

PENGEMBANGAN RAGAM DESAIN STRUKTUR PADA KAIN SANDANG TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN MESIN TENUN JACQUARD ELEKTRONIK

THE DEVELOPMENT OF STRUCTURAL DESIGN ON TRADITIONAL FABRICS WITH USING ELECTRONIC JACQUARD WEAVING MACHINE

Moekarto Moeliono, Ferry Guswandhi, Rizal Fahrurroji, Yusniar Siregar

Balai Besar Tekstil, Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 390 Bandung
E-mail: texirdti@bdg.centrin.net.id, moekartomoeliono@gmail.com

Tanggal diterima: 17 Februari 2015, direvisi: 6 Maret 2015, disetujui terbit: 26 Maret 2015

ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan dengan pengembangan desain kain tradisional pada mesin tenun *jacquard* elektronik. Adapun bahan baku yang digunakan, ialah benang poliester 150 Denier sebagai benang lusi dan benang kapas Ne₁ 60/2 sebagai benang pakan. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi desain permukaan (motif tradisional) menjadi desain struktur kain tenun dengan menggunakan teknik *jacquard*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses pertenunan efisiensi mesin rata-rata ialah 83,59% untuk produksi kain tenun sepanjang 230 meter. Efisiensi mesin tertinggi dicapai pada proses kain tenun motif 3 (dari motif NTT) yaitu sebesar 87,25%. Penyebab utama mesin berhenti pada ketiga jenis motif kain disebabkan pakan putus sebesar 71,79% dan lusi putus 28,21%.

Kata kunci: mesin tenun, *jacquard*, elektronik, kain, tradisional

ABSTRACT

The research, was carried out by developing traditional fabric design on electronic jacquard weaving machine. The material used is polyester 150 Denier as the warp and cotton Ne₁ 60/2 as the weft yarn. The objective of this study was to modify surface design (traditional pattern) into structural design using jacquard technique. The results showed that the average machine efficiency is 83.59% for the production of woven fabric along 230 meters. The highest efficiency was achieved in the fabric pattern 3 (from NTT pattern) which was equal to 87.25%. The main causes of machine stop on the three types of fabric patterns due to the broken weft 71.79% and broken warp 28.21%.

Keywords: weaving machine, *jacquard*, electronic, fabric, traditional

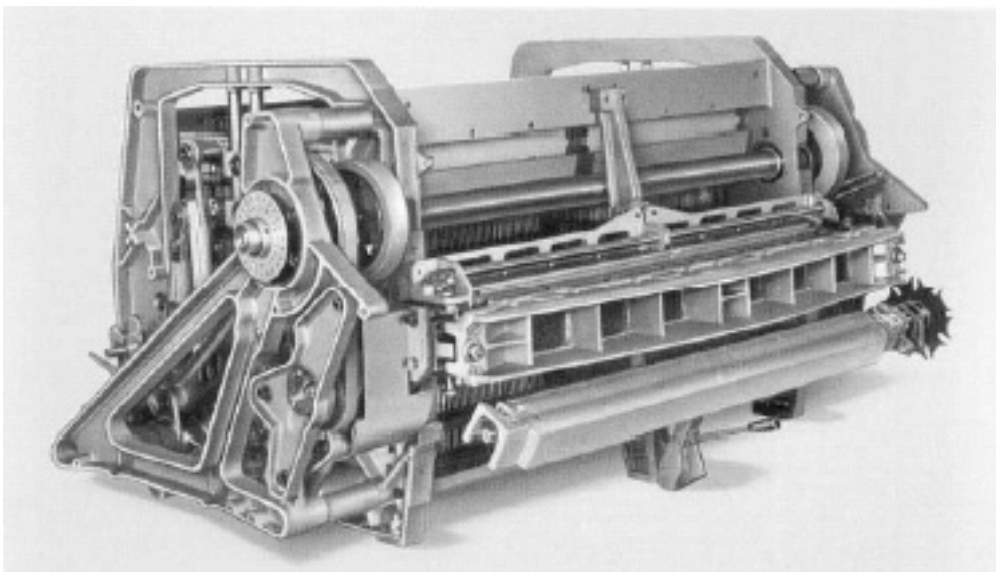
PENDAHULUAN

Kain tenun *jacquard* merupakan salah satu karya tenun yang telah ada sejak seabad yang lalu. Dahulu pembuatan desain dan produksi kain tenun *jacquard* dikenal sebagai pekerjaan yang rumit dan membutuhkan waktu yang lama. Hal ini disebabkan oleh kerumitan motif dan warna pada proses pembuatan kain tenun *jacquard* konvensional. Keterampilan dan pengalaman penenun untuk menghasilkan suatu motif pada kain tenun sangat mempengaruhi kualitas produk kain tenun *jacquard* tersebut. Namun bentuk dan warna motif yang rinci (*detail*) dan bervariasi telah membuat produk kain tenun *jacquard* lebih menarik dan diminati konsumen sehingga banyak diaplikasikan pada produk fesyen, furnitur rumah tangga, dan bahan dekorasi.^{1,2}

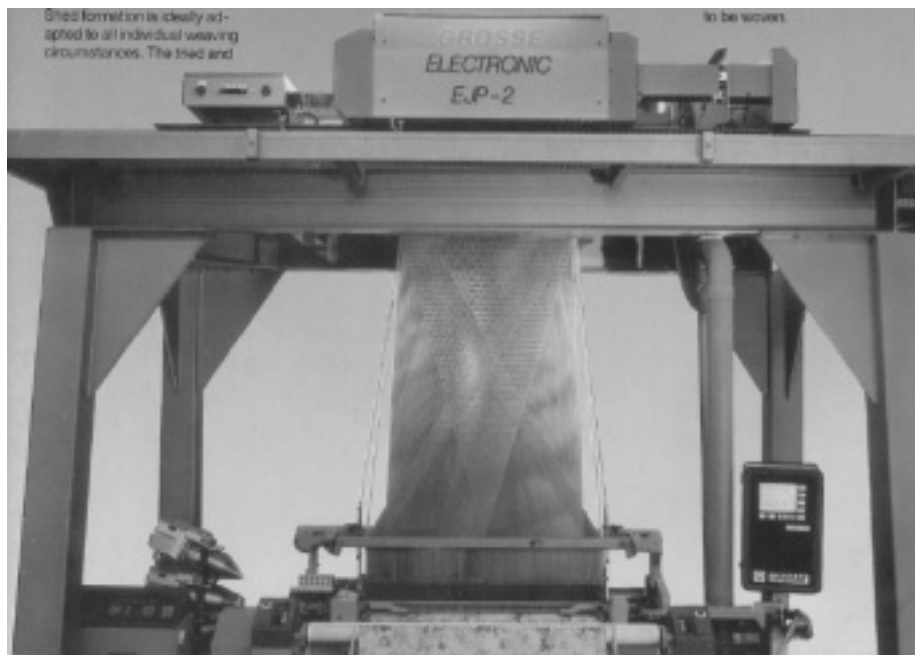
Indonesia memiliki hasil karya seni seperti kain tradisional yang beraneka ragam. Setiap daerah mempunyai ciri khas tersendiri seperti batik, songket, sarung, ikat, dan lain-lain.³ Kain batik merupakan salah satu kain tenun yang menggunakan teknik desain permukaan, yaitu desainnya dibuat dengan cara ditulis, dicap atau gabungan dari keduanya.^{4,5} Sedangkan pada mesin tenun *jacquard* sangat menonjolkan desain struktur kain tenun. Oleh karena itu pada penelitian ini beberapa desain kain tradisional yang merupakan desain permukaan diubah menjadi desain struktur dengan menggunakan peralatan *jacquard*. Dalam hal ini pembuatan motif kain *jacquard* disesuaikan dengan kondisi teknis untuk pembuatan motif di mesin tenun seperti kerapatan benang, nomor benang, jumlah *hook*, dan aturan pemasangan motif *jacquard*-nya.

Mesin tenun *jacquard*, adalah mesin tenun yang sistem pembukaan mulut lusinya menggunakan peralatan *jacquard* sehingga dapat menghasilkan motif yang lebih besar dan variatif bila dibandingkan dengan mesin tenun sistem *dobby*. Mesin tenun *jacquard* mempunyai spesialisasi yang bermacam-macam tergantung dari tipe kain yang dibuat seperti kain handuk, karpet, dan lainnya.^{6,7,8,9} Saat ini dengan meningkatnya permintaan terhadap produk tekstil *jacquard* berkualitas tinggi maka sistem *jacquard* konvensional mulai beralih ke sistem elektrik. Mesin *jacquard* terbaru ini disebut dengan mesin *jacquard* elektronik atau *electronic jacquard machine*. Perbedaan yang paling utama ialah digantinya sistem kartu desain dengan *solenoid*

board sehingga pembuatan desain menjadi lebih cepat.^{10,11,12} Sistem *jacquard* memiliki kelebihan, yaitu setiap helai benang lusi dikontrol oleh satu *hook* yang berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan benang lusi secara individual dan jumlah pakan (*pick*) yang tak terbatas dalam setiap pengulangan (*repeat*) desain. Walaupun mesin *jacquard* terbaru telah berfungsi secara elektrik tetapi pada intinya mesin *jacquard* memiliki 3 peralatan utama yaitu penggerak (*drive*), *selector*, dan pengangkat tali *jacquard*. Mekanisme penggerak merupakan mekanisme penghubung antara mesin tenun dan mesin *jacquard*. Mesin tenun dan *jacquard* dihubungkan oleh suatu poros (*shaft*) yang berfungsi sebagai penggerak utama mekanis pada mesin *jacquard* tersebut.

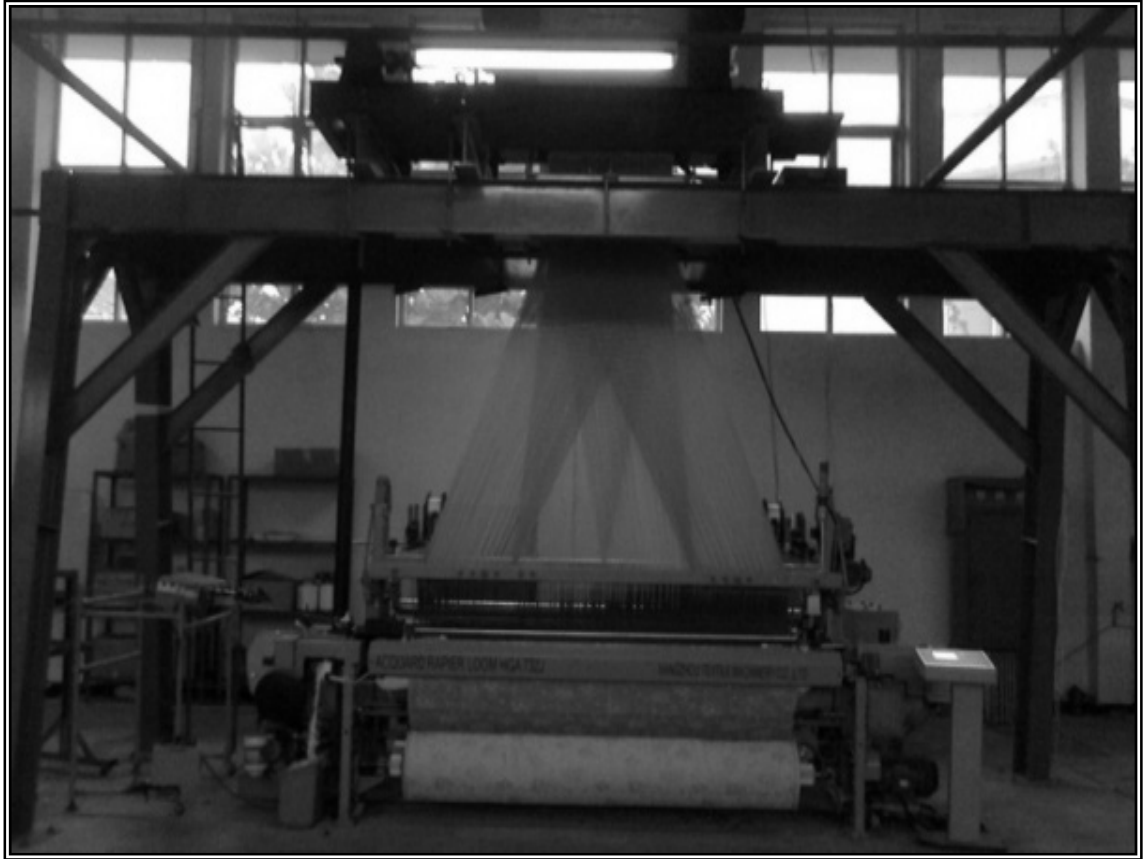


Mesin tenun *jacquard* mekanik



Mesin tenun *jacquard* elektronik

Gambar 1. Jenis mesin tenun *jacquard*



Gambar 2. Mesin tenun rapier *jacquard*

Penerapan desain tenun pada mesin *jacquard* pada awalnya dilakukan dengan menggambar pada kertas desain berkotak. Hal ini membutuhkan waktu yang lama, karena setelah proses Gambar perlu dibuat kartu desain untuk menerapkan desain tersebut pada mesin tenun. Dengan adanya kemajuan perkembangan *jacquard* elektronik, maka pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan aplikasi khusus di komputer. Aplikasi ini dapat membuat desain secara cepat dan dapat menterjemahkan anyaman benang lusi dan pakan kedalam bilangan-bilangan biner sehingga bisa dibaca oleh komputer.^{13,14,15}

Penelitian yang berkaitan dengan mesin tenun *jacquard* telah dilakukan seperti pengamatan kebutuhan energi untuk peluncuran pakan pada mesin tenun *jacquard*¹, inovasi teknologi digital pada desain kain tenun *jacquard*², dan lain-lain, namun penelitian mengenai pengembangan desain dari motif tradisional masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain kain tenun tradisional dengan menggunakan mesin tenun *rapier jacquard*. Ruang lingkup penelitian ini, ialah pengembangan desain struktur dari beberapa motif tradisional yang berasal dari daerah NTT, Solo dan Batam.

METODA PENELITIAN

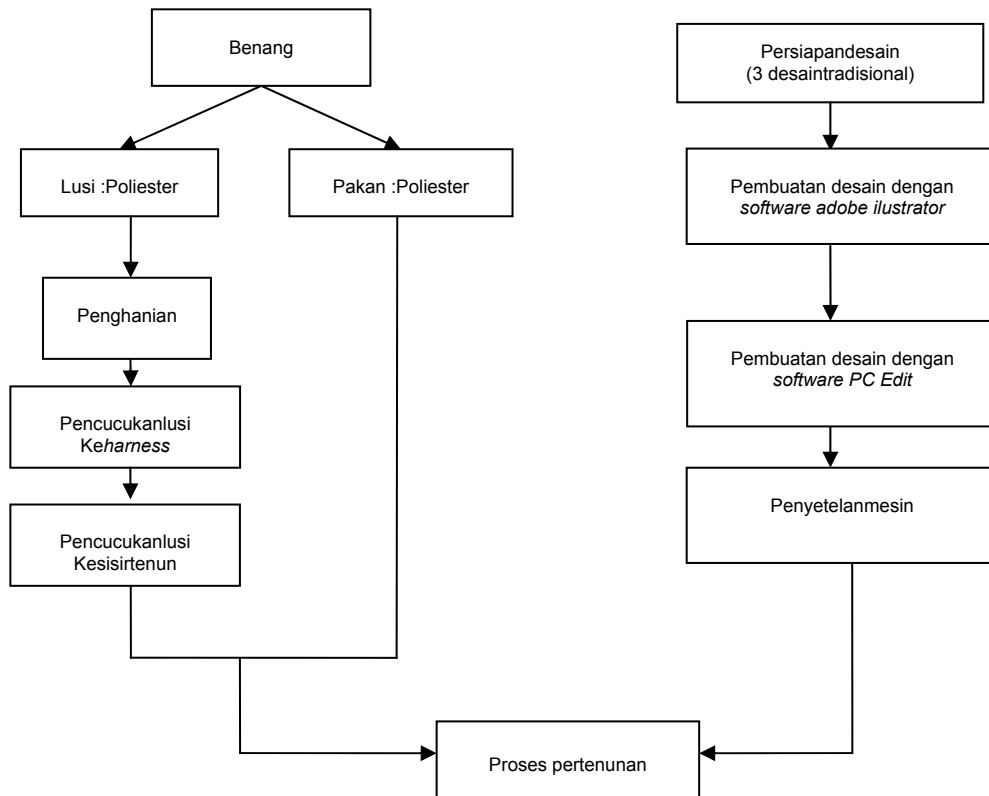
Bahan

Benang yang digunakan dalam penelitian ini, ialah benang poliester 150 Denier sebagai benang lusi dan benang kapas Ne₁ 60/2 sebagai benang pakan.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, adalah Mesin Hani Seksional dan Mesin Tenun *rapier jacquard*. Spesifikasi mesin tenun yang digunakan, adalah mesin *jacquard rapier* tipe *QH-C 1536*; berat mesin 1.200 kg; daya motor utama 4,8 kw; kecepatan pembukaan mulut lusi 270 s/d 385 putaran per menit; lebar kerja maksimal 230 cm; jumlah *selector* untuk pakan 8 unit; rentang total pakan 3 s/d 80 helai/cm; power *electro magnet* DC 24 V; jumlah kait (*hook*) maksimum 1344 s/d 1536 buah; power mesin AC 380 Volt \pm 5%; dan Rh 50% s/d 80%, juga dilengkapi dengan *jacquard software* untuk desain tenun dan dimensi mesin (pxlxt) 2.000×1.020×1.170 cm.^{16,17} Proses penyempurnaan kain dilakukan dengan proses *softening*, *sanforizing*, dan *steaming*, dan hal ini disesuaikan dengan peruntukan fungsi kain sebagai kain sandang.

Penelitian dilakukan melalui tahapan kegiatan sebagai berikut:¹⁸



Gambar 3. Alur proses penelitian

Proses pembuatan kain tenun

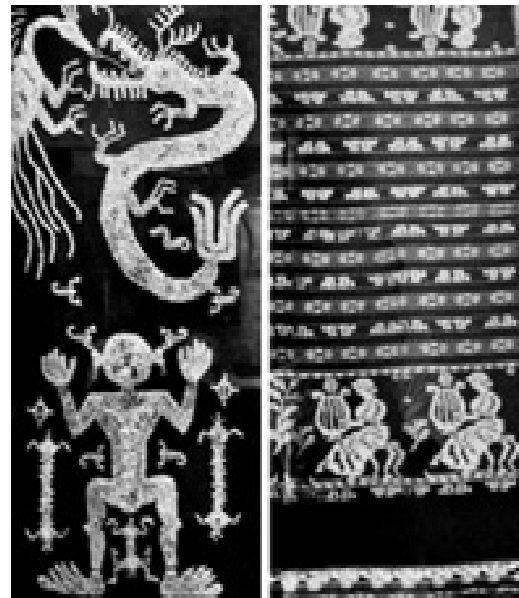
Desain kain tradisional yang digunakan sebagai desain awal dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Motif 1



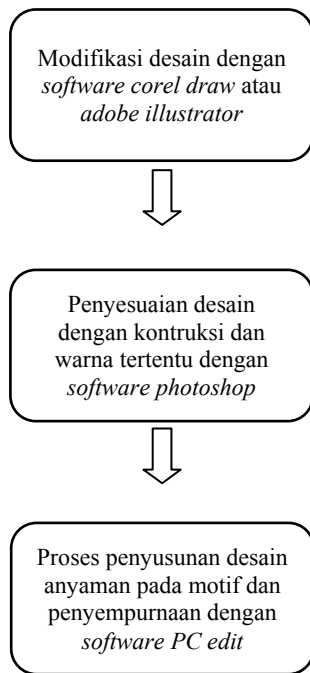
Motif 2



Motif 3

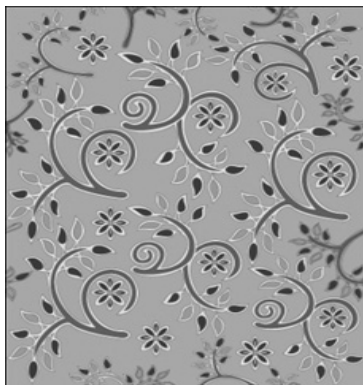
Gambar 4. Desain kain tradisional

Pengembangan desain dalam penelitian ini diambil dari desain kain tradisional Indonesia yang berasal dari daerah Solo (motif 1), Batam (motif 2), dan NTT (motif 3). Motif tersebut dipilih karena dapat mewakili tiga wilayah besar di Indonesia yaitu Pulau Jawa, Sumatera, dan Wilayah Indonesia Timur. Adapun tahapan perencanaan desain hingga siap jalan di mesin yaitu sebagai berikut:



Gambar 5. Tahapan proses pembuatan desain pada mesin tenun *jacquard* elektronik

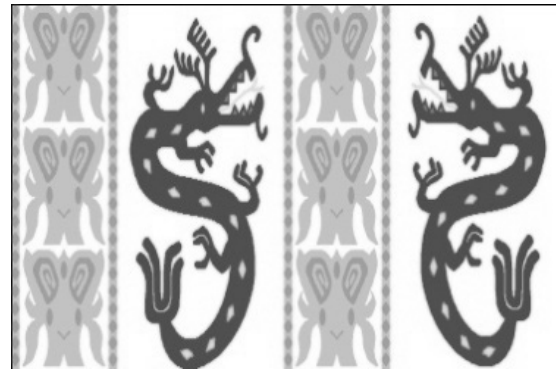
Motif kain digambar kembali dengan menggunakan *software corel draw* atau *adobe illustrator* hingga diperoleh satu pengulangan motif, dengan hasil sebagai berikut:



Motif 1



Motif 2

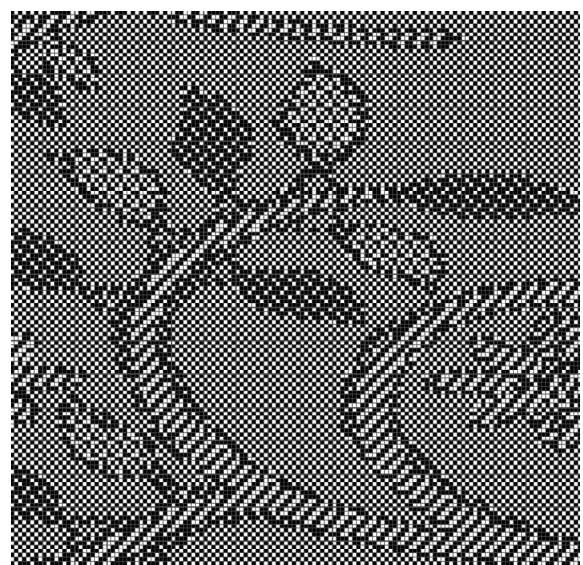


Motif 3

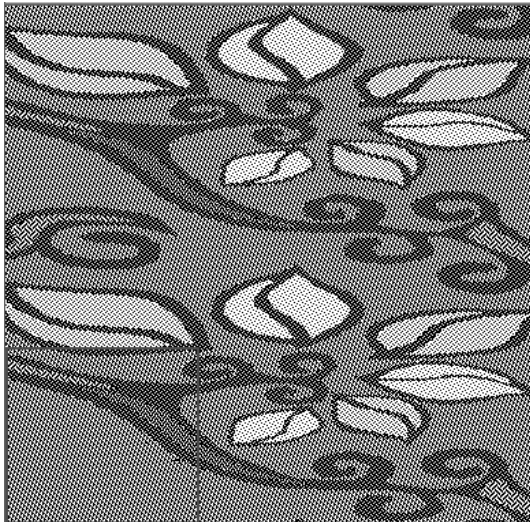
Gambar 6. Desain hasil modifikasi dengan *software adobe illustrator*

Motif hasil penggambaran di atas kemudian diproses di *software adobe photoshop* yang berfungsi untuk membantu dalam menentukan panjang dan lebar motif dalam 1 *repeat*. Selain itu proses ini juga bertujuan untuk membuat warna motif lebih stabil/solid, serta menentukan kerapatan benang lusi per satuan panjang tertentu. *Software* ini dipakai karena *adobe photoshop* memiliki kesesuaian dengan *PC edit*. *PC edit* merupakan *software* terakhir yang digunakan untuk memproses desain sehingga siap diproses pada mesin tenun *jacquard* elektronik.

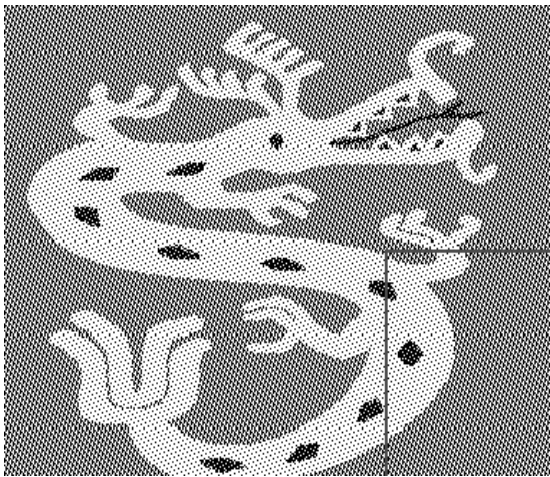
Hasil dari *adobe photoshop* lalu diproses kembali dengan *software PC edit*. Didalam *software PC edit* ini, motif akan diberi anyaman sesuai dengan rencana tenun. Selain itu, penentuan peluncur benang pakan (*selector*) juga diprogram pada *software* ini. Pada gambar berikut merupakan tampilan hasil akhir penyempurnaan desain dengan menggunakan *Software PC edit*.^{19,20}



Motif 1



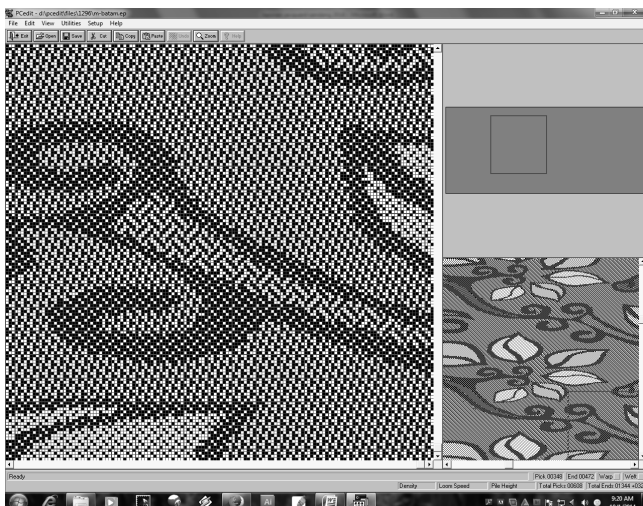
Motif 2



Motif 3

Gambar 7. Desain akhir dengan *software PC edit*

Tampilan di layar pada saat proses pembuatan desain anyaman *jacquard*, adalah sebagai berikut:

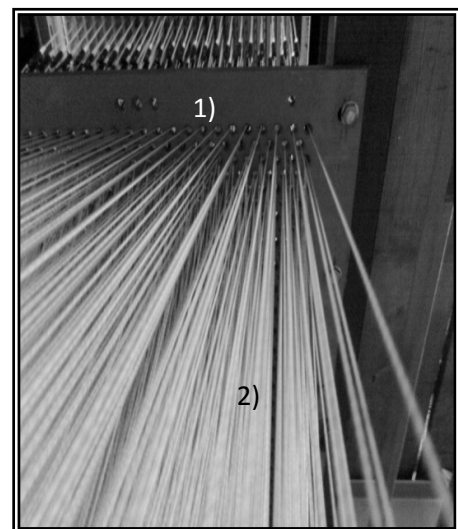


Gambar 8. *PC edit system v. 3.17*

Pembuatan rencana tenun

Rencana tenun dimulai dengan menentukan kerapatan benang, dalam hal ini benang lusi. Sisir yang digunakan adalah nomor 30/1 inci, benang lusi 150 Denier, dan kerapatan benang lusi adalah 120 helai/inci. Kontruksi lusi yang sama digunakan untuk tiga variasi motif anyaman. Dalam pembuatan rencana tenun menggunakan *jacquard* ini, *floating* benang adalah hal utama yang mempengaruhi kelancaran proses pertenunan. *Floating* benang adalah benang-benang yang mengambang pada permukaan kain baik ke arah lusi atau pakan dalam rangka pembentukan anyaman. *Floating* benang yang panjang akan membuat corak desain yang kurang baik karena benang akan mudah putus pada saat ada proses penarikan atau gesekan. Oleh karena itu pada saat pembuatan desain menggunakan aplikasi *PC edit* sangat penting untuk mencermati loncatan benang terutama bila menggunakan dasar anyaman keper atau satin.

Pembuatan kontruksi desain juga memperhitungkan jumlah lubang *frame board* yang dipakai karena berkaitan dengan penentuan jumlah lusi. *Frame board*, adalah papan berlubang yang berfungsi memisahkan tali *harness* satu dengan yang lain dan untuk mengatur posisi tali *harness* agar memudahkan apabila ada tali *harness* yang lepas dari penguncinya. Lubang *frame board* terdiri dari 1344 lubang (56x24) sesuai dengan jumlah *hook* yang dimiliki oleh mesin *jacquard*. Hal ini berarti perulangan motif atau kelipatannya harus tepat terbagi dalam 1344 *hook*. Pengaturan *harness* pada *frame board* dalam penelitian ini adalah pada anyaman badan setiap lubang terdiri dari 8 helai tali *harness* sehingga akan terdapat 8 ulangan (*repeat*) desain. Anyaman pinggir setiap lubang terdiri dari 2 helai tali *harness*.



Ket: 1) *Frame board* dan 2) tali *harness*

Gambar 9. *Frame board* dan tali *harness*

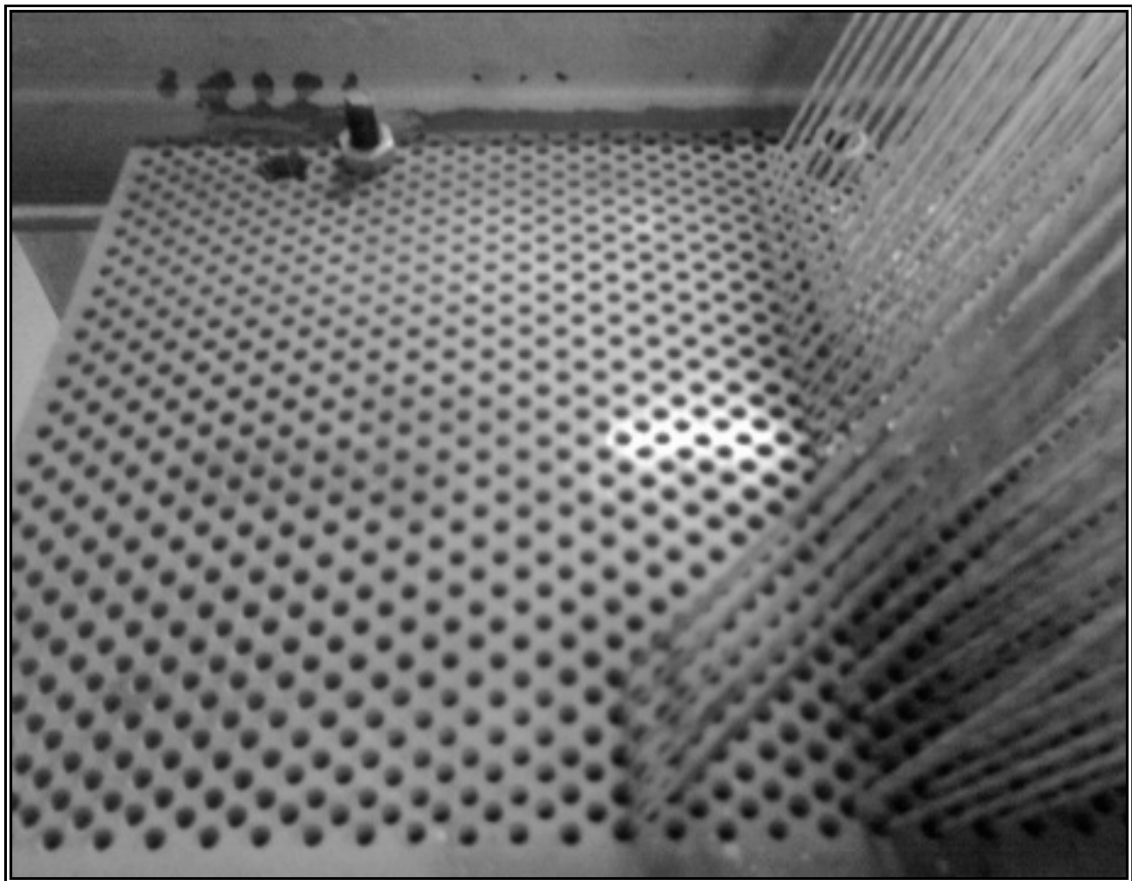
Adapun rencana tenun untuk pembuatan kain tenun *jacquard* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Nomor sisir: 30/1 (30 lubang per inci)
- Lebar sisir: 230 cm
- Lebar beam lusi: 220 cm
- Rencana susunan cucukan sisir

Pinggir kiri	=	12 lubang	x	2 helai/lubang	=	24 helai
Badan	=	2.592 lubang	x	4 helai/lubang	=	10.368 helai
Pinggir kanan	=	12 lubang	x	2 helai/lubang	=	24 helai
Total	=	2.616 lubang			=	10.416 helai

- Lebar sisir efektif = $\frac{10416}{120} = 87 \text{ inci} = 220 \text{ cm}$
- Tetal lusi merupakan jumlah benang lusi dalam 1 inci, yaitu:
Tetal lusi = $\frac{10416}{220} \times 2.54 \text{ inci} = 120 \text{ helai/inci}$

Penentuan jumlah benang lusi yang akan digunakan disesuaikan dengan kapasitas *hook* mesin *jacquard* dan jumlah ulangan (*repeat*) desain yang direncanakan. Semakin banyak pengulangan desain dengan jumlah *hook* yang sedikit maka desain kain *jacquard* akan semakin kecil. Penyusunan tali *harness* dari *frame board* dilanjutkan ke pencucukan tali *harness* pada *comber board*. Hal ini bertujuan untuk memasukkan tali *harness* pada papan berlubang dimana setiap lubang diisi satu helai tali. Lalu tali *harness* tersebut dijepitkan pada mata gun. Pencucukan tersebut diulangi sebanyak jumlah benang lusi setiap *repeat*-nya. Cara pelaksanaannya yaitu dari satu lubang *frame board* yang terdiri dari 8 helai tali *harness* kemudian dimasukkan kedalam lubang *comber board* dimana 1 lubang *comber board* diisi 1 helai tali *harness* hingga sesuai dengan jumlah benang lusi per *repeat*-nya. Metode pencucukan dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. *Comber board* pada mesin

Hasil penelitian

Adapun data proses pertenunan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data proses pertenunan

Data	Satuan	Hasil
Lebar sisir	inci (cm)	86,6 (220)
Nomor sisir	lubang/inci	30/1
Jumlah Lusi		10416
a. Badan	helai	10368
b. Pinggir		48
Kecepatan poros utama	rpm	270
Kerapatan pakan (<i>pick</i>)	helai/inci	44
Operator	orang	1
Produksi/hari/mesin (7 jam)	meter/hari	52,5
Produksi teoritis mesin	meter/jam	9,28
Efisiensi produksi	%	83,59

Tabel 2. Konstruksi kain yang dihasilkan

No	Parameter Konstruksi Kain	Satuan	Hasil
1	Tetal lusi	Helai/inci	120
2	Tetal pakan	Helai/inci	44
3	Lebar sisir	Cm	220
4	Lebar kain	Cm	215
5	Nomor benang lusipoliester	Denier	150
6	Nomor benang pakan kapas	Ne ₁	60/2

Tabel 3. Data produksi dan efisiensi mesin

Jenis motif	Jumlah Stop Mesin per	Efisiensi Mesin (%)	Jumlah Produksi (m)
Motif 1	25	78,44	40
Motif 2	8	85,10	100
Motif 3	6	87,25	90
Total	39	83,59	230

Tabel 4. Data penyebab stop mesin

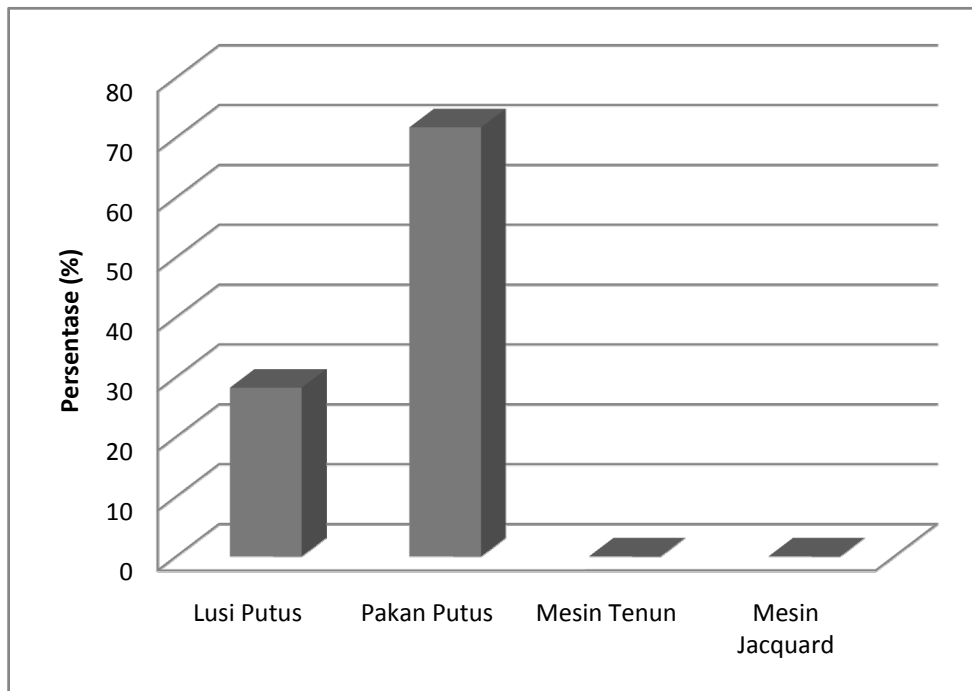
Motif	Penyebab Stop Mesin		Total
	Lusi Putus	Pakan Putus	
Motif 1	9	16	25
Motif 2	2	6	8
Motif 3	0	6	6
Total	11	28	39

Efisiensi mesin

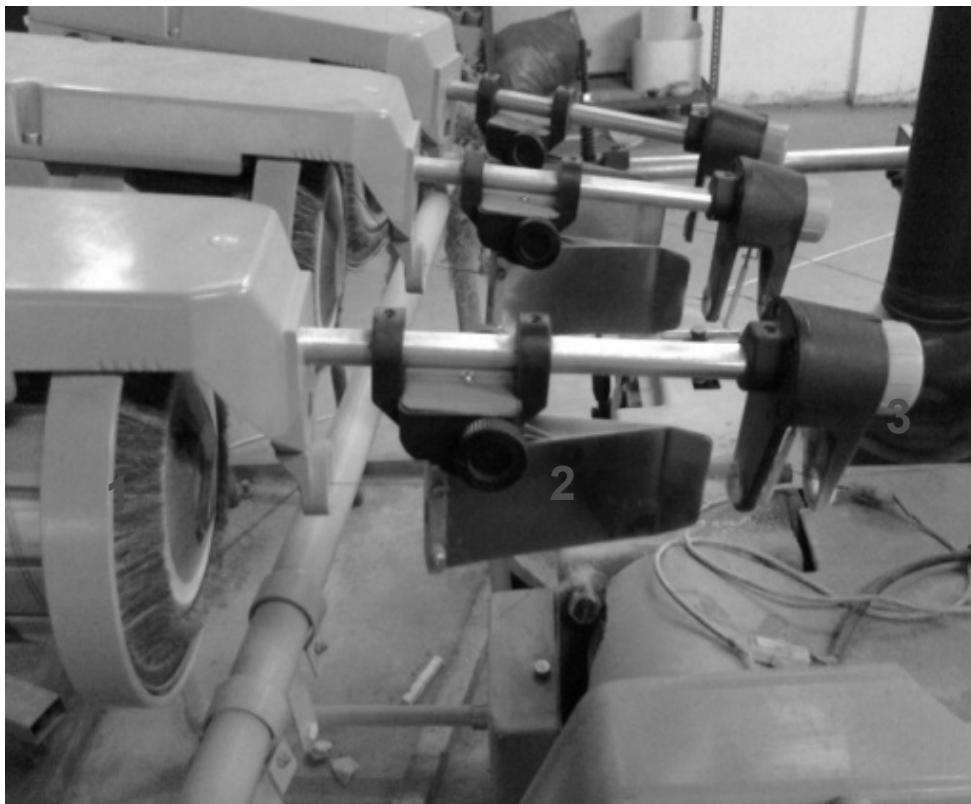
Data hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa efisiensi mesin rata-rata, ialah 83,9%. Efisiensi mesin tertinggi dicapai pada proses tenun dengan motif 3 (motif NTT) yaitu 87,25%. Penyebab utama mesin berhenti ialah pakan putus termasuk didalamnya pakan kendor sebanyak 28 kali atau 71,7% (grafik pada Gambar 9).Pakan putus atau kendor ini disebabkan oleh penyetelan alat penegang benang pakan yang belum optimal sehingga peluncuran benang pakan tidak sempurna.

Efisiensi rendah dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal (proses di mesin tenun) dan faktor eksternal. Adanya lusi putus dan pakan putus termasuk dalam penyebab internal, sedangkan gun patah, *doffing* (pergantian beam lusi atau pakan habis), perbaikan mesin, dan lain-lain termasuk dalam faktor eksternal.

Gambar 12 memperlihatkan bahwa pada akumulator benang pakan tersebut mempunyai 3 titik penyetelan tegangan benang pakan. Bagian pengantar benang dapat diatur sesuai dengan skala tegangan benang dari 0 hingga 9. Ketiga bagian pembentuk tegangan benang pakan ini diatur secara bersamaan hingga diperoleh peluncuran benang pakan yang optimal. Keberhasilan peluncuran benang pakan yang optimal ditunjukkan oleh berkurangnya pakan putus atau pakan kendor sehingga proses pertenunan menjadi lancar. Pengaturan alat tegangan benang pakan berbeda sesuai dengan tipe dan nomor benang yang digunakan. Hal yang perlu diperhatikan, ialah kebersihan dari ketiga bagian pembentuk tegangan benang pakan tersebut. Setiap penggantian tipe benang, misalnya dari kapas ke poliester, maka kondisi alat pengatur tegangan tersebut harus bersih terutama dari sisa-sisa bulu benang, debu dan serbuk benang (*oligomer*).



Gambar 11. Grafik penyebab stop mesin



Ket: 1: sikat (*brush*), 2: lempengan seng, 3: pengantar benang

Gambar 12. Akumulator benang pakan

Tabel 5. Perbandingan waktu untuk penerapan desain tenun pada mesin *jacquard* mekanik dengan mesin *jacquard* elektronik

No	<i>Jacquard Mekanik</i>		<i>Jacquard Elektronik</i>	
	Parameter	Waktu	Parameter	Waktu
1	Transfer desain ke kertas desain	beberapa jam	Transfer desain ke komputer	beberapa menit
2	Pewarnaan desain	beberapa jam	Pewarnaan desain	dilakukan pada poin nomor 1
3	Menggambar anyaman	beberapa hari	Menggambar anyaman	beberapa menit
4	Membuat kartu desain	beberapa hari	Memberikan anyaman	beberapa menit
5	Memasang kartu desain pada mesin	beberapa jam	Transfer desain ke mesin tenun	beberapa menit
6	Mengatur desain pada mesin tenun	beberapa jam	Mengatur desain pada mesin tenun	secara elektronik

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa pengembangan desain kain tenun tradisional dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi desain pada mesin tenun *rapier jacquard* elektronik. Sistem otomatisasi yang terdapat didalam aplikasi ini bisa mempersingkat waktu dalam pembuatan desain serta modifikasinya sehingga dapat diperoleh hasil kain tenun yang lebih cepat. Desain tenun yang berupa memori komputer tersimpan dalam *circuit board* yang dapat disimpan juga dalam komputer, baik di *controller* mesin tenun atau komputer pribadi (*PC, laptop*, dan lain lain), sehingga akan memudahkan proses pembuatan ulang kain tenun bila diperlukan kembali. Hasil penelitian juga menunjukkan, bahwa efisiensi mesin tenun *rapier jacquard* sebesar 83,59% dengan jumlah produksi 230 m. Efisiensi mesin tertinggi dicapai pada proses kain motif 3 (dari motif NTT) yaitu sebesar 87,25%. Penyebab utama mesin berhenti pada ketiga jenis motif kain ialah pakan putus sebesar 71,79% dan lusi putus 28,21%. Pakan putus disebabkan oleh belum optimalnya pengaturan tegangan benang pakan terutama pada awal proses yaitu saat penggantian benang pakan.

PUSTAKA

- ¹ Yan Zhang , Xi Fang, Li Ping Wang, “*Energy Consumption Of The Griffes During Weaving Process Of Jacquard Loom*”, Thermal Science Vol. 18, No. 5, 2014
- ² Frankie Ng, Jiu Zhou, “*Innovative Jacquard Textile Design Using Digital Technologies*”, Woodhead Publishing Limited, 2013
- ³ Yan Yan Sunarya, dkk., “*Motif Batik, Batik-Tenun, Perspektif Industri Dagang*”, Depperin RI, 2000
- ⁴ Widodo, “*Museum Nasional/Proyek Pengembangan Kebijakan Kebudayaan*”, <http://www.pelita.or.id>, <http://www.yfred.wordpress.com>, diunduh tanggal 19 Agustus 2015
- ⁵ Moeliono, M., “*Pengembangan Desain Tenun pada Alat Tenun Bukan Mesin (ATBM)*”, Institut Teknologi Bandung , 2013
- ⁶ Khokar, “*Making of Woven Fabrics*”, The Journal of the Textile Institute 87 Bagian 1, No. 1, 2006
- ⁷ William Watson, “*Textile Designs and Colour*”, 2nd Edition, Longmans Green Co., Ltd. 2015
- ⁸ Sabit Adanur, “*Handbook of Weaving*”, CRC Press, London, 2000
- ⁹ Moeliono, M., “*Modifikasi ATM Dobby untuk Pembuatan Kain Tenun Tradisional*”, Arena Tekstil Volume 25 Nomor 1, 2010
- ¹⁰ Emel Onder, E., et al., “*Jacquard Mechanisms*”, Istanbul Technical University, Turkey, 2008
- ¹¹ Hangzhou Textile Machinery Co. Ltd., “*Installation and Adjustment Book for HGA 732J Acquard Rapier Loom*”, Hangzhou Textile Machinery Co. Ltd., China, 2010
- ¹² Hangzhou Textile Machinery Co. Ltd., “*Introduction of Electronic Jacquard*”, Hangzhou Textile Machinery Co. Ltd., China. 2010
- ¹³ Bradbury, Fred, “*Jacquard Mechanisms and Harness Mounting*”, John Heywood Ltd., Technical Book Depot, Halifax, Yorks, 2012
- ¹⁴ Essinger, James , “*Jacquard's web*”, Oxford University Press, Oxford, 2004
- ¹⁵ Promatech, “*Leonardo Silver: Use and Maintenance Instructions*”, Promatech, Italy, 2004.
- ¹⁶ Jacquard, “*Collins English Dictionary-Complete & Unabridged 10th Edition*”, HarperCollins Publishers, <http://dictionary.reference.com/browse/Jacquard>, 2015 Dictionary.com, diunduh tanggal 19 Agustus, 2015
- ¹⁷ Bross Jr., “*Manual Instructions for Jacquard Machine*”, New York, 2009
- ¹⁸ Sujana, “*Metodologi Penelitian*”, Sangkuriang Pub., Bandung, 2001

¹⁹Bonas Machine Company Ltd., “*PC Edit System Version 3.17: Installation and Operating Instructions*”, Bonas Machine Company Ltd., Belgia, 1993

²⁰Chapman, P., et al., “*Textile Design Engineering Within The Product Shape*”, ProQuest, hal. 69-70, 2008
