PENELITIAN REKAYASA PEMBUATAN ALAT CELUP BENANG TENUN BENTUK HANK

Oleh: Hasanudin *
Djumala Machmud *

INTISARI

Proses pengerjaan benang tenun bentuk hank dengan alat celup tradisional (bak) dapat ditingkatkan efisiensi dan kualitas hasilnya apabila ditambah peralatan yang lebih efektif dan mempunyai kestabilan yang mantap.Teknologi penggulungan benang, pencelupan dan pengerjaan bahan logam dan pengetahuan tentang elemen mesin merupakan landasan yang dipergunakan dalam perencanaan rekayasa peralatan. Kegiatan penelitian meliputi pembuatan desain, bagian peralatan, suku cadang, perakitan dan uji coba. Kemudian dilakukan pengujian ketidakrataan warna serta pengamatan jalannya proses.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peralatan dapat berfungsi dengan baik dan selama uji coba terjadi kekusutan benang sebanyak satu kali untuk warna biru dan dua kali pada warna merah dengan hasil kerataan kedua warna mempunyai koefisien variasi dibawah satu persen.

PENDAHULUAN

Proses pengerjaan benang tenun yang meliputi pemasakan, pemutihan dan pencelupan di industri kecil pertenunan masih menggunakan bak sebagai perendam yang dilengkapi 2 buah kayu / bambu untuk memutar benang. Selama proses berjalan diperlukan 2 orang operator yang terus menerus memutar benang. Gesekan antara benang yang dikerjakan dengan kayu/bambu seringkali menyebabkan lapisan-lapisan benang berubah. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya kekusutan pada saat benang dikelos atau dipalet kembali. Kestabilan proses pencelupan sistim ini dikhawatirkan kurang dapat terjaga untuk memperoleh tingkat kerataan hasil pencelupan yang tinggi, padahal kualitas yang baik diperlukan untuk bisa bersaing dalam memperebutkan pangsa pasar yang semakin ketat dalam dunia industri.

Untuk itu perlu diupayakan sarana penunjang yaitu peralatan yang dapat menjamin terciptanya kualitas hasil yang lebih baik dan lebih stabil, antara lain peralatan pewarnaan benang khusus bentuk hank yang mempunyai kecepatan konstan dan perputaran yang stabil.

PENDEKATAN

- Alat tradisional (bak)

  Bahan baku/benang tenun yang dipergunakan perajin tenun pada umumnya berbentuk hank. Bila benang bentuk *cones* (kelos), sebelum dimasak, diputihkan atau dicelup, bentuk gulungannya dirubah dulu menjadi bentuk hank. Proses benang bentuk hank pada umumnya dilakukan secara tradisional dengan menggunakan bak yang berfungsi sebagai perendam benang dan dua buah tongkat kayu/bambu yang berfungsi sebagai pemutar benang dan dioperasikan oleh 2 orang operator dengan volume cairan zat warna 100 x 50 x 50 cm^3 sama dengan 250.000 cm^3. Harga bak celup dari bahan stainless steel Rp 250.000,-

  Hasil pencelupan tradisional ini mempunyai tingkat kerataan warna yang kurang baik, karena mempunyai koefisien variasi kerataan warna rata-rata 1,917 antara CV 1,3 sampai dengan CV 3,2. Besarnya koefisien variasi tersebut disebabkan oleh kekurang konstannya kecepatan dan kurang stabilnya gerakan pada saat proses berlangsung.

- Pewarnaan

  Proses pewarnaan terdiri dari melarutkan /mendispersikan zat warna, kemudian memasukkan bahan/benang ke dalam larutan tersebut, sehingga terjadi penyerapan zat warna kedalam serat yang merupakan reaksi keseimbangan. Mekanisme pewarnaan berlangsung melalui dua tahapan yaitu difusi zat warna ke dalam larutan dan absorpsi /difusi zat warna dari permukaan ke dalam serat.

- Terjadinya kekusutan benang

  Pada pencelupan benang bentuk hank dengan bak, terjadi gesekan yang cukup besar antara benang dan kayu/bambu. Gesekan ini menyebabkan lapisan benang yang ada pada gulungan benang berubah, sehingga menyebabkan kekusutan pada waktu benang ditarik kembali untuk merubah bentuk dari gulungan hank menjadi gulungan palet/kelos. Hal

* Peneliti Pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik

ini terjadi karena adanya penegangan kembali pada kincir benang yang kurang sesuai, sehingga lapisan benang yang kendor dan yang tegang dalam hank akan saling melilit.

- Gulungan benang bentuk hank

Gulungan hank dibentuk dari lapisan benang dengan posisi saling menyilang. Lapisan ini merupakan kelanjutan dari tiap-tiap lapisan, sehingga posisi lapisan menjadi labil. Apabila ada pengaruh dari luar yang mendorong lapisan dalam, pengaruh ini akan merubah posisi lapisan. Akibatnya lapisan lain akan terpengaruh, tegangan ataupun diameter gulungan akan berubah dan tegangan antar lapisan akan berubah pula. Hal ini akan mempengaruhi masing-masing lapisan, lapisan yang tegang akan menekan lapisan yang kurang tegang, akibatnya mudah terjadi kekusutan pada gulungan benang.

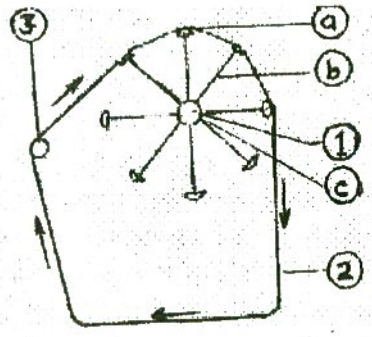
DESAIN ALAT

- Bak Celup

Bak celup direncanakan dari plat *stainless steel*, dengan bagian bawah bak dibuat melengkung agar pemakaian larutan lebih hemat.

- Jantera

Jantera merupakan dudukan dan peralatan pemutar benang hank yang berfungsi sebagai pengganti kayu/bambu yang digerakkan operator pada alat tradisional. Putaran jantera diperoleh dari 1/2 PK setelah mengalami penurunan kecepatan putaran.



Gambar 1
Jantera

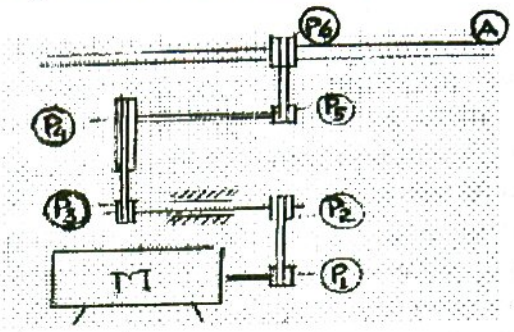
Keterangan :

1. As Pemutar:
   a. Kayu pemutar benang
   b. Jari-jari
   c. Pipa besi (as pemutar)
2. Benang
3. Pengantar benang.

- Transmisi Gerak

Kecepatan jantera direncanakan 14-20 RPM, sedangkan putaran motor 1400 RPM. Untuk menurunkannya, as jantera tidak langsung dihubungkan dengan motor, tetapi terlebih dahulu dihubungkan ke beberapa pulley/roda gigi, kemudian dihubungkan ke as pemutar.

Rangkaian transmisi gerak dari motor ke as penggerak jantera secara skematis sbb:



Gambar 2

Skema Transmisi Gerak

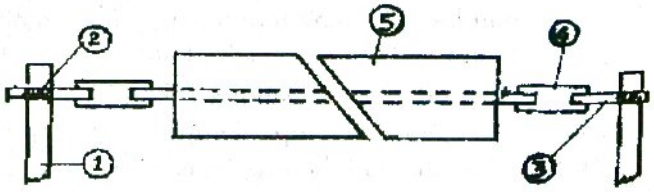
Keterangan :
M : Motor 1400 RPM
A : As pemutar jantera
P1 : Pulley motor diameter 4 cm
P2 : Pulley dengan diameter 8 cm
P3 : Pulley dengan diameter 3 cm
P4 : Pulley antara diameter 30 cm
P5 : Pulley ganti diameter 5 cm
P6 : Pulley as penggerak diameter 20 cm

Perhitungan RPM as penggerak :
RPM motor 1400 oleh pulley diturunkan menjadi RPM (putaran per menit) As Penggerak, yaitu = 1400 x 4/8 x 3/30 x 5/20 = 17,5.

- Penyambungan As Penggerak.

Supaya benang mudah dipasang dan dilepas dari jantera, as penggerak dan as jantera dihubungkan dengan pipa penyambung yang mudah dibongkar pasang, sehingga jantera dapat dengan mudah dilepas dari dudukannya.

Mekanisme pelepasan/pemasangan jantera adalah sebagai berikut :



Gambar 3
Penyambungan As

Keterangan Gambar 3:
1. Rangka
2. Lager
3. As Penggerak
4. Pipa penyambung
5. Jantera

Bila pipa penyambung (4) diputar kekiri, maka as penggerak (3) akan lepas dari as jantera (5). sebaliknya bila pipa penyambung (4) diputar kekanan maka as penggerak (3) akan menyambung dengan as jantera (5).

PEMBUATAN ALAT

- Cara Pembuatan

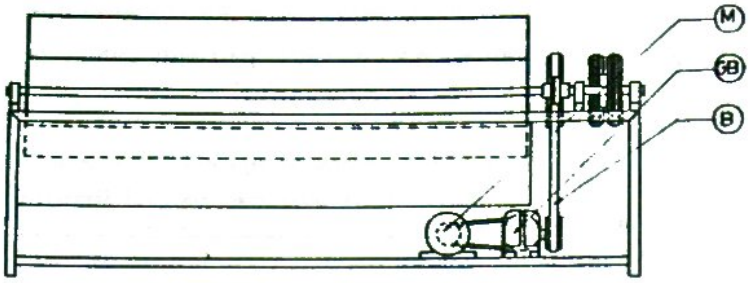
Pembuatan alat dimulai dari membuat kerangka, bak dan jantera, kemudian suku cadang alat yaitu pulley, roda gigi dan as, selanjutnya dilakukan perakitan dan pemasangan motor serta perlengkapannya.

- Kebutuhan Bahan

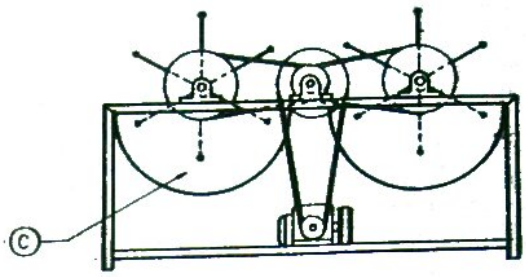
Kebutuhan bahan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini .

Tabel 1
Kebutuhan Bahan untuk Alat Celup Benang Tenun Bentuk Hank

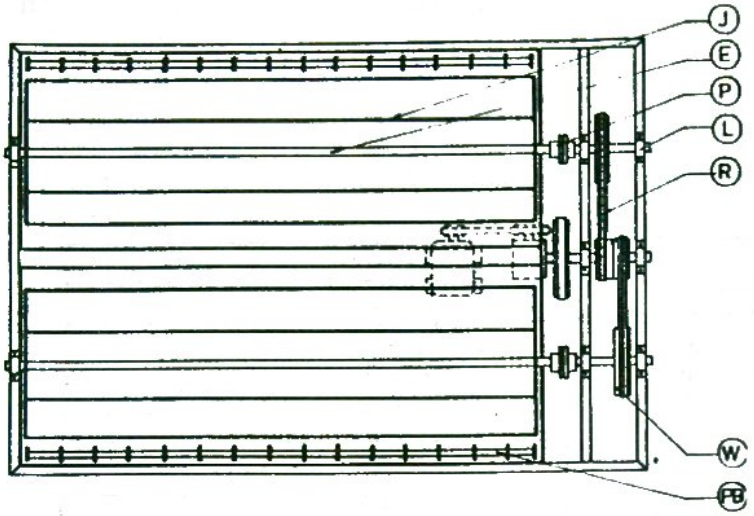
No.	Nama	Bahan	Ukuran	Kebutuhan	Keterangan
1	Rangka	Besi siku 5 x 5 cm	P = 180 cm P = 80 cm P = 140 cm P = 50 cm	5 batang 6 batang 9 batang 4 batang	
		Baut-Mur-Ring	⌀ = 1 cm P = 3 cm ⌀ = 0,5 cm P = 3 cm	60 biji 40 biji	
2	Bak Celup	Plat Stainlessteel	t = 0,1 cm P = 200 cm L = 120 cm	3 lembar	
		Kran air	⌀ = 0,5 inci	2 buah 2 buah	
3	Jantra	Besi as Pipa besi Besi as	⌀ = 2 cm ⌀ = 2 cm ⌀ = 1,8 cm	3 meter 1 meter 3 meter	a.As Penggerak b.As Jantra
		Pipa pralon Besi as Kelos plastik Mur-Baut-Ring	⌀ = 1,25 cm ⌀ = 1,25 cm ⌀ = 1,5 0 cm P = 2 inci ⌀ = 1,25 cm	12 meter 12 meter 2,5 meter 24 buah 12 buah	c.Pemutar benang d.Pengatur benang
4	Transmisi Gerak	Pulley	⌀ = 4 cm ⌀ = 3 cm ⌀ = 30 cm ⌀ = 5 cm ⌀ = 20 cm ⌀ = 8 cm ⌀ = 15 cm	1 buah 1 buah 1 buah 1 buah 1 buah 1 buah 4 buah	
		Roda gigi (gear sepeda) Belt Rantai sepeda Lager	atas=1,5 cm bawah=0,5cm Sepeda dws ⌀ = 2 cm	6 meter 2 buah	bentuk V
		Motor	⌀ = 1,5 cm HP=0,5Kwh RPM 1400 V 110/220 Amp 4,7/2,35	6 buah 8 buah 1 buah	
		Kabel Skaklar		1 set	



Tampak Samping



Tampak Depan

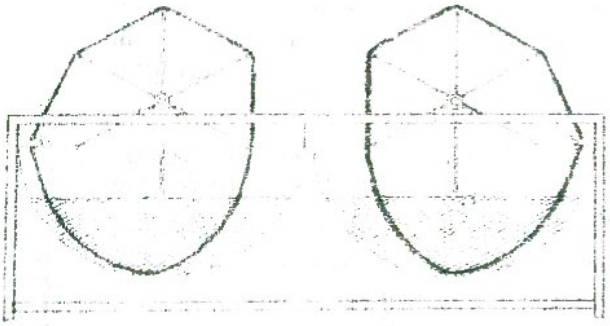


Tampak Atas

Keterangan:

L	=	lager
W	=	roda gigi
R	=	rantai
B	=	belt
M	=	motor
P	=	penyambung/penghubung
J	=	jantera
C	=	bak celup/bak cuci
PB	=	pengatur benang

Gambar 4
Alat Celup Benang Tenun Bentuk Hank



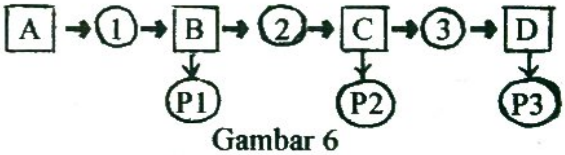
Gambar 5
Proses Pencelupan dan Pencucian dengan Alat Celup Benang Bentuk Hank

Harga Alat Celup.

Harga peralatan celup pada saat rekayasa dilakukan dapat dikemukakan sebagai berikut. Biaya bahan Rp 900.000,- biaya pembuatan Rp 100.000,- jadi jumlahnya Rp1.000.000,- Peralatan tersebut digerakkan oleh motor listrik, dengan sendirinya peranan operator (1 orang) diperlukan hanya pada saat pemasangan dan pelepasan benang serta pengisian zat warna (proses persiapan). Hal ini memungkinkan satu orang operator dapat mengoperasikan 4 buah alat. Kapasitas pencelupan alat tersebut 2 kali alat celup tradisional dengan volume cairan zat warna 3/4 volume bak celup.

UJI COBA

- Desain Uji Coba



Gambar 6
Desain Percobaan

Keterangan :
A : Benang kapas mentah
1 : Proses pemasakan
B : Benang kapas sudah dimasak
2 : Proses pemutihan
C : Benang kapas sudah diputihkan
3 : Proses pencelupan
D : Benang kapas sudah dicelup
P : Proses pemaletan/pengelosan

HASIL UJI COBA

Hasil uji coba kemudian diuji terhadap kerataan warna pada benang dengan sinar ultra violet transmitter, serta dilakukan pengerjaan pemaletan/pengelosan dari masing-masing tahapan proses untuk mengetahui tingkat perubahan yang terjadi.

Data-data pengamatan dan pengujian seperti pada tabel 2 s/d 5 pada halaman berikut

Tabel 2
Hasil Paletan Benang yang Telah Dimasak, Diputihkan dan Dicelup dengan Alat Celup Tradisional (Bak)

	Setelah proses pemasakan (P1)					Setelah proses pemutihan (P2)					Setelah proses pencelupan P2)				
Sampel Palet	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
2	L	L	L	K	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
I. 3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
5	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
6	L	L	L	L	L	K	L	L	L	L	L	L	L	L	K
1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	K	L	L	L	L
2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
II. 3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	L	L	K	L	L	L	L	L	L	K	L	L	L	L	L
5	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
6	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Tabel 3
Hasil Paletan Benang yang Telah Dimasak, Diputihkan dan Dicelup dengan Alat Celup Bentuk Hank

	Setelah proses pemasakan (P1)					Setelah proses pemutihan (P2)					Setelah proses pencelupan P2)				
Sampel Palet	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	K	L	L	L	L
I. 3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
5	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
6	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	K	L
II. 3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
4	L	L	L	L	L	L	L	L	L	K	L	L	L	L	L
5	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
6	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Keterangan : 1 sampel gulungan benang = 6 paletan
L = benang digulung lancar
K = benang digulung kusut
I = urutan proses benang yang dicelup warna biru
II = urutan proses benang yang dicelup warna merah

Tabel 4
Ketuaan Warna Benang Hasil Celupan dengan Alat Celup Bentuk Hank (UV Transmiter)

Panjang Gelombang Pengukuran	Warna Biru			Warna Merah		
	495,2 nm (% T)	450,1 n m (% T)	422,2 nm (% T)	495, 2 nm (% T)	450,1 n m (% T)	422,2 nm (% T)
1	99,5	91,4	83,7	99,7	90,5	84,8
2	99,6	91,4	83,7	99,7	90,7	85,0
3	99,6	91,5	83,5	99,6	90,7	84,9
4	99,6	91,5	83,5	99,7	90,7	84,9
Rata-rata	99,6	91,4	83,6	99,7	90,6	84,9
Koefisien Variasi	0,003	0,005	0,119	0,003	0,110	0,023

Tabel 5
Ketuaan Warna Benang Hasil Celupan dengan Alat Celup Tradisional (U. V. Transmiter)

Panjang Gelombang Pengukuran	Warna Biru			Warna Merah		
	495,2 nm (% T)	450,1 n m (% T)	422,2 nm (% T)	495, 2 nm (% T)	450,1 n m (% T)	422,2 nm (% T)
1	96,4	90,7	85,0	94,5	90,2	85,1
2	95,0	93,0	84,2	96,8	91,2	82,2
3	97,3	92,2	86,1	96,6	91,6	84,6
4	95,5	93,6	86,4	95,1	93,1	82,7
Rata-rata	96,0	92,4	85,4	95,75	91,5	83,6
Koefisien variasi	2,7	1,3	3,2	1,3	1,6	1,4

Keterangan Tabel 4 & 5:

$\bar{X}$ = harga rata-rata
Sd = standart deviasi

$$Sd = \frac{\Sigma}{N}$$

T = transmiten : pantulan sinar
Cv = Coefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd}{X} \times 100\ \%$$

$a = [X - X]$
N = jumlah variasi

PEMBAHASAN

- Kekusutan Benang

Untuk mengetahui kekusutan benang yang telah dicelup dengan alat celup hank maupun alat bak tradisional, maka dilakukan proses pemaletan. Dari tabel 2 dan 3 terlihat bahwa kekusutan pada benang yang dikerjakan dengan alat celup hank lebih kecil dari pada benang yang dikerjakan dengan alat tradisional. Pada alat tradisional benang warna biru kekusutan yang terjadi 3 x sedang benang warna merah 3 x. Kekusutan ini diakibatkan oleh perubahan lapisan benang yang terjadi pada proses sebelumnya. Pada alat celup hank terjadi kekusutan 1 x untuk warna biru dan 2 x untuk warna merah, hal ini terjadi bukan karena perubahan lapisan benang pada proses sebelumnya tetapi oleh adanya sambungan benang yang kurang memenuhi standar sambungan benang.

- Kerataan Warna Benang

Untuk melihat kerataan warna benang dengan cara disinari dengan panjang gelombang tertentu.

Pantulan sinar makin besar maka warna makin tua, koefisien variasi sinar pantulan makin besar berarti warna makin tidak rata. Dari tabel 4 dan 5 terlihat bahwa ketuaan warna benang yang dicelup dengan alat celup tradisional maupun alat celup hank hampir sama. Dilihat secara visual warna biru dengan biru dan warna merah dengan merah hasil pencelupan dengan kedua alat tersebut adalah sama (tidak berbeda). Tetapi dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil celupan dengan alat celup hank lebih rata dibanding dengan alat celup tradisional, hal ini ditunjukkan oleh koefisien variasi alat celup hank lebih kecil dari koefisien variasi alat celup tradisional. Hal ini diduga bahwa dengan alat celup hank prosesnya berlangsung secara teratur dan terus menerus, sedangkan pada alat tradisional tidak begitu.

Tinjauan Ekonomis Peralatan.

Perkiraan harga peralatan hasil rekayasa mempunyai perbandingan 4 kali harga bak tradisional, tetapi 1 orang operator dapat mengoperasikan 4 buah peralatan . Sedangkan setiap pengoperasian peralatan dihasilkan 2 kali hasil secara tradisional dengan penghematan cairan zat warna sampai dengan 25%. Hal ini mengingat akan kondisi peralatan hasil rekayasa yang mempunyai 2 buah bak celup dan mempunyai bentuk khusus sesuai lengkungan janteranya, sehingga pemakaian zat warna dapat dioptimalkan. Bila umur peralatan diperkirakan 10 tahun, hari kerja per tahun 300 hari, upah operator Rp 4.000,- per hari per orang serta tarip listrik usaha per KWH Rp 179,50,-, maka biaya tidak langsung yang dikeluarkan selama 10 tahun seperti tabel berikut:

Tabel 6
Perbandingan Biaya Operasional Kedua Alat Celup

	Alat Rekayasa				Alat Tradisional
	1 Unit	2 Unit	3 Unit	4 Unit	1 Unit
Harga Alat (Rp)	1.000.000	2.000.000	3.000.000	4.000.000	250.000
Upah Operator (Rp)	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	24.000.000
Listrik (Rp)	1.615.500	3.231.000	4.846.500	6.462.000	-
Pemeliharaan (10% harga alat) (Rp)	100.000	200.000	300.000	400.000	-
Jumlah biaya (Rp)	14.715.500	17.431.000	20.146.500	22.862.000	24.250.000

Perbandingan biaya tidak langsung yang menjadi beban produksi antara peralatan hasil rekayasa dengan peralatan tradisional adalah terlihat bahwa empat alat hasil rekayasa mempunyai beban biaya tidak langsung lebih kecil dari satu alat tradisional (Rp 22.862.000 dibanding Rp 24.250.000)

KESIMPULAN

Alat celup benang tenun bentuk hank dapat digunakan oleh perajin industri kecil pertenunan karena hasilnya lebih baik dibanding alat celup tradisional (bak), yaitu benang tidak mudah kusut, warna benang lebih rata dan efisien serta lebih murah dalam perhitungan biaya tidak langsungnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djupri, R; RGA. Kasoenarno; Astini Salihima; Arifin Lubis; *Teknologi Pengelantangan, Pencelupan dan Pencapan*, Cetakan ke-2, Bandung, Institut Teknologi Tekstil, 1976.
2. Pawitro; Soemarno; Hartono; Suparmas; *Teknologi Pemintalan* , Bandung, Institut Teknologi Tekstil, 1974.
3. Stefford; *Teknologi Kerja Logam*, Bandung, Erlangga , 1990.
4. Sularso ; *Elemen Mesin* , Jakarta ., 1980.