermukaan bahan, menyebabkan serat bertambah kompak sehingga kain menjadi lebih kaku. Pada konsentrasi *fluorocarbon* rendah, film yang terbentuk belum sempurna, serta masih sedikit. Sejalan dengan kenaikan kondisi proses, maka polimerisasi semakin sempurna sehingga film yang terbentuk semakin banyak sehingga kekakuan kain meningkat.

Adanya perbedaan hasil antara arah lusi dan pakan karena perbedaan tetal. Pada arah lusi tetal lebih tinggi, jumlah benang lebih banyak, puntiran benang lebih banyak sehingga kekakuan lentur lebih tinggi dibandingkan dengan arah pakan.

Pemilihan Kondisi Optimum

Pemilihan kondisi optimum dilakukan dengan mempertimbangkan faktor mutu dan tekno ekonomi, dari faktor mutu dititik beratkan pada sifat tolak air yang maksimum dan ditunjang oleh faktor teknis lain. Dalam penelitian ini tidak dilakukan perhitungan biaya produksi secara teknik perhitungan produksi yang sebenarnya, tetapi segi tekno ekonomi dipilih berdasarkan konsentrasi dan suhu *curing* minimum tetapi memenuhi persyaratan mutu kain payung, artinya kalau kebutuhan zat kimia lebih rendah dan energi yang diperlukan lebih sedikit maka biaya produksi lebih ekonomis.

Tahap pemilihan dilakukan sebagai berikut, semua data dihitung dengan cara analisis variansi untuk mengetahui pengaruh variasi perlakuan terhadap hasil uji. Setelah itu dilakukan uji rentang *Newman Keuls* untuk menentukan rangking masing-masing perlakuan, kemudian setiap rangking diberi nilai. Tahap berikutnya dilakukan pembobotan, yang nilainya diberikan menurut urgensi pengujianya. Nilai bobot yang ditentukan adalah sebagai berikut : Uji siram bobot 10, Uji bundesman nilai penyerapan dan perembesan bobot 10, kekuatan tarik bobot 8, sudut kusut bobot 6, kekakuan bobot 6 dan tinjauan ekonomi diberi bobot 8.

Dari hasil perhitungan statistik dapat disimpulkan, bahwa kondisi optimum didapat pada konsentrasi *fluorocarbon* 25 g/L serta suhu *curing* 165 °C.

Tabel 1. Perbandingan hasil pengujian pada kondisi optimum, proses I dan proses II

Pengujian	Kondisi optimum	Proses I	Proses II
Uji siram	90 ¹	80 ² 100 ³	50 ² 90 ³
Uji Bundesman			
-% penyerapan	8,03	9,79	16,13
-Perembesan (ml)	19,0	5,5	6,25
Uji tekan hidro			
Statik (cm)	9,0	21,0	25,5
Kekuatan tarik			
-arah lusi (kg)	25,4	29,5	29
-arah pakan(kg)	21,8	27,5	26,5
Sudut Kusut			
-arah lusi (°)	151,7	156	158,5
-arah pakan (°)	142	148,5	149,5
Kekakuan lentur			
-arah lusi (mg.cm)	75	101,8	111,1
-arah pakan (mg.cm)	48	69,5	71,6

Catatan :

Proses I = Kain diproses *coating* terlebih dahulu, kemudian diikuti proses water repellent

Proses II = Kain di *padding* dalam larutan senyawa *water repellent*, kemudian diproses *coating*.

- ...¹ = Diuji kedua belah permukaan kain

- ...² = Diuji permukaan yang di *coating*.

- ...³ = Diuji permukaan yang tidak di *coating*.

Perbandingan hasil pengujian pada kondisi optimum, proses I dan proses II dapat dilihat pada Tabel 1 tersebut diatas.

Pengujian Keawetan Hasil Penyempurnaan

Hasil pengujian sifat ketahanan daya tolak air terhadap pencucian hanya dilakukan terhadap hasil proses kondisi optimum yaitu untuk menggambarkan ketahanan (*durability*) atau keawetan sifat air hasil penyempurnaan. Hasil pengujian ketahanan penyempurnaan terhadap pencucian berulang dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 terlihat adanya penurunan sifat tolak air setelah pencucian. Dalam pemakaian sehari-hari,

Tabel 2. Ketahanan hasil penyempurnaan terhadap pencucian berulang

Jenis pengujian	Hasil uji setelah pencucian (x)					
	0	1	2	3	4	5
Uji siram	100	100	90	90	80	80
Bundesman						
% penyerapan	8,03	16	16	16,7	19,2	20,8
Perembesan (ml)	19	42	73	111	141	152
Uji Tek						
.Hidrostatik	9,0	8,0	8,0	6,5	6,5	6,0

payung tidak pernah atau jarang mengalami pencucian. Cara uji dilakukan hanya untuk melihat, penurunan sifat tolak air yang terjadi selama pencucian kain yang mengalami gerakan mekanik sehingga memungkinkan terjadinya cacat berupa retakan-retakan mikro (*micro structural flaws*) pada film fluookarbon yang terbentuk pada permukaan kain.

KESIMPULAN

1. Proses *water repellent finishing* dengan senyawa fluorokarbon dapat menghasilkan kain payung nylon 66 dengan sifat tolak air baik (hasil uji siram 90-100). Proses ini bersifat permanen (*durable Finish*) hasilnya tahan terhadap 5 kali pencucian.
2. Peningkatan konsentrasi polimer *fluorocarbon* dan suhu *curing* meningkatkan daya tolak air dan tidak terlalu berpengaruh terhadap sifat fisik kain.
3. Proses *coating* dengan senyawa ester asam poliakrilat dapat mengurangi/ meniadakan jumlah air yang merembes menembus kain.
4. Berdasarkan peninjauan dari aspek teknis-ekonomis, kondisi proses yang dianjurkan adalah pada konsentrasi senyawa fluorokarbon 25 g/L dan suhu curing 165 °C. Pada kondisi tersebut nilai uji siram 90, volume penetrasi 19 mL, persen penyerapan 8,03 % dan daya tahan tekanan hidrostatik 9 cm.
5. Proses I, kain mengalami proses coating kemudian proses water repellent hasilnya lebih baik daripada proses II , kain mengalami proses water repellent terlebih dahulu baru diproses *coating* hasilnya nilai uji siram 100, volume penetrasi 5,5 mL, persen penyerapan 9,79% dan daya tekanan hidrostatik 21 cm

DAFTARACUAN

- [1]. PETER RH, *Textile Chemistry, The Chemistry of Fibre*, Elsevier Publishing Co New York, I (1963) 334
- [2]. KIRK-OTHMER, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Edisi II, *Coated Fabric*, 5, 679-690, *Surface Chemistry of FluoroChemicals*, 9, 707-736, *Water Proofing and Water reppellency*, 22, 135-148
- [3]. HEFFNER, LAWRENCE L, et. all, A Study of Oil and Water Repellents Surfaces, *American Dyestuff Reporter*, 3 (1963)
- [4]. CIBA GEIGY, *Dicrylan AM/AS, Technical Leaflet*, CIBA GEIGY Ltd, Switzerland (2005)
- [5]. ASTM, *American Standard Performance Requirements for Woven Umbrella Fabrics*, ASTM Standard, No. L 22130.13 (1960)
- [6]. ADAMSON, ARTHUR.W, *Physical Chemistry of Surfaces*, Edisi II, Interscience Publishers Inc, New York (1977)

- [7]. LYNN, EDWARD J, J.J. Press, *Advances in Textile Processing*, Textile Book Publisher Inc, New York, **1** (1961)
- [8]. MARK.H, et. all, *Chemicals After Treatment of Textiles*, Wiley Interscience, New York (1970)
- [9]. MOILLET, J.L, *Water Proofing and Water Reppellency*, Elsevier Publishing Co, Amsterdam (1963)
- [10]. MORRISON, ROBERT.T, ROBERT.N.BOYED, *Organic Chemistry*, Edisi 3, Prentice Hall India Private Ltd, New Delhi (1977)
- [11]. WAYLAND ,R.L, et. all, The Influence of Contaminants on The Water Repellency of Fabrics, *American Dyestuff Reporter*, (1963) 17-25
- [12]. CIBA GEIGY, *Oleophobol S.Y*, Technical Leaflet, CIBA GEIGY Ltd, Switzerland (2005)