



Potensi Limbah Padat sebagai Benang Gintir Berbasis Sistem *Interlacing*

Nisa Fardani¹, Achmad Haldani Destiarmand² & Andar Bagus Sriwarno³

¹Program Studi Magister Desain, Fakultas Seni Rupa dan Desain,
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No.10 Bandung

²KK Kriya dan Tradisi, Fakultas Seni Rupa dan Desain,
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No.10 Bandung

³KK Manusia dan Desain Produk Industri, Fakultas Seni Rupa dan Desain,
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No.10 Bandung

Email: fardani_nisa@yahoo.com

Abstrak. Sistem pengelolaan sampah di tempat pembuangan sampah menjadi masalah lingkungan yang besar seiring dengan pertumbuhan industri pulp dan kertas di Indonesia. Konversi limbah padat menjadi bahan bakar pelengkap untuk industri kertas juga tidak memberikan hasil yang signifikan untuk memecahkan masalah pencemaran udara pada saat karbon aktif dibebaskan dari proses pembakaran. Masalah ini secara khusus menuntut sistem pengelolaan sampah yang maju dan efektif secara terus-menerus. Baru-baru ini, optimasi pemanfaatan serat-limbah menjadi alternatif khusus untuk mengurangi tumpukan sampah di tempat pembuangan sampah. Namun, tidak semua dapat didaur ulang. Karakteristik limbah padat berserat dari industri kertas tisu cenderung menurun gramturnya, sehingga sangat disayangkan pemanfaatannya akan berkurang bahkan setelah proses daur ulang. Di sisi lain, struktur kimianya yang telah rusak selama proses produksi tampaknya menjadi semangat baru bagi industri tekstil di masa depan dalam mengembangkan teknologi daur ulang limbah padat berserat, yang menghasilkan benang tekstil generasi baru. Fokus dalam penelitian ini ditekankan pada penemuan tas yang terbuat dari bahan serat-limbah menggunakan metode eksperimental. Identifikasi karakteristik serat-sampah berbasis padat dikembangkan melalui teknik eksplorasi *multi-ply yarns* berdasarkan sistem *interlace*. Hubungan antara penciptaan produk dan *forecasting* tren pada tahun 2013 akan menjadi analisis berikutnya sebagai salah satu cara untuk memecahkan masalah sampah.

Kata Kunci: limbah; *multi-ply yarns*; sistem *interlacing*.

The Potential of Solid Waste as Multiply Yarn Based on Interlacing Systems

Abstract. Solid-waste disposal in landfills is becoming a massive environmental problem as a result of the growth of the pulp and paper industry in Indonesia. The conversion of solid waste to complementary fuel for the paper industry is also not giving any significant results to solve air contamination, as active carbon is released into the atmosphere by the burning process. This particular problem demands an advanced and effective continuous waste management system. Recently, optimized waste-fiber utilization has come forward as a

promising alternative to reduce the waste pile in landfills. However, not all of it can be recycled. Fibered solid waste from the tissue-paper industry tends to decrease its grammage, which unfortunately will eventually reduce its utilization after recycling. On the other hand, its chemical structure, which has already been damaged during the production process, appears to be giving inspiration for a future textile industry based on the development of fibered solid-waste recycling technology, resulting in a new generation of textile yarns. In this research, the focus is on the invention of a handbag made from fiber-waste material using experimental methods. Solid-based fiber waste characteristics identification was developed through a multi-ply yarn exploration technique based on an interlacing system. The relationship between product creation and the trend forecasting for 2013 will be our next goal as one way of solving Indonesia's waste problem.

Keywords: *interlacing system; multi-ply yarns; waste.*

1 Pendahuluan

Ketergantungan sektor industri kertas dan pulp Jawa Barat terhadap konsumsi serat sebanyak 50.000-150.000 ton/tahun; berdampak terhadap peningkatan limbah yang dapat mencemari ekosistem tanah dan udara. Sistem kelola limbah padat pabrik kertas yang masih bersifat konvensional dengan jalan ditimbun pada area terbuka mengakibatkan peningkatan jumlah limbah sebanyak 1440-6000 ton/tahun [1]. Pemanfaatan kembali limbah padat pabrik kertas menjadi produk kertas karton dipercaya sebagai upaya efektif untuk mereduksi timbunan limbah dan kerusakan ekosistem bumi yang berkepanjangan. Akan tetapi, tidak semua jenis limbah padat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas karton. Struktur kimia serat yang sudah rusak, berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan daya fibrilasi antar serat sehingga rendahnya kualitas kertas karton yang dihasilkan. Karakteristik tersebut dimiliki oleh jenis limbah padat berserat pabrik kertas tisu sehingga sedikit optimisme ketermanfaatannya.

Melalui studi komparatif terhadap struktur morfologi limbah padat berserat pabrik kertas tisu, dikategorikan sebagai serat reklamasi untuk kebutuhan tekstil. Serat reklamasi merupakan serat yang secara kimia struktur penyusunnya sudah rusak akibat proses produksi dan hanya menyisakan sedikit kandungan serat panjang. Perkembangan produk tekstil berbahan dasar serat yang berasal dari siklus pengolahan sekunder atau dikenal sebagai SRM (*Secondary Raw Material*) kini menjadi solusi pengembangan serat terbarukan untuk kebutuhan tekstil masa depan. Quinn [2] menyatakan bahwa serat mampu mengubah dunia di sekitar kita dan saat ia melakukannya, serat menginspirasi visi baru yang radikal untuk masa depan. Fenomena *textile futures* dinamai Quinn sebagai konsumsi revolusioner dalam peradaban manusia yang direfleksikan melalui *fashion, design*, dan teknologi. Momentum perubahan siklus *fashion*, menjadi konsumsi mayoritas gaya hidup yang menuntut nilai-nilai kebaruan, segar dan

unik. Tren *forecasting* 2013 [3] menyimpulkannya dalam sebuah pengembangan gaya hidup yang mendekatkan diri pada alam dan pencarian material *enviromental sustainability* dengan mengangkat material dan aksesoris natural pada produk *textiles fashionable*. Optimalisasi potensi pengembangan struktur benang gintir berbasis sistem *interlacing* dengan bahan dasar limbah padat diharapkan dapat mewakili semangat tren *enviromanifest* yang mengangkat spirit ekologi serta kampanye terhadap penyelamatan bumi. Konsep desain berkelanjutan melalui spirit *eco-textiles* menjadi parameter dalam kerangka pengembangan *textile futures*, sebagai salah satu upaya meredam fungsionalisme yang bersifat eksploitasi.

2 Metodologi

Metodologi terhadap objek penelitian yang akan dianalisis difokuskan pada:

1. Metode penelitian eksperimentatif berupa observasi di bawah kondisi buatan dalam memperlakukan limbah padat berdasarkan karakteristik morfologinya. Hasil temuan dan proses analisis serta hasil eksplorasi dijadikan dasar untuk varian eksplorasi bentuk estetis dan diaplikasikan pada produk aksesoris *fashion* ramah lingkungan sebagai *handbag*. Teknik pengolahan struktur benang difokuskan pada teori March [4] mengenai jenis benang gintir atau *multi-ply yarns* yang kemudian dilakukan penggabungan modul-modul lembaran struktur anyam; yang mengacu pada klasifikasi teknik olah struktur jenis *interlacing* berdasarkan teori Larsen [5].
2. Permodelan produk dieksplorasi melalui pembentukan *prototype* dan pengujian kuat tarik struktur benang gintir berbahan dasar limbah padat; sehingga keterlayakan uji coba penggunaan produk, dapat memenuhi kriteria tren dan ciri khas gaya hidup *forecasting* 2013 bertema *enviromanifest* dengan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik *sustainable*.

3 Sifat dan Morfologi Limbah Padat Berserat Pabrik Kertas Tisu

Limbah padat berserat pabrik kertas tisu adalah sisa proses industri kertas tisu yang dikhususkan pada sludge berupa residu padat dari proses pengendapan pada IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah); yaitu berbentuk larutan lumpur dan keluar saat proses akhir pembuatan kertas pada mesin *belt press*. Beberapa sifat dan morfologi limbah padat berserat pabrik kertas tisu dijelaskan melalui Tabel 1.

Pada penelitian sebelumnya [6] jenis limbah padat berserat pabrik kertas tisu memiliki panjang fraksi-fraksi serat limbah (kandungan serat pendek 57,55%)

yang cenderung menurunkan gramatur, karena fraksi finenya banyak yang lolos; sehingga sedikit optimisme ketermanfaatannya. Senyawa organik yang tinggi (88,68%) ditambah peningkatan jumlah timbunan limbah di lahan TPA (1440-2160 ton/tahun) berpengaruh terhadap tingginya produktifitas hara sehingga mengakibatkan pengrusakan tanah dan terhambatnya siklus air tanah karena kandungan waxing yang tinggi. Dibalik permasalahan yang ditimbulkan, keunggulan limbah yang mengandung kadar selulosa sebesar 63,12% dan diameter serat berukuran 20,65 mm berpotensi untuk dikembangkan sebagai alternatif serat untuk kebutuhan tekstil sebagai serat reklamsi. Diameter serat limbah padat berserat pabrik kertas tisu memenuhi syarat minimal diameter serat alam sebagai bahan baku tekstil (minimal 5-10 mm). Hal ini menegaskan kemudian bahwa karakteristik limbah padat berserat pabrik kertas tisu sebagai jenis serat selulosa masuk dalam kategori serat alam untuk kebutuhan benang tekstil dengan kadar selulosa yang tinggi.

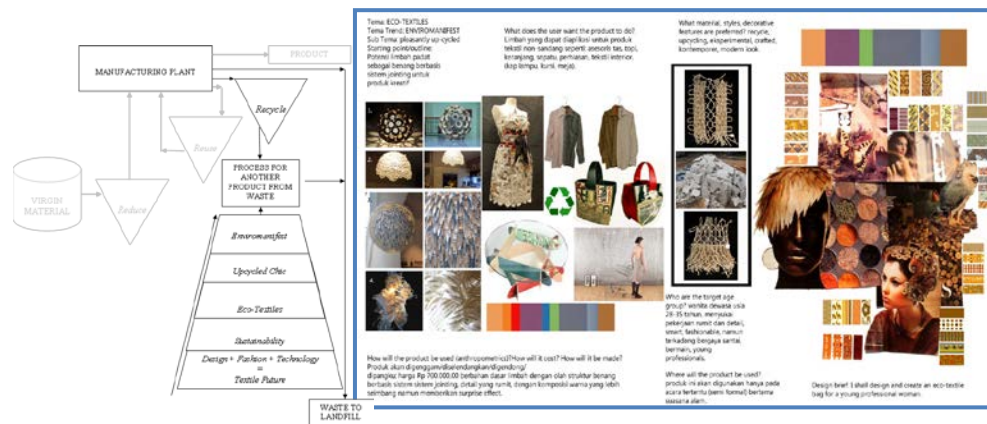
Tabel 1 Morfologi limbah padat berserat pabrik kertas tisu [6].

No	Morfologi Limbah Padat Berserat Pabrik Kertas Tisu
1	Panjang serat pendek 0,5-1,5 mm (57,55%); serat panjang 4,5-7,5 mm (0,25%)
2	Kadar selulosa yang tinggi 63,12% dan senyawa organik 88,68%
3	Mengandung wax dengan kadar tinggi sehingga cepat mengering dan berbau
4	Berdasarkan aspek nutrisi tanaman, aplikasi kompos <i>sludge</i> memperbaiki medium tumbuh karena kompos merupakan sumber hara makro dan mikro bagi tanaman
5	Zat ekstraktif banyak karena berasal dari bahan baku <i>virgin pulp</i>
6	Diameter serat berukuran 20,65 mm dengan jumlah serat per satuan diameter berjumlah 20.117

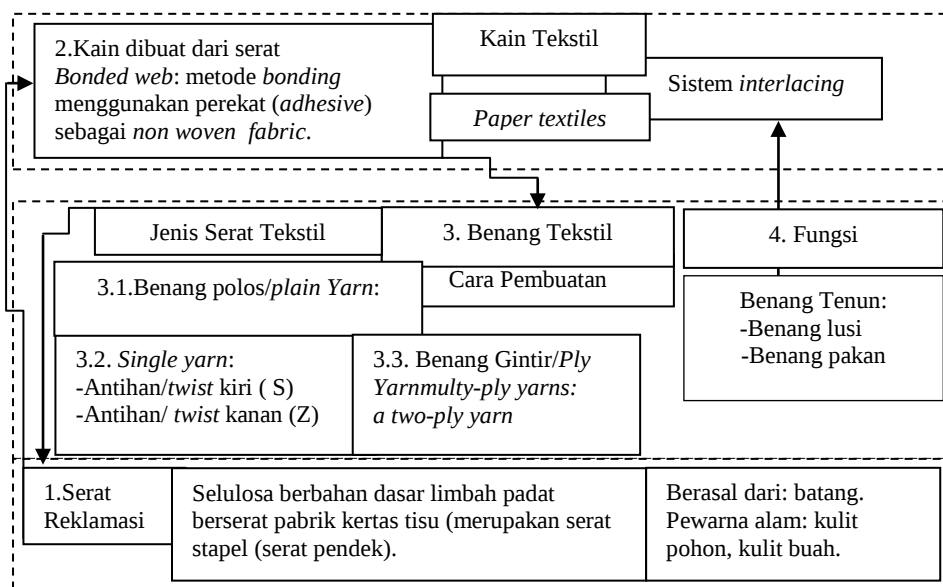
4 Tekstil Berbahan Dasar Limbah Padat Berserat Pabrik Kertas Tisu

Serat reklamsi [7] adalah perkembangan produk tekstil berbahan dasar limbah serat, yang berasal dari siklus pengolahan sekunder atau dikenal sebagai SRM (*Secondary Raw material*); yaitu penggarapan kembali dengan memanfaatkan daur ulang serat tidak terpakai. Teknologi pengembangan serat terbarukan berbahan dasar limbah kini menjadi salah satu *trend* masa depan (*textile future*) untuk pembuatan tekstil *non woven* sebagai material benang gintir berbahan dasar serat terbarukan. Relasi fenomena *textile futures* terhadap pengembangan produk *sustainable* menjadi tema *enviromanifest* dalam tren *forecasting* 2013 disimpulkan melalui Gambar 1.

Berdasarkan kajian dan analisa di atas, kelayakan limbah padat padat berserat pabrik kertas tisu sebagai bahan baku material benang gintir untuk kebutuhan tekstil dijelaskan melalui skema prosedur pada Gambar 2.



Gambar 1 Relasi fenomena *textile futures* dan trend *forecasting* 2013 terhadap penelitian yang dilakukan.

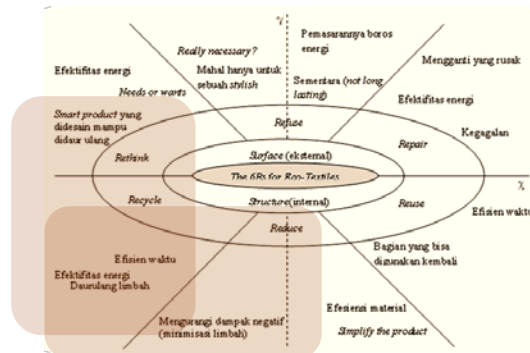


Gambar 2 Prosedur pembuatan benang gintir berbasis sistem *interlacing* menggunakan limbah padat berserat pabrik kertas tisu.

5 Prinsip *Eco-Textiles* sebagai Parameter Pengembangan Produk Tekstil Berbahan Dasar Limbah Padat

Perkembangan ide-ide ramah lingkungan dan jargon-jargon hijau menjadi spirit utama dalam tema *enviromanifest*, dengan gaya hidup yang mendekatkan diri

pada alam dan pencarian material terbarukan yang bersifat *environmental sustainability*. March [4] menyampaikan enam konsep (The 6Rs) desain berkelanjutan yang disebutnya sebagai *eco-textiles*. Pemaparan ilustrasi terkait posisi penelitian terhadap konsep *eco-textiles* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Posisi penelitian terhadap konsep *eco-textiles*.

6 Hasil Eksperimen dan Analisis

Proses eksperimen pengolahan limbah padat berserat pabrik kertas tisu diawali oleh pembentukan *non woven fabrics* sebagai lembaran kertas (sebanyak 27 *sample* kertas eksperimen). Penentuan komposisi kertas yang paling ideal untuk dapat dioptimalisasikan sebagai benang gintir (sebanyak 27 *sample* benang gintir eksperimen) ditentukan melalui pengujian kuat tarik benang gintir yang dihasilkan dari penggintiran potongan kertas. Benang gintir yang berpotensi untuk diproses menjadi benang gintir memiliki karakteristik benang yang mudah untuk digintir, tidak mudah rapuh, cukup elastis, dan tidak begitu keras/kaku. Hasil pengujian kuat tarik terhadap eksperimen pengolahan limbah padat berserat pabrik kertas tisu menjadi benang gintir ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kuat tarik terbaik ada pada No. Benang 27. Rincian hasil uji kekuatan tarik benang tersebut yang menjadi standarisasi prosedur komposisi resep pada pembuatan kertas ditampilkan pada Tabel 3.

Minimal panjang benang untuk proses pengujian kuat tarik adalah sepanjang 3 m. Hasil pengujian menunjukkan pada tes pertama, benang putus ketika diberikan gaya 42,757 Newton atau setara dengan saat diberi berat 4,360 kgf (kg) *force*. Tes kedua menunjukkan benang putus saat diberikan gaya sebesar 29,420 Newton setara dengan saat diberi beban seberat 3 kgf (kg) *force*. Apabila hasil pengujian diambil nilai rata-rata, dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik No. Benang 27 putus saat diberikan gaya sebesar 36,0885 Newton atau setara

saat diberi beban 3,68 kgf (kg) *force*. Grafik hasil uji tarik benang dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2 Hasil pengujian kuat tarik no. benang 13, 24, dan 27 .

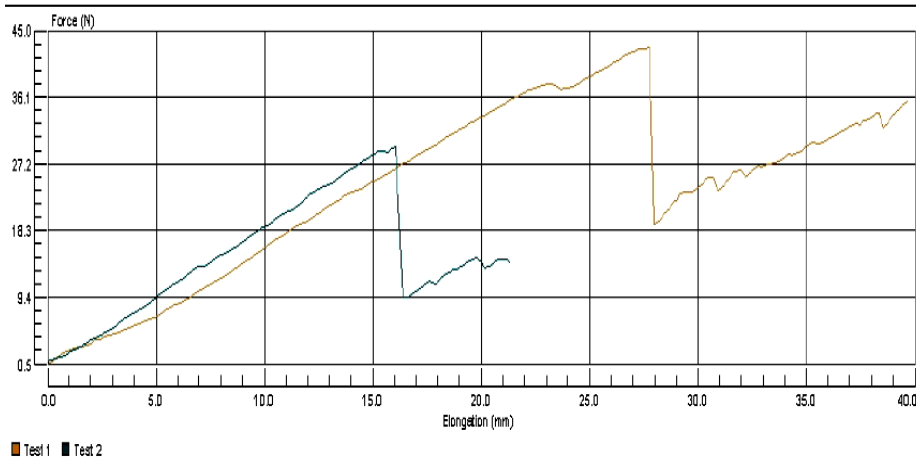
No. Benang	Komposisi Benang	Gambar	Ukuran Potongan Kertas (cm)		Kuat Tarik N (kg)
			0,5	1	
13	Limbah tanpa kanji		Δ		2,9 (0,3)
13	Limbah berkanji (satu gintir)		Δ		11,8 (1,2)
13	Limbah berkanji (benang gintir: 2 benang limbah)		Δ		25,5 (2,6)
13	Limbah berkanji (benang gintir: 2 benang stapel yang terdiri dari 1 benang limbah dan satu benang serat pisang)		Δ		27,5 (2,8)
13	Limbah berkanji (benang tali: 5 benang limbah stapel)			Δ	28,9 (2,9)
13	Limbah berkanji (benang tali: 5 benang limbah stapel dan 2 benang limbah serat pisang)		Δ		30,4 (3,1)
13	Limbah berkanji (benang tali: 5 benang limbah, 1 benang gintir serat katun sebanyak 20 benang)		Δ		91,2 (9,3)
13	Limbah berkanji (benang tali: 5 benang limbah, 1 benang serat pisang, 1 benang gintir serat katung (20 benang))		Δ		100,1 (10,2)
24	24+24		Δ		10 (2,1609)
27	27+27		Δ		36,0885 (3,68)

Melalui hasil tes pengujian kuat tarik inilah, No. Benang 27 menjadi rujukan resep komposisi pada penelitian ini, karena menghasilkan kuat tarik terbaik dibandingkan dengan komposisi nomor benang sebelumnya. Melalui grafik di atas diperoleh data bahwa:

1. Kondisi benang pada tes 1 putus saat diberikan gaya sebesar 42,757 Newton dan mengalami penurunan mulur/peregangan benang hingga 27,756 mm panjangnya.
2. Kondisi benang pada tes 2 putus saat diberikan gaya sebesar 29,420 Newton dan mengalami penurunan mulur/peregangan benang hingga 16,043 mm panjangnya.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat tarik benang.

Test No	Force @ Peak (kgf)	Force @ Peak (N)	Elong. @ Peak (mm)
1	4.360	42.757	27.756
2	3.000	29.420	16.043
Min	3.000	29.420	16.043
Mean	3.680	36.088	21.899
Max	4.360	42.757	27.756
S.D.	0.962	9.431	8.282
C. of V.	26.132	26.132	37.820
L.C.L.	-4.960	-48.643	-52.515
U.C.L.	12.320	120.820	96.313

**Gambar 4** Hasil pengujian kuat tarik benang.

Perbedaan hasil pengujian pada tes 1 dan tes 2 yang cukup signifikan menunjukkan bahwa dibutuhkan konsistensi gerak tangan saat melakukan proses penggintiran benang. Perolehan jumlah gintiran yang konsisten dapat menciptakan kuat tarik benang yang lebih baik. Oleh sebab itu, dalam proses pembuatan benang selanjutnya, benang digintir dengan masing-masing 3 kali proses penggintiran per satuan benang (arah S) kemudian saat mentwist dua benang yang masing-masing berarah S, dilakukan penggintiran dengan arah berlawanan (arah Z) sebanyak 1 kali saja. Hal ini menghasilkan benang dengan penggintiran yang serupa dengan konsistensi kuat tarik benang yang baik. Proses *finishing* dilakukan penyempurnaan dengan menambahkan getah gondorukem (getah pinus) untuk memperlambat daya serap selulosa terhadap air. Akan tetapi tetap dibutuhkan proses *finishing* yang lebih permanen sehingga produk yang dihasilkan dapat bertahan lebih lama saat terkena air. Detail komposisi resep No. Kertas 27 yang terbaik setelah melalui uji laboratorium, dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan komposisi bahan baku.

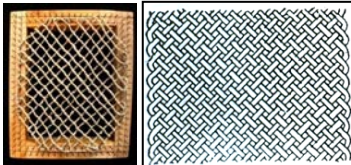
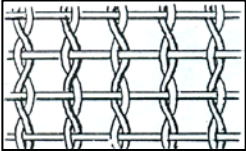
Urutan dan Komposisi Bahan Baku	Keterangan
Menyiapkan limbah padat berserat pabrik kertas tisu kemudian menimbang 750 gram lalu menyimpannya dalam ember. Menggunting limbah bungkus semen berukuran 15 x 15 cm kemudian menimbang dalam keadaan kering sebanyak 166 gram lalu merendamnya dengan air 4000 ml pada ember selama satu malam. Menimbang bahan baku pembuatan ekstrak pewarna alam sebanyak 100 gram dan menyimpannya di ember terpisah selama 2 minggu.	750 gram limbah padat berserat pabrik kertas tisu = 150 gram (berat maksimal bahan baku untuk masuk ke mesin <i>beater</i>) x 100/20 = 750 gram. 80% adalah kadar air limbah padat berserat pabrik kertas tisu menurut data pabrik.
Perhitungan kadar air limbah padat berserat pabrik kertas tisu = Berat awal 5 gram limbah padat berserat pabrik kertas tisu, kemudian dikeringkan dalam oven (2 jam) kemudian ditimbang kembali menjadi 1 gram.	166 gram limbah bungkus semen = 150 (berat maksimal bahan baku untuk masuk ke mesin <i>beater</i>) x 100/90 = 166,67 gram 10% adalah kadar air limbah bungkus semen menurut data BBPK (2012). $(5-1)/5 = 4/5 \times 100\% = 80\%$
Perhitungan kadar air limbah bungkus semen = Berat awal 10 gram limbah padat berserat pabrik kertas tisu, kemudian dikeringkan dalam oven (2 jam) kemudian ditimbang kembali menjadi 9 gram.	$(10-9)/5 = 1/5 \times 100\% = 10\%$
Memblander 750 gram berat limbah padat berserat pabrik kertas tisu + 4000 ml air hingga homogen. Proses kemudian dilanjutkan dengan menambahkan air sebanyak 6000 ml sehingga total air pada 750 gram limbah padat berserat pabrik kertas tisu menjadi 10.000 ml. Mencampurkan bubur limbah bungkus semen dengan air sebanyak 6000 ml sehingga total air berukuran 10.000 ml; kemudian dilakukan proses pembeateran selama 80 menit. Melalui proses eksperimen pada lampiran I pada skala industri besar, pembeateran selama 80 menit dapat menurunkan derajat giling hingga 300 CSF yang seharusnya dilakukan pengetesan terlebih dahulu pada <i>freness tester</i> . Akan tetapi tidak perlu dilakukan pengetesan di <i>freness tester</i> selama kadar air dan urutan komposisi bahan tetap konsisten.	Melakukan berkala disesuaikan dengan kapasitas <i>blender</i> . Pengilingan pada mesin <i>desintegrator</i> di skala industri besar (lihat Lampiran I) hanya memerlukan 2-3 menit dengan sekaligus. Mengukur gramatur kertas yang akan dihasilkan. Melalui proses eksperimen (lihat Lampiran I) didapatkan angka gramatur paling ideal, yaitu 160 gsm. Hal ini dikarenakan melalui penghitungan rata-rata banyaknya kertas yang dihasilkan dengan gramatur terbaik yang ideal menjadi benang gintir, sehingga: 160 gsm Luas permukaan <i>screen</i> A4 21 cm x 29,7 cm = 623,7 cm ² = 160 gsm x 623,7 cm ² = 160 x 623,7/10000 = 9,9792 gram/lembar
Menyimpan bubur limbah padat berserat pabrik kertas tisu pada ember terpisah dengan bubur limbah kertas semen.	Persiapan pati (tapioka) Memanaskan 3 gram/300 ml ± 30 menit Kebutuhan pati 1% = 1/100 x 9,9792 = 0,099792 = 0,099792/1 x 100% = 9,9792 ml/lembar

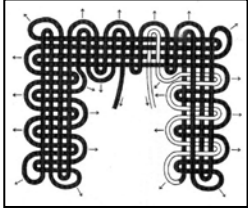
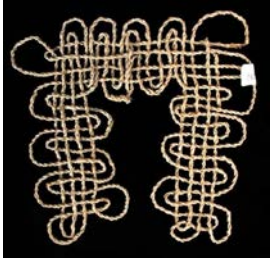
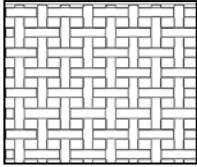
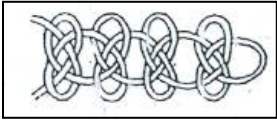
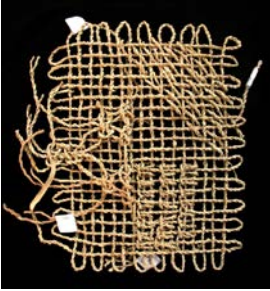
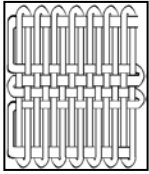
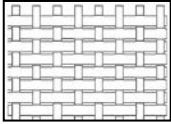
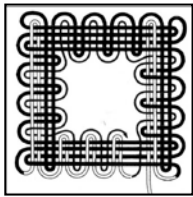
Urutan dan Komposisi Bahan Baku	Keterangan
Mengukur konsistensi limbah padat berserat pabrik kertas tisu begitu juga pada limbah bungkus semen. Menyiapkan masing-masing limbah sebanyak 100 ml kemudian diperas dipenyaringan kain blacu hingga hanya limbah yang tersisa. Melakukan proses pengeringan di oven pada masing-masing limbah selama 2-4 jam. Mendapatkan berat limbah padat berserat pabrik kertas tisu 1,5 gram $= 1,5 \text{ gram} / 100 \text{ ml} = 1,5 \%$ (konsistensi) Mendapatkan berat limbah bungkus semen 1,38 gram $= 1,3 \text{ gram} / 100 \text{ ml} = 1,38 \%$ (konsistensi) Melalui proses tahapan eksperimen (lihat Lampiran I) diperoleh komposisi bahan baku ideal yang dapat digunakan dalam proses penelitian ini dengan perbandingan 70/30, sehingga lembar kertas yang dihasilkan dapat memberikan kekuatan yang baik untuk benang gintir yang dihasilkan. Bubur limbah yang siap pakai, kemudian ditakar sesuai dengan perhitungan komposisi resep. Satu resep olahan menghasilkan satu lembar kertas. Pencampuran bahan dalam resep mencakup pencampuran bubur limbah padat berserat pabrik kertas tisu, limbah bungkus semen, zat pati, gondorukem, dan ekstrak pewarna alam. Satuan resep kemudian dicampurkan dalam sebuah jirigen, didiamkan hingga 5 menit kemudian dicetak pada <i>screen</i>.	Persiapan gondorukem 100 ml gondorukem + 1000 ml Kebutuhan gondorukem 1% $= 1/100 \times 9,9792 = 0,099792$ $= 0,099792/1 \times 100\% = 9,9792 \text{ ml/lembar}$ Persiapan limbah padat berserat pabrik kertas tisu sebanyak 70 % $= 70/100 \times 9,9792 = 6,98544/1,5 \times 100$ $= 465,696 \text{ ml}$ Persiapan limbah bungkus semen sebanyak 30 % $= 30/100 \times 9,9792 = 6,98544/1,38 \times 100$ $= 216,9 \text{ ml}$ Ekstrak pewarna alam 1500 ml Perubahan komposisi kembali berubah ketika luas permukaan <i>screen</i> yang digunakan berukuran 65 cm x 45 cm, sebagai berikut: Luas permukaan <i>screen</i> 65 cm x 45 cm $= 2925 \text{ cm}^2$ $= 160 \text{ gsm} \times 2925 \text{ cm}^2 = 160 \times 2925/10000$ $= 46,8 \text{ gram/lembar}$ Persiapan pati (tapioka) Memanaskan 3 gram/300 ml $\pm$ 30 menit Kebutuhan pati 1% $= 1/100 \times 46,8 = 0,468$ $= 0,468/1 \times 100\% = 46,8 \text{ ml/lembar}$ Persiapan gondorukem 100 ml gondorukem + 1000 ml Kebutuhan gondorukem 1% $= 1/100 \times 46,8 = 0,468$ $= 0,468/1 \times 100\% = 46,8 \text{ ml/lembar}$ Persiapan limbah padat berserat pabrik kertas tisu sebanyak 70 % $= 70/100 \times 46,8 = 32,76/1,5 \times 100$ $= 2184 \text{ ml}$ Persiapan limbah bungkus semen sebanyak 30 % $= 30/100 \times 46,8 = 14,04/1,38 \times 100$ $= 1017,4 \text{ ml}$ Ekstrak pewarna alam 2000 ml (dengan menghasilkan 41 sampel ekstrak pewarna alami) yang menggunakan mordant asam, basa, dan garam.

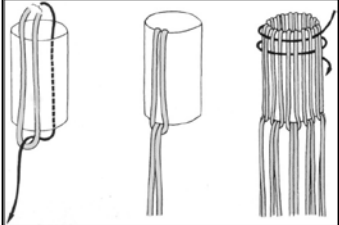
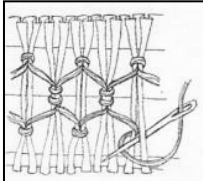
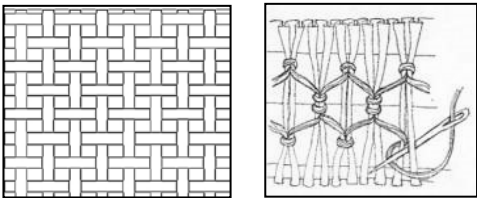
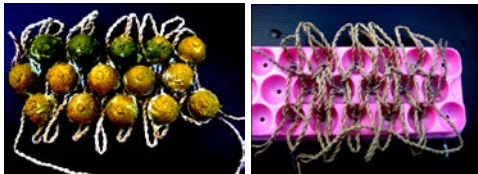
Urutan dan Komposisi Bahan Baku	Keterangan
Memindahkan hasil cetakan kertas pada papan triplek yang dilapisi kain blacu, diamkan selama 3-4 hari. Penggunaan spon dan rakel dilakukan untuk mereduksi jumlah air yang tersisa pada cetakan kertas sehingga mengurangi lamanya pengeringan.	Khusus, warna biru dengan penggunaan ekstrak indigo tidak homogen dengan karakteristik kertas sehingga kertas yang dihasilkan berkapur, mudah putus, rapuh, dan sulit digintir.

Komposisi resep No. Kertas 27 kemudian menjadi acuan standarisasi prosedur komposisi resep pada pembuatan kertas. Selanjutnya dilakukan eksplorasi terhadap olah struktur benang gintir berbasis sistem *interlacing* yang dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Analisis hasil eksplorasi terhadap potensi limbah padat sebagai benang gintir berbasis sistem *interlacing*.

Analisis	Benang Berbasis Sistem <i>Interlacing</i>
Menghasilkan lembaran anyam untuk kemudian disisipi bandul-bandul sehingga menghasilkan lembaran tiga dimensional. Lembaran anyam dibentuk dengan alat bantu sederhana berukuran 20 cm x 15 cm. Jenis: 1SOE (<i>planar</i>) Metode: <i>Flat Braids</i> 	 Bandul-bandul yang disisipkan bergeser/terlepas dan memberatkan beban lembar anyam.
Eksperimen penyempurnaan bandul kemudian dilakukan dengan menggunakan teknik <i>molding</i> sebagai pengganti bandul yang merupakan lilitan kertas. Bubur limbah padat menjadi material utama dalam proses pembuatan cetakan bandul. Proses selanjutnya adalah penghalusan permukaan bandul menggunakan hampelas dengan tiga tahapan penggunaan no hampelas terkasar hingga terhalus (ukuran 180 – 240 – 400). Eksperimen selanjutnya dilakukan eksplorasi jenis anyaman untuk mendapatkan variasi anyam. Jenis: 1SOE (<i>planar</i>) Metode: Anyaman <i>sprang</i> 	 

Analysis	Benang Berbasis Sistem Interlacing
Jenis: 1E dan 2E (<i>planar</i>) Metode: Simpul <i>knotting</i> jenis <i>hui ling knot</i> 	
Jenis: 2SOE (<i>planar</i>); 1E dan 2E (<i>linear</i>) Metode: Anyaman tenun polos/<i>plat</i> (<i>plain</i>); <i>Macrame</i> dengan diberi beberapa aksen teknik <i>needlepoint</i> (sulaman) yang dikenal dengan istilah <i>petit point/tent stitch</i> (sulaman arah diagonal).  	
Jenis: 2SOE (<i>planar</i>) Metode: Anyaman tenun polos/<i>plat</i> (<i>plain</i>) 	
Jenis: 2SOE (<i>planar</i>); 1SOE (<i>linier</i>) Metode: Anyaman tenun polos/<i>plat</i> (<i>plain</i>); <i>braids</i>  	
Jenis: 1E dan 2E (<i>planar</i>) Metode: Simpul <i>knotting</i> jenis <i>bao men knot</i> 	

Analisis	Benang Berbasis Sistem <i>Interlacing</i>
Jenis: 1E dan 2E (3-dimensional) Metode: <i>Knot horizontal weave tassel</i>  Jenis: 2SOE (<i>planar</i>); 1E (<i>linear</i>) Metode: Anyaman tenun polos/<i>plat (plain)</i> dengan aksen metode <i>linking</i> dengan teknik <i>needlepoint</i> (sulaman) yang dikenal sebagai <i>smocking</i>; sedangkan rumbai pada anyam polos merupakan variasi dengan mengikat benang terjuntai pada ikatan benang anyam.  Jenis: 2SOE (<i>planar</i>); 1E (<i>linear</i>) Metode: <i>Linking</i> dengan teknik <i>needlepoint</i> (sulaman) yang dikenal dengan istilah <i>smocking</i> dan variasi bentuk 3-dimensional penggabungan dengan teknik <i>molding</i>. 	  

4. Kesimpulan

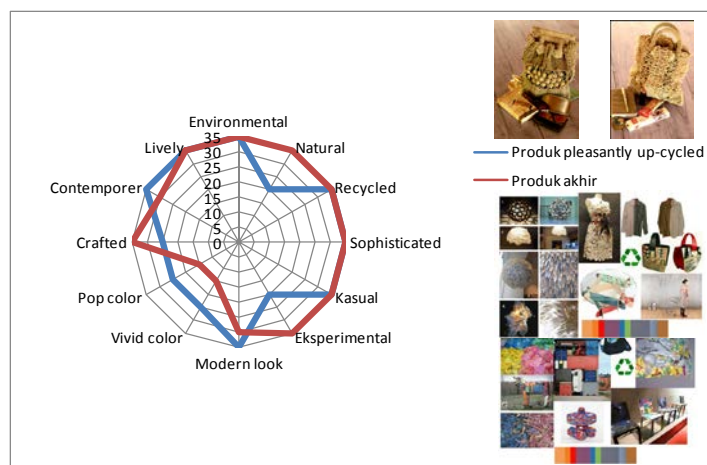
Gambar 4 berikut ini adalah hasil akhir produk yang bertujuan untuk mengupayakan optimalisasi potensi pemanfaatan limbah padat sebagai produk kriya yang diimplementasikan sebagai asesoris *fashion* dalam bentuk *handbag* (tas tangan).



Gambar 5 Produk kriya berbahan dasar limbah padat berserat pabrik kertas tisu sebagai *handbag*.

Berdasarkan studi kajian karakteristik limbah padat, analisis ketermanfaatan potensi limbah padat berserat pabrik kertas tisu sebagai benang gintir berbasis sistem *interlacing* diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya: (1) Limbah padat berserat pabrik kertas tisu berpotensi untuk dikembangkan menjadi olahan produk lain yang memiliki nilai kebaruan sebagai solusi meminimalisir timbunan limbah di TPA; (2) Proses konversi limbah padat melalui teknik pengolahan paper textiles dapat memberikan ketermanfaatan limbah sebagai benang gintir berbasis sistem *interlacing* menjadi produk kriya asesoris *fashion* sebagai *handbag* untuk produk ramah lingkungan. Basis sistem *interlacing* pada benang gintir berbahan dasar limbah padat, memerlukan penggunaan metode *interlacing* sederhana untuk mengurangi tingkat kerusakan lembaran anyaman yang dihasilkan; (3) Produk hasil limbah padat berserat biasanya hanya digunakan sebagai bahan komplementer, seperti kertas daur ulang, kompos, maupun alternatif bahan bakar. Akan tetapi, pada eksplorasi dan penelitian yang dilakukan dalam kajian tesis ini, produk yang dihasilkan, merupakan produk jadi yang berdaya guna dan memiliki kebaruan serta tidak lagi sebagai barang gintir atau produk komplementer maupun substitusi. Produk berbahan dasar limbah padat dalam penelitian ini, tidak hanya mewakili subtema *pleasantly up-cycled* sebagai tren *forecasting* 2013; visualisasi produk *pleasantly up-cycled* masih meninggalkan karakteristik wujud limbah pada produk yang diciptakan; sedangkan produk dalam penelitian ini menghasilkan wujud yang jauh berbeda dari material limbah padat. Relasi produk terhadap karakteristik tema *enviromanifest* sebagai tren *forecasting* 2013 dapat dilihat pada Gambar 5. (4) Optimalisasi pemanfaatan potensi limbah padat menjadi produk ramah lingkungan memenuhi karakteristik prinsip *eco-textiles* yang difokuskan pada *recycled*, *reduce*, *rethink*, dan *reused*; (5) *Behind the story* dari sebuah keberadaan produk memberikan esensi, pesan moral, nilai tambah dan kebaruan dalam terciptanya sebuah inovasi sebagai solusi dari permasalahan lingkungan.

Perkembangan serat dan pemanfaatannya sebagai jalinan terbaru dari sebuah rangkaian perjalanan peradaban manusia, tidak akan terlepas dari spirit penciptaannya yang mempengaruhi teknologi, ilmu pengetahuan, desain dan revolusi terhadap cara pandang manusia untuk bertanggung jawab dan memahami daya dukung bumi terhadap proses aktivitas manusia; (6) Karakteristik benang berbahan dasar limbah padat masih memiliki banyak kekurangan dari segi kekuatan tarik, elastisitas benang, dan konsistensi ketebalan diameter benang; sehingga membutuhkan penelitian lanjutan dalam rangka mengoptimalkan potensi karakteristik benang gintir melalui pencampuran menggunakan substansi lain yang sesuai dengan morfologi limbah padat. Konversi lembar kertas berbahan dasar limbah padat menjadi benang gintir membutuhkan alat bantu gintir yang dapat menyesuaikan karakteristik benang lebih efisien terhadap waktu penggintiran agar diperoleh standarisasi konsistensi kuat tarik benang; (7) Karakteristik benang gintir yang rapuh dan kaku, membutuhkan pengembangan potensi struktur olah tekstil berbasis sistem interlacing yang lebih eksploratif untuk menghasilkan visualisasi yang lebih beragam dan dinamis. Kombinasi material lain untuk membangun wujud estetis pada benang gintir berbahan dasar limbah padat dapat menjadi solusi dalam mensiasati dan mengoptimalkan struktur dan rangka dasar bentuk produk akhir. (8) Keterbukaan perusahaan limbah padat untuk mengelola dan memberdayakan pemanfaatan limbah padat sebagai alternatif pengembangan produk desain perlu dioptimalkan; yang tidak hanya berhenti sampai dengan berakhirnya penelitian ini. Kerjasama yang berkesinambungan perlu diupayakan dalam rangka membuka peluang pemberdayaan masyarakat setempat sebagai usaha kecil yang ramah lingkungan.



Gambar 6 Evaluasi produk terhadap gaya hidup tema *enviromanifest* dan subtema *pleasantly up-cycled* sebagai tren *forecasting* 2013.

Referensi

- [1] Reza Bastari Imran Wattimena, *Interview*, Center for Pulp and Paper Laboratory of Indonesia, 2012.
- [2] Quinn, B., *Textile Futures (Fashion, Design and Technology)*, Berg Oxford International Publishers Ltd, New York, 2010.
- [3] Noe'man, I.A., *Trend Forecasting 2013 VirtuaLuxe, BD+A Design*, Rawamangun, Jakarta, pp. 76-78, 2012.
- [4] March, J., James, M. & Clarkson, C., *OCR Design and Technology for GCSE: Textiles Technology (OCR Design & Technology/GCSE)*, Hodder Education an Hachette UK Company: London, pp. 33, 2009.
- [5] Larsen, J.L. & Freudenheim, B., *Interlacing: The Elemental Fabric*, Kodansha International Ltd: Japan, pp. 33, 1986.
- [6] Oediyono, N., Hidayat, T. & Supratman, M., *Laporan DIP No. 2-6– Tahun anggaran 1996/1995 Bagian Proyek Pengembangan dan Pelayanan Teknologi Industri Selulosa, DP/Bd/BBS/08/11/95: Pemanfaatan Limbah Padat Pabrik Kertas sebagai Substansi Bahan Baku Pembuatan Kertas*, Balai Besar Selulosa: Bandung, 1995.
- [7] Wang, Y., *Recycling in Textiles*, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited/The Textile Institute, pp. 118-119, 2006.