

THINKTEXTILES

KOLOM SAINS DAN TEKNOLOGI TEKSTIL

Tekstil untuk Semua

Catatan editor

Proses Hijau

Proses bersih Nilon-6

Tekstil Beton

Murah, ringan dan kuat

Smart Textiles

As imaginably smart as it can be

REVOLUSI TEKSTIL

TTM

ThinkTextiles Magazine

Makna gramatikal kata "tekstil" boleh dikatakan telah cukup lama mengalami pergeseran makna menjadi lebih luas, baik dilihat dari sisi pengembangan ilmu dan teknologi maupun aplikasinya di industri.

Hal ini tampak dari fakta bahwa gairah penelitian serta perkembangan teknologi dan industri tekstil tidak terbatas hanya pada teknologi serat, benang, dan kain untuk keperluan sandang, melainkan juga pada area pemanfaatan lain seperti industri karpet, sepatu, mebel, tekstil rumah tangga, medis, pertanian, bahkan hingga pada industri manufaktur berat lainnya seperti transportasi, bangunan, dan lain-lain.

Perluasan area pemanfaatan tekstil dan produk tekstil ini telah dan semakin dikembangkan secara serius dan diprediksi akan menjadi salah satu fokus cakupan di masa yang akan datang. Dengan kata lain, *playing ball in a new park*, adalah salah satu pilihan penting. Perkembangan ini memberikan inspirasi terutama bagi kalangan akademisi, peneliti, mahasiswa dan yang pasti praktisi industri secara langsung. Karena itu pula, pada peluncuran perdana, kami menyajikan tulisan berjudul **Revolusi Tekstil** sebagai salah satu artikel pilihan yang menarik.

ThinkTextiles didesain untuk menjadi salah satu sumber informasi di bidang ilmu dan teknologi tekstil – berbahasa Indonesia – dalam pandangan tradisional maupun terkini, serta akan menghadirkan berbagai tulisan lepas, bebas dan menarik lainnya yang masih berkaitan dengan dunia tekstil seperti kimia, proses, permesinan, manajemen industri, dan lain-lain. Semoga kehadiran kami dapat memberikan sumbangan yang berarti.

Tekstil untuk Semua



Tekstil pada prinsipnya adalah sebetulnya bahan, dan bukan hanya sandang. Ia dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan di berbagai bidang: industri, transportasi, perlindungan dan keselamatan, militer dan pertahanan, kesehatan, dan konstruksi.

Bila komposit tekstil dapat menggantikan peran baja dalam pembuatan beton, atau bila poliester yang dikenal luas sebagai serat hidrofob dapat menyerap cairan, apalagi jika proses pencelupan yang terkenal memerlukan banyak air dapat dikerjakan dengan tanpa menggunakan air, maka satu kata cukup untuk menggambarkannya: revolusioner!

Betapa tidak, perkembangan dari hasil-hasil penelitian para ilmuwan di bidang tekstil ini begitu menakutkan dan boleh dibilang *out of the box*. Tentu saja, ini hanya sedikit contoh yang menunjukkan begitu dinamisnya perkembangan riset-riset di bidang sains dan teknologi tekstil, terutama di negara-negara maju. Bahkan, di sini kita dapat melihat dengan jelas, alangkah kuatnya pertautan antara ilmu dan teknologi tekstil dengan berbagai disiplin ilmu lainnya. Pun, dalam perkembangan teknologi terbaru, nanoteknologi misalnya, yang sedang hangat dan terus menginspirasi lahir dan tumbuhnya ide-ide baru serta memiliki area penerapan yang sangat luas dan cerdas ini, teknologi tekstil turut mewarnainya.

Maka, pengakuan terhadap ungkapan sederhana yang mengatakan bahwa industri tekstil tidak akan pernah redup selama manusia membutuhkan pakaian tidaklah cukup untuk menggambarkan kemapanan dan dinamika tekstil sebagai sebuah disiplin ilmu dan teknologi. Karena fakta-

nya, tekstil ternyata memiliki jangkauan yang jauh lebih luas, lebih dari sekedar pakaian. Meskipun berikutnya, akan muncul pertanyaan menggelitik, terlebih bila kita menilik realita dan karakter industri tekstil Indonesia, yang sebagian besarnya berada pada wilayah konvensional. Pertanyaannya adalah, apakah pertumbuhan gagasan-gagasan menakutkan dari berbagai hasil penelitian ini dapat berjalan paralel dan seimbang dengan kondisi real di lapangan? Ini tentu tidak mudah dijawab, dan akan menjadi pekerjaan rumah semua pihak yang peduli dan berkepentingan dalam memajukan industri dan pendidikan tekstil di Indonesia.

Tentu bagaikan mimpi di siang bolong bila hari ini, ThinkTextiles yang masih bayi dan dalam fase

pertumbuhan dini ini, bercita-cita besar untuk menjembatani ketimpangan perkembangan teknologi dengan penerapannya di industri, khususnya di Indonesia. Namun, ada satu kesadaran bahwa siapapun tak perlu takut bermimpi, apalagi untuk sesuatu yang berarti.

Maka pada edisi khusus cetak ini, ThinkTextiles menghadirkan kembali topik-topik menarik revolusioner pilihan di bidang tekstil yang pernah kami muat secara online di website kami, dengan konsistensi pada semangat awalnya, menjadi kran pembuka arus informasi sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam perkembangan sains dan teknologi tekstil, terutama di Indonesia.

Salam, Editor



Revolusi Tekstil



Setiap hari sadar atau tidak, kehidupan manusia selalu dikelilingi oleh produk tekstil. Dari mulai hal-hal biasa seperti pakaian yang kita pakai, kaos kaki yang kita kenakan, tirai yang dipasang di rumah-rumah hingga rangka pesawat terbang dari material tekstil komposit yang tidak biasa. Tekstil memang tidak terbatas hanya pada kebutuhan sandang dan fesyen seperti selama ini dipahami banyak orang. Nyatanya tekstil memiliki wilayah aplikasi sangat luas dan telah melebar lebih dari sekedar dipandang sebagai pakaian saja.



Gambar di pojok kiri atas adalah potongan badan utama pesawat Boeing 787 Dreamliner. 50% bahannya terbuat dari komposit serat karbon yang diperkuat dengan epoksi. Bobotnya lebih ringan dan memiliki kekuatan lebih tinggi daripada bahan tradisional pembuat pesawat terbang, logam campuran aluminium.

Perkembangan tekstil saat ini menunjukkan bahwa teknologi tekstil telah dan makin menjangkau bidang-bidang teknologi lainnya. Pada bidang konstruksi misalnya, saat ini pengembangan tekstil beton terutama di perguruan tinggi dan lembaga riset di Jerman menjadi tema yang hangat dan begitu maju. Tak ketinggalan juga pada bidang otomotif, kereta api dan pesawat terbang misalnya, bahan komposit tekstil makin dilirik dan banyak dipakai untuk menggantikan peran bahan logam. Begitu juga pada bidang kesehatan atau yang lebih dikenal dengan istilah *medical textile*

semakin menunjukkan tren yang menarik. Contoh lain misalnya dengan semakin hangatnnya penelitian-penelitian dan aplikasi nano teknologi pada bidang tekstil, belum lagi aplikasi bidang elektronika pada material tekstil yang melahirkan istilah baru bernama *smart textile* atau tekstil cerdas semakin menunjukkan perkembangan yang menarik.

Oleh karena itu, sebenarnya penelitian dan perkembangan di bidang teknologi tekstil dapat dipandang sebagai salah satu bidang teknologi di antara sekian bidang teknologi lainnya yang berada di jajaran pertama penelitian interdisipliner dan itu yang sekarang dilakukan oleh banyak lembaga penelitian, perguruan tinggi dan industri terutama di negara-negara maju.

Melihat perkembangan ini, maka tidak salah kalau kita mengatakan bahwa saat ini **revolusi tekstil** sedang terus berlangsung dan tren ini masih akan terus

berlanjut. Kalau di masa lalu perkembangan teknologi tekstil berputar di antara pengembangan teknologi serta optimalisasi produk misalnya, maka perkembangan terakhir teknologi tekstil sudah lebih dari itu. Saat ini penelitian dan perkembangan teknologi tekstil yang berpadu dengan berbagai bidang teknologi lainnya telah semakin intens dan merupakan pendekatan rutin untuk mendukung tema aktual Inovasi Tekstil (*Textile Innovative*).

Gunawan



Proses Hijau

Alternatif proses bersih produksi Nilon-6

Tingginya jumlah produksi dan kebutuhan Nilon-6 di dunia serta fakta bahwa proses sintesa dengan metoda sebelumnya menghasilkan produk samping berupa limbah buangan dengan kuantitas yang sangat tinggi telah melatarbelakangi munculnya gagasan untuk mencari alternatif proses yang lebih ramah lingkungan. Ida Nuramdhani.

Proses bersih ini juga telah menjadi paradigma dalam industri kimia termasuk tekstil, yang selama ini dikenal cukup banyak menghasilkan limbah buangan berbahaya bagi lingkungan dan proses pengolahannya pun mahal. Terlebih dengan adanya 12 prinsip *Green Chemistry* yang diperkenalkan oleh Paul Anastas dan John Warner, dalam publikasinya berjudul "Green Chemistry: Theory and Practice" (Oxford University Press: New York, 1998), maka industri dan penelitian di bidang kimia, semakin diarahkan pada pandangan yang berorientasi lingkungan.

Berdasarkan data terakhir, diketahui bahwa produksi Nilon-6 dunia mencapai angka yang sangat tinggi dan signifikan, yaitu 4 miliar kg/tahun. Disamping itu, pemanfaatannya pun semakin luas, diantaranya: [1] pakaian jadi, mencakup pakaian dalam wanita, *hosiery* (stocking, kaus kaki, dan segala pakaian dalam rajutan), pakaian olah raga, *leisure wear* (baju santai), *fashion wear*, dan lining; [2] tekstil lainnya, seperti untuk parasut, payung, tenda, tas/koper, dan *sleeping bags*; [3] *floor coverings*, misalnya karpet; [4] benang untuk keperluan industri, contohnya ban, *conveyor belts*, tali, net, jaring, dan jaket tahan air; [5] teknologi plastik untuk *automotive air-inlets*, penutup mesin, atau jendela pesawat terbang; dan [6] pelapis untuk makanan dan *industrial packaging*.

Bila dilihat dari jumlah produksi dan area pemanfaatannya, kita akan sepakat bahwa Nilon-6 merupakan salah satu produk yang memiliki peran signifikan dari segi ekonomi, sehingga layak menjadi fokus perhatian, terutama berkaitan dengan teknologi bersih. Akan tetapi, sebelumnya mari kita lihat terlebih dahulu proses sintesa Nilon-6 yang sebelumnya banyak dikerjakan.

Nilon-6 adalah produk polimerisasi ϵ -kaprolaktam, yang saat ini diproduksi melalui dua tahap proses (lihat skema 1), dengan melibatkan zat-zat kimia yang sangat agresif seperti hidrosilamin sulfat, oleum, dan asam sulfat. Melalui urutan reaksi dengan metoda tersebut, dihasilkan amoniumsulfat sebagai produk samping buangan yang menimbulkan konsekuensi biaya tinggi untuk pengolahannya, dalam jumlah mencapai hampir empat kali kuantitas ϵ -kaprolaktam yang dihasilkan (3.8 ton amonium sulfat buangan dihasilkan dari setiap ton produksi ϵ -kaprolaktam, artinya lebih dari 15 juta ton per-tahunnya).

Selain masalah biaya pengolahan limbah, kemurnian ϵ -kaprolaktam menjadi masalah berikutnya, mengingat biaya dan prosesnya yang tidak sederhana.





Tekstil Cerdas

Tekstil cerdas sebetulnya merupakan produk multi-interdisipliner. Ia hadir berkat perkembangan dan kemajuan teknologi di banyak bidang bergandengan dengan kemajuan pengetahuan kita mengenai bahan dan struktur tekstil.

Beberapa bidang tersebut misalnya bioteknologi, teknologi informasi, mikroelektronik, *wearable computer*, nanoteknologi dan mesin mikroelektromekanik.

Banyak inovasi aplikasi tekstil dalam 50 tahun terakhir ini yang berawal dari kebutuhan militer – mulai dari struktur serat gelas (*fiberglass*) untuk *radome* (radar-dome), baju pelindung anti pecahan dan peluru, pakaian pelindung anti kimia, hingga komposit berpenguat-serat yang banyak digunakan sebagai bahan untuk sistem pertahanan dan bahan untuk badan pesawat terbang. Oleh sebab itu, tidaklah terlalu mengherankan jika aplikasi

awal tekstil cerdas ternyata juga berasal dari hasil-hasil penelitian yang didanai berdasarkan kebutuhan militer.

Beberapa gambaran mengenai kemampuan yang dimiliki sistem berdasarkan teknologi tekstil cerdas untuk keperluan militer meliputi: pengindraan dan tanggap (sensing dan responding), misalnya terhadap kehadiran bahaya kimia ataupun biologi; pencatu daya dengan baterai berbahan polimer dan transmisi data berbasis *wearable computer* untuk jaringan personal; mengirim dan menerima sinyal frekuensi radio; sistem peringatan dengan suara yang bekerja secara otomatis;

penanganan bahaya kontaminasi bahan biologi dan kimia berbahaya; dan bahan-bahan yang memiliki kemampuan memperbaiki dirinya sendiri (*self-repairing materials*).

Pada dasarnya semua sistem tersebut dimaksudkan untuk membekali personel militer maupun sipil yang bertugas di medan beresiko tinggi dengan teknologi bertahan paling efektif melalui bahan-bahan yang didesain khusus untuk baju dan peralatan tempur yang mampu bereaksi secara cerdas terhadap ancaman dan segala situasi. Ini memberi keunggulan dalam bertempur, mobilitas, unjuk-kerja kognitif, dan perlindungan.

Hal tersebut hanya dimungkinkan bila pakaian, sistem dan bahan-bahan untuk perlengkapan yang bersifat pasif tradisional diubah menjadi serangkaian sistem aktif yang mampu meningkatkan kesiagaan terhadap perubahan situasi, komunikasi, teknologi informasi dan peningkatan unjuk-kerja.

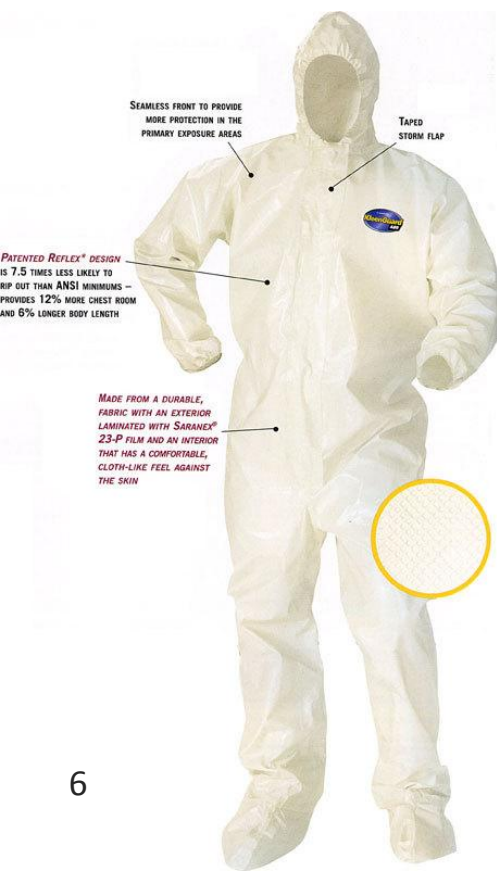
Beberapa contoh lagi mengenai sistem aktif tekstil cerdas di antaranya adalah antena yang menempel pada badan (*body conformal antennas*) untuk peralatan radio yang menyatu dengan pakaian; modul fleksible pembangkit listrik tenaga surya yang menyatu pada bahan tekstil; sistem pemantau status fisiologis untuk mengetahui status hidrasi dan nutrisi termasuk pula pemantau yang lebih konvensional untuk memantau kerja jantung; alas-kaki cerdas yang dapat memberitahu posisi kita dan mampu mengubah serta menyimpan energi; dan, tentu

saja, bahan-bahan ganti-fase (*phase change materials*) yang mampu beradaptasi dan berganti-ganti fungsi sebagai penghangat maupun penyejuk tergantung suhu di sekelilingnya. Aplikasi lain yang juga menarik misalnya adalah dengan menyatukan pengindra ke dalam jalinan tenunan bahan parasut yang berfungsi memandu penerjun payung atau kargo untuk mendarat tepat di lokasi yang ditentukan.

Sebetulnya masih sangat banyak lagi aplikasi yang bisa dikembangkan untuk tekstil cerdas di luar keperluan militer ataupun polisi sipil, petugas pemadam kebakaran dan gawat darurat. Misalnya di bidang olah raga, kesehatan dan bahkan juga bisnis. Semua akan diuntungkan dengan revolusi tekstil ini. Hanya imajinasi yang menjadi batasnya. Meski demikian harus diakui pula bahwa biaya masih menjadi faktor penentu yang membatasi imajinasi dan penerapannya di lapangan karena memang bisa sangat mahal, terutama untuk pengembangan dan implementasi. Namun kita juga tahu bahwa biaya pada akhirnya toh nanti akan turun ... jadi kenapa tidak biarkan saja imajinasi anda mengembara ?

Tapi apakah sebetulnya yang dimaksud dengan tekstil cerdas ?

Tekstil cerdas atau *smart textiles* adalah bahan tekstil yang memiliki kemampuan, baik yang bersifat inheren maupun hasil cangkakan, untuk tanggap beradaptasi dan bereaksi secara cerdas terhadap stimulan di sekelilingnya misalnya perubahan suhu, cahaya, tekanan, dan kondisi pH. **Mohamad Widodo**



Tekstil Beton

LEBIH RINGAN, TIDAK BERKARAT DAN MUDAH DIBENTUK

Salah satu revolusi atau inovasi baru dalam perkembangan sains dan teknologi tekstil kini benar-benar telah lahir. Produk inovasi itu bernama *textilbewehrter beton* atau tekstil beton.

Pada awalnya ia lahir sebagai suatu jawaban atas tantangan yang kian nyata bahwa biaya untuk pembelian baja kian lama kian bertambah mahal ditambah dengan semakin berkurangnya persediaan. Di Jerman sendiri, setiap tahunnya lebih dari 6 juta ton baja dipergunakan sebagai material penguat untuk membangun suatu bangunan atau yang biasa disebut beton.

Jawaban terhadap tantangan itu datang dari para ilmuwan tekstil. Para peneliti di *Sächsischen Textilforschungsinstitutes* (STFI) di tahun 1982 mulai merintis ke arah itu. Mereka mengembangkan suatu metoda dengan cara menggunakan limbah tekstil berbahan baku serat sintetik untuk digunakan sebagai material penguat beton. Penelitian ini rupanya menyisakan banyak ruang-ruang kosong dan juga belum begitu optimal.

Di awal tahun 1990 para peneliti yang juga adalah dosen di *Technische Universität Dresden* lebih lanjut mulai mengembangkan tekstil beton yang ringan tetapi sangat kuat dengan menggabungkan sekumpulan serat dalam bentuk *roving* lalu dirajut dengan menggunakan benang dari serat gelas atau karbon pada mesin perajutan *multiaxial* sehingga terbentuk suatu struktur material **tekstil multiaxial** yang memiliki kekuatan tinggi.

Penelitian terus berlanjut, dan sampai saat ini umumnya material *textile multiaxial* yang digunakan sudah tidak lagi memerlukan tambahan *roving*, tetapi cukup dengan benang karena penelitian di bidang pembuatan serat dan benang telah semakin maju dan mampu menghasilkan benang dengan kekuatan sangat tinggi.

Kini dengan bahan penguat tekstil

multiaxial ini telah dihasilkan beton yang kuat dengan berbagai keunggulan tambahan yaitu tidak berkarat, lebih tipis dan bisa lebih mudah dibentuk ke arah manapun dengan daya tekan jauh lebih baik dibanding beton baja. Dalam suatu acara di televisi Jerman diperlihatkan suatu uji coba antara beton yang menggunakan baja dengan beton yang menggunakan tekstil yang hasilnya ternyata lebih baik.

Sementara itu, suatu pengujian tekanan pada beton yang dilakukan di laboratorium teknik sipil TU Dresden menunjukkan pola pecahan tekstil beton yang ternyata jauh lebih baik, yaitu tidak serta merta pecah berkeping-keping dibanding beton yang tidak menggunakan material tekstil.

Aplikasi nyata dari tekstil beton ini sudah mulai dilakukan. Pada tahun 2005 misalnya, telah dibuat jembatan pertama di dunia yang seluruh bahannya terbuat dari tekstil beton di Chemnitz, Jerman oleh para ilmuwan TU Dresden.

Sementara itu beberapa bangunan yang rusak pun mulai diperbaiki dengan menggunakan material tekstil beton ini karena dengan ketebalan 3 mm saja bisa menghasilkan bangunan atau tembokan yang kuat.

Kini aplikasi tekstil beton ternyata makin dilirik oleh banyak kalangan terutama para arsitek yang biasa

bergelut dengan dunia bangunan dan juga karena sifat tekstil beton yang bisa dibentuk secara fleksibel dan juga tipis tidak seperti beton baja. Sifat-sifat unggul tersebut juga menarik minat para seniman dan desainer. Beberapa foto di bawah ini menunjukkan pada kita aplikasi lain dari tekstil beton untuk desain struktur bangunan, kursi dan lukisan dengan media tekstil beton.

Pemerintah Jerman sendiri lewat *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie* (BMWi) atau Kementerian Perekonomian dan Teknologi rupanya sangat serius dan terus membiayai proyek penelitian potensial ini hingga mencapai tingkat optimal dari sisi teknologi, ekonomi, keselamatan untuk selanjutnya ditransfer ke dunia industri. Suatu contoh revolusi atau inovasi teknologi yang juga menarik untuk diamati (dan ditiru) tentang bagaimana para ilmuwan tekstil mengembangkan sains dan teknologi tanpa kenal henti, berkolaborasi dengan sesama peneliti dari berbagai disiplin ilmu, pemerintah dan industri sehingga menghasilkan karya revolusioner ini. **Gunawan**

