

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian antropometri maka posisi sumber cahaya berorientasi pada kelompok kerja yang terdiri dari 3 orang pembatik. Simulasi dengan Autocad 2008 akan menyelesaikan posisi sumber cahaya terhadap silau langsung dan pantulan. Sedangkan simulasi dengan Relux Profesional 2007 akan menyelesaikan masalah bayangan, tingkat iluminasi, reflektansi ruang, kombinasi pencahayaan.

Ruang yang disimulasikan adalah ruang pada tempat studi kasus. Jenis pencahayaan yang digunakan pada simulasi adalah jenis lampu CFL dengan pemilihan temperatur warna kategori *cool light*. Dalam *Lighting Fundamentals* (1995) mengenai temperatur warna sumber cahaya dinyatakan: *People usually prefer a warmer source in lower illuminance areas, such as dining areas and living rooms, and a cooler source in higher illuminance areas, such as grocery stores.* Pekerjaan membatik termasuk dalam kegiatan yang membutuhkan iluminasi yang tinggi sehingga pemilihan sumber cahaya dengan jenis lampu CFL menjadi lebih tepat (lihat lampiran 10).

5.1 Penyelesaian Silau (*Glare*)

Dalam IESNA (2000, p.127), penyelesaian silau dengan menempatkan sumber cahaya baik dan pengarah cahaya pada posisi yang tepat. Pada tahap pertama penempatan sumber cahaya dapat menyelesaikan silau, apabila belum, dapat dibantu dengan pengarah cahaya. Prioritas pertama adalah memberikan cahaya langsung pada bidang kerja untuk efisiensi pencahayaan.

Dari data survey diketahui bahwa potensi silau pantulan dapat ditimbulkan oleh jenis kain yang mengkilap seperti sutra sehingga masalah ini perlu diselesaikan.

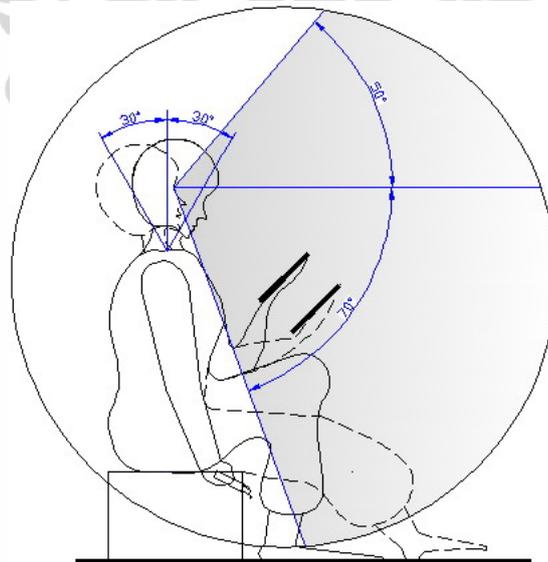
5.1.1 Silau dari Posisi Sumber Cahaya

Dalam ilmu fisika, hukum refleksi cahaya yaitu sinar datang yang jatuh pada suatu permukaan rata mengkilap (*specular*) akan dipantulkan dengan sudut yang sama dengan sinar datang (Suptandar 2006, p.74). Kain Sutra masuk dalam kategori ini sehingga studi masalah silau dapat dilakukan dengan hukum tersebut.

5.1.1.1 Daerah Kritis Silau Langsung (*Disability Glare*)

Silau langsung adalah silau yang ditimbulkan oleh pancaran sinar langsung dari sumber cahaya dan mata terganggu untuk melihatnya. Untuk menghindari sinar langsung, sumber cahaya diupayakan tidak diletakkan pada daerah kritis.

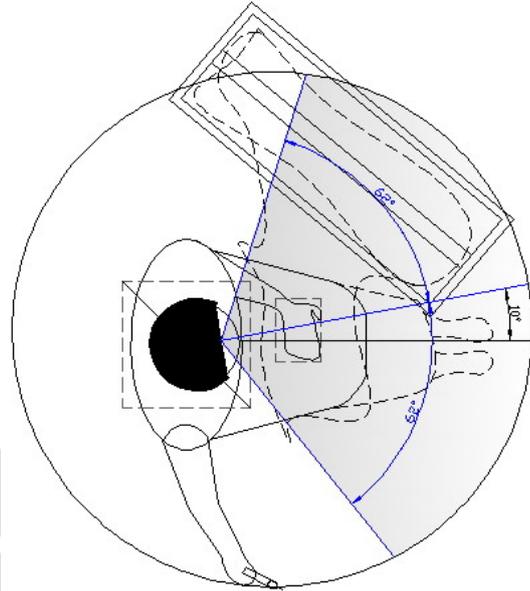
Gambar 5.1 di bawah, menunjukkan daerah kritis silau langsung secara vertikal. Menurut Panero (2003, p.290) sudut batas kemampuan mata melihat (batas visual) adalah 50° ke arah atas dan 70° ke arah bawah dari hadapan manusia (kepala konstan). Posisi sumber cahaya diupayakan tidak berada pada posisi tersebut untuk menghindari silau langsung.



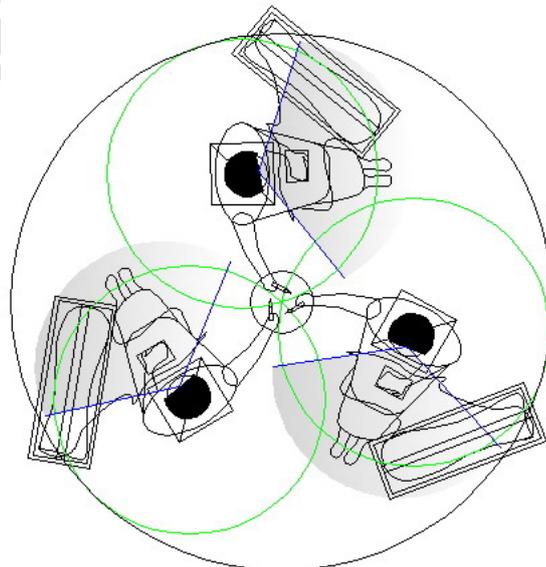
Gambar 5.1. Daerah Kritis Silau Langsung (Vertikal)

Panero (2003) juga merekomendasikan untuk batas penglihatan secara horisontal berada pada sudut 62° ke kanan dan kekiri dari hadapan manusia. Posisi sumber

cahaya juga diupayakan untuk tidak berada pada lokasi tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 5.2. Perhitungan ini baru diperhitungkan secara individual pembatik, belum secara kelompok.



Gambar 5.2. Daerah Kritis Silau Langsung (Horisontal)



Gambar 5.3. Daerah Kritis Silau Langsung pada Kelompok

Pada gambar 5.3 menunjukkan daerah silau langsung dapat mencakup seluruh pandangan kelompok pembatik sehingga kedudukan sumber cahaya dari bawah (lantai) sampai ketinggian kepala pembatik sangat tidak dianjurkan. Ketinggian

Universitas Indonesia

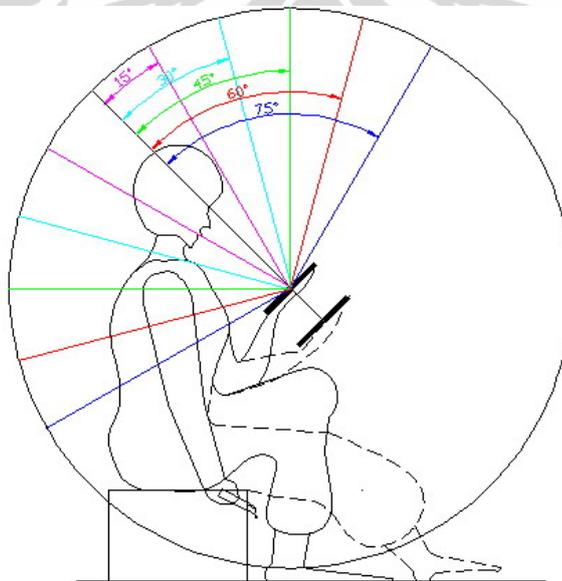
sumber cahaya akan baik ditempatkan di atas ketinggian kepala pembatik dan tidak langsung dari arah depan pembatik.

5.1.1.2 Daerah Kritis Silau Pantulan (*Discomfort Glare*)

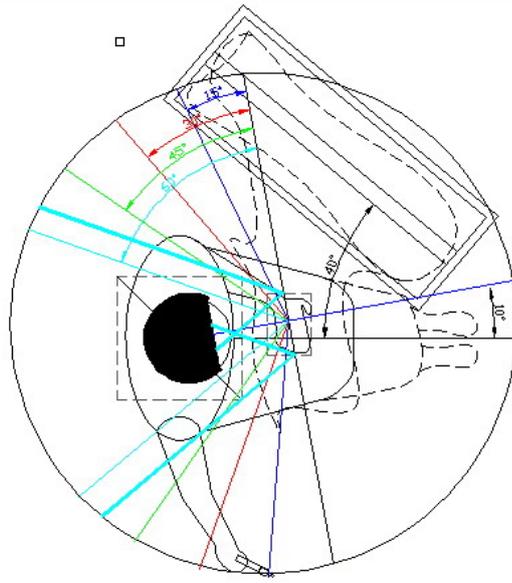
Silau pantulan adalah silau yang ditimbulkan oleh hasil refleksi sinar dari sumber cahaya yang menyebabkan mata tidak nyaman melihat ke daerah tersebut. Silau pantulan yang terjadi pada ruang membatik tidak sampai pada silau total (*veiling reflection*).

(1) Silau Pantulan dari Bidang Kerja

Studi mengambil sudut yang terpola setiap 15° untuk memudahkan penggambaran. Gambar 5.3 menunjukkan, sinar yang datang dari berbagai sudut secara vertikal tidak menyebabkan silau pantulan. Namun secara horisontal, sinar yang datang dari sisi belakang pembatik yang bersudut 60° terhadap bidang kerja dapat menyebabkan silau pantulan seperti pada gambar 5.4.



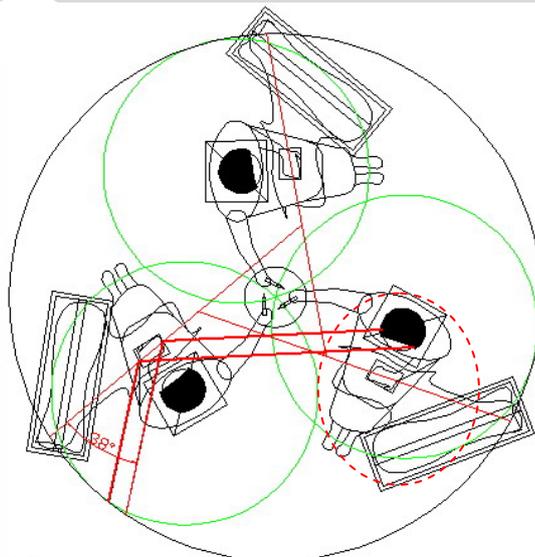
Gambar 5.4. Silau Pantulan Bidang Kerja (Vertikal)



Gambar 5.5. Daerah Kritis Silau Pantulan Bidang Kerja (Horizontal)

Dalam bentuk kelompok terjadinya pantulan silau dari bidang kerja atau bidang gawangan teman dapat dimungkinkan karena jarak yang cukup dekat.

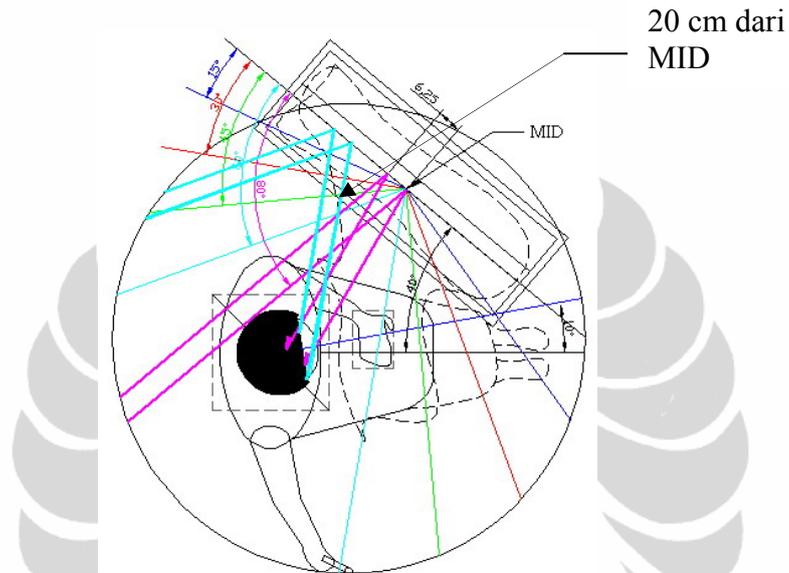
Dalam kelompok, silau pantulan dapat terjadi akibat pantulan sinar pada bidang kerja dari pembatik di depan pembatik lain apabila sinar datang 38° (gambar 5.8) dari arah bagian kiri bawah pembatik.



Gambar 5.6. Daerah Kritis Silau Pantulan dari Bidang Kerja pada Kelompok

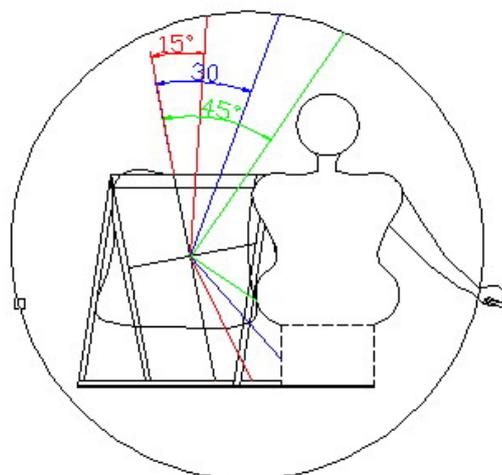
(2) Silau Pantulan dari Kain Gawangan

Pada posisi horisontal, Sinar pantulan yang berasal dari kain gawangan dapat berpotensi silau pada sudut datang 60° yang jatuh pada titik sekitar 20 cm dari titik tengah gawangan. Sinar pantulan dari kain gawangan juga berpotensi silau pada sudut datang 70° yang jatuh pada bagian tengah kain di gawangan seperti pada gambar 5.5.



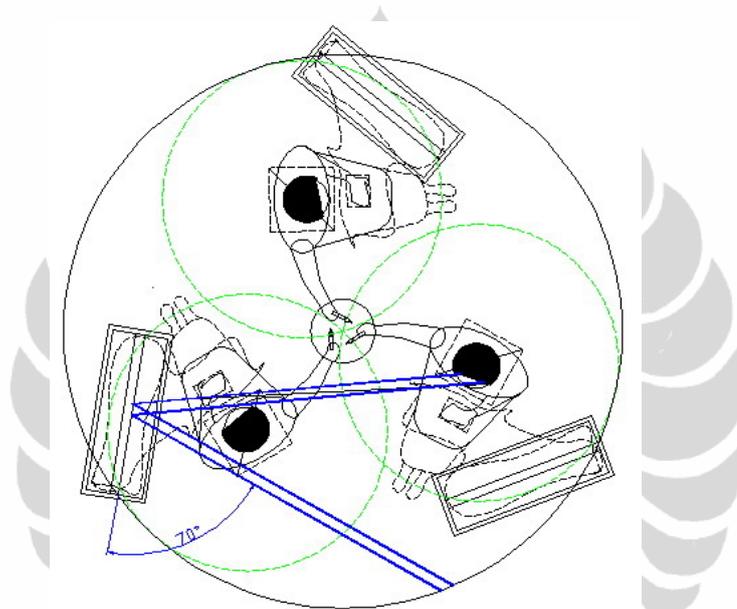
Gambar 5.7. Daerah Kritis Silau Pantulan dari Gawangan (Horisontal)

Sedangkan secara vertikal sinar pantulan dari kain di gawangan cukup aman untuk pembatik karena sinar pantulan jatuh pada bagian bawah seperti dalam gambar 5.6.



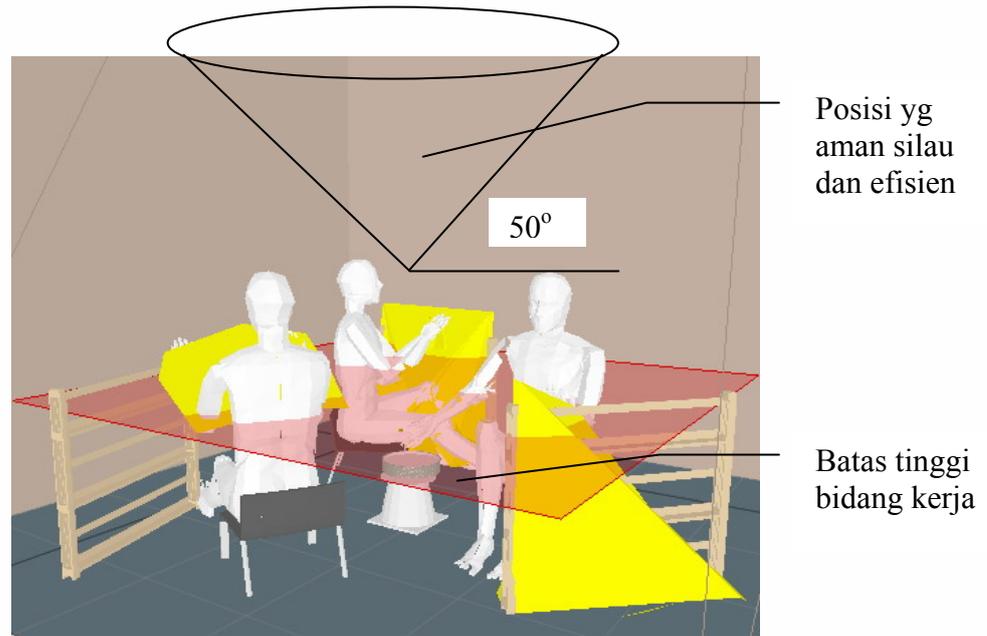
Gambar 5.8. Silau Pantulan dari Gawangan (Vertikal)

Pada gambar 5.9 menunjukkan silau pantulan juga dapat terjadi dari sinar pantulan dari bidang gawangan pada kelompok. Sinar yang datang pada sudut 70° dari pembatik yang ada di depan pembatik lainnya. Hal ini dapat terjadi pada saat sinar datang sejajar pada ketinggian kepala pembatik Untuk menghindari silau pantulan dalam kelompok, kedudukan sumber cahaya tidak berada pada sisi kiri pembatik dan belakang pembatik.



Gambar 5.9. Daerah Kritis Silau Pantulan dari Bidang Gawangan pada Kelompok

Dari pembahasan tentang penyelesaian masalah silau langsung dan silau pantulan maka dapat diambil kesimpulan bahwa kedudukan sumber cahaya diupayakan berada pada ketinggian di atas kepala pembatik dengan sudut 50° terhadap garis horison. Namun untuk efisien dimana satu sumber cahaya dapat digunakan untuk kelompok maka dapat diposisikan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10. Kedudukan Aman Sumber Cahaya dari Silau Langsung dan Pantulan

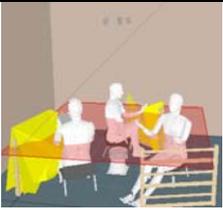
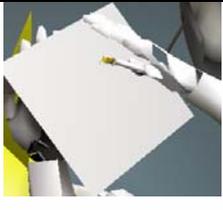
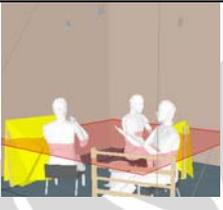
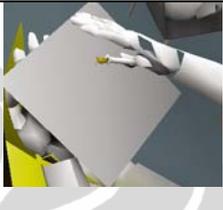
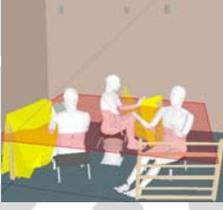
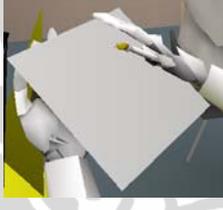
5.2. Penyelesaian Bayangan (*Shadow*)

Kedudukan sumber cahaya dapat menyebabkan terjadinya bayangan akibat arah sinar yang tertutup oleh tubuh atau perlengkapan pekerjaan. Penyelesaian masalah bayangan dilakukan dengan simulasi dengan Relux Professional 2007 dan lumener (BR1215i). Tujuan simulasi ini untuk mencari kedudukan sumber cahaya yang tepat sehingga tidak menimbulkan bayangan pada bidang kerja. Posisi sumber cahaya berdasarkan kedudukan sumber cahaya yang aman dari menimbulkan silau langsung dan pantulan. Tinggi sumber cahaya ditentukan dengan tinggi 200 centimeter dari atas lantai sesuai studi antropometri.

Studi terhadap bayangan dilakukan dengan menempatkan satu jenis lumener pada beberapa posisi sehingga ditemukan arah sumber cahaya yang tepat. Sumber cahaya ditentukan pada posisi sebagai berikut:

- (1) Dari kanan bidang kerja
- (2) Dari depan bidang kerja
- (3) Dari atas bidang kerja
- (4) Dari kiri bidang kerja

Hasil studi ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

Posisi Sumber	3D	Kualitas B.Kerja	Peringkat
Dari kanan bidang kerja			***
Dari depan bidang kerja			*
Dari atas bidang kerja			****
Dari kiri bidang kerja			**

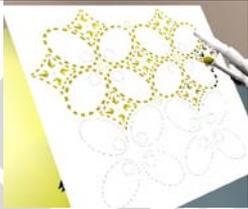
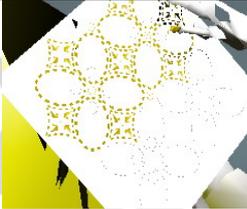
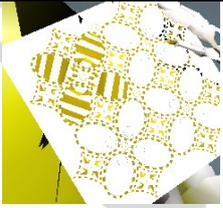
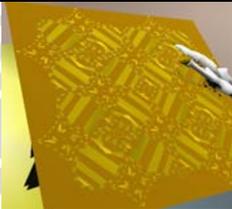
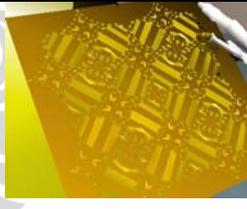
Gambar 5.11. Pengaruh Arah Sumber Cahaya terhadap Kualitas Bidang Kerja

Gambar 5.11. menunjukkan efek yang ditimbulkan dari keempat posisi tersebut berbeda. Cahaya dari arah atas bidang kerja memberi terang yang paling besar. Dari arah kanan juga memberikan tingkat terang yang cukup baik. Cahaya dari arah kiri dan depan kurang terang dibandingkan dari dua arah lainnya.

Berdasarkan studi di atas maka diteliti lebih dalam penyelesaian bayangan pada bidang kerja dari pengaruh pergerakan tubuh pembatik dan kontras warna kain (latar). Pengaruh pergerakan tubuh pembatik menyebabkan pergeseran bidang kerja. Dari studi antropometri, pergeseran bidang kerja antara 0° sampai 37° dari sudut penglihatan pembatik.

5.2.1. Efek Bayangan pada Sudut rata-rata (22°)

Sudut rata-rata bidang kerja adalah 22° dari mata pembatik. Gambar di bawah ini merupakan hasil studi simulasi pengaruh arah datangnya sinar terhadap bidang kerja dengan sudut rata-rata.

WARNA LATAR	DARI ATAS	DARI KANAN
PUTIH	 Sedikit Silau	 Baik
COKLAT MUDA	 Baik	 Baik
COKLAT TUA	 Baik	 Sedikit bayangan

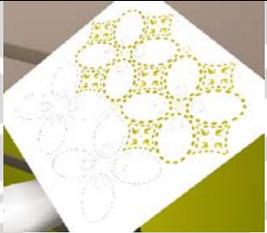
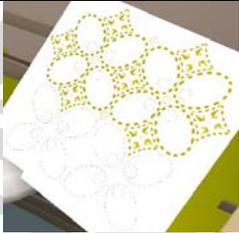
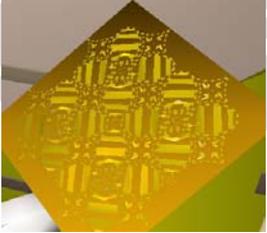
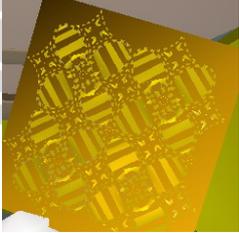
Gambar 5.12. Pengaruh Arah Sumber Cahaya terhadap Bidang Kerja (22°)

Dari gambar 5.12 menunjukkan bahwa terang yang diterima bidang kerja antara pencahayaan dari atas lebih baik daripada dari kanan karena tidak ada pembayangan. Untuk bidang kerja putih, kualitas pencahayaan bidang kerja dengan sumber cahaya dari kanan sedikit lebih baik daripada sumber cahaya dari atas. Sedangkan untuk bidang kerja dengan warna tua, pencahayaan dari atas mempunyai pengaruh lebih baik daripada dari kanan karena bagian yang tertutup

bagian tangan menjadi lebih gelap (ada bayangan). Namun hasil keduanya tidak berdampak gangguan yang besar terhadap bidang kerja.

5.2.2. Efek Bayangan pada Sudut Maksimal (37°)

Sudut maksimal bidang kerja adalah 37° dari mata pembatik. Gambar di bawah ini merupakan hasil studi simulasi pengaruh arah datangnya sinar terhadap bidang kerja dengan sudut maksimal.

WARNA LATAR	DARI ATAS	DARI KANAN
PUTIH		
COKLAT MUDA		
COKLAT TUA		

Gambar 5.13. Pengaruh Bidang Kerja terhadap Bidang Kerja (37°)

Pada bidang kerja dengan sudut maksimum, Gambar 5.13 menunjukkan kualitas bidang kerja antara sumber cahaya dari arah atas dan kanan mempunyai kualitas yang sama.

Dalam penerapannya direkomendasikan sumber cahaya berasal dari kanan bidang kerja dan berada antara sudut 0° sampai dengan 25° terhadap bidang kerja normal.

Universitas Indonesia

Sudut sumber cahaya sebaiknya tidak lebih dari 25° karena akan memperbesar pembayangan dari tangan dan canting. Strategi lain yang dapat dilakukan jika ingin mempertahankan sumber cahaya dari arah kanan dan kualitas bidang kerja lebih baik adalah dengan menambah tinggi letak sumber cahaya.

Dari segi efisiensi, sumber cahaya dari arah kanan dapat menguntungkan karena sebuah sumber cahaya dapat menerangi 3 bidang kerja pembatik. Sedangkan apabila pencahayaan dari atas pembatik berarti harus ada sejumlah 3 sumber cahaya walaupun mungkin pemakaian jumlah daya yang digunakan bisa sama..

Dari studi di atas juga ditemukan bahwa bidang kerja dengan latar warna muda cenderung tidak mempunyai masalah baik dari segi kesilauan atau pembayangan. Sedangkan latar belakang putih pada bidang kerja untuk cahaya dari atas cenderung lebih silau dan latar belakang warna gelap untuk cahaya dari kanan cenderung terjadi pembayangan.

Pada tahap berikut akan disimulasikan pengaruh dari reflektansi pembatas ruang terhadap bidang kerja dan kualitas ruang. Simulasi akan dilakukan dengan bidang kerja dengan latar warna tua karena mempunyai kecenderungan paling sensitif kualitas bidang kerja.

5.3. Penyelesaian *Flicker* dan Pemilihan Renderasi Lampu

Flicker adalah masalah yang sebenarnya jarang terjadi di tengah-tengah menyalanya lampu. *Flicker* umumnya terjadi pada saat distribusi daya listrik tidak stabil atau umur lampu yang sudah waktunya untuk diganti. *Flicker* juga dapat terjadi karena lampu yang membutuhkan waktu cukup lama untuk memancarkan cahaya (*run up time*), seperti pada lampu jenis fluorescent, metal halida dan sodium. Apabila bervariasi intensitas atau intensitas pencahayaan ingin dengan mudah diubah maka jenis-jenis lampu seperti di atas menjadi masalah karena setiap kali perubahan intensitas terjadi *flicker* (lihat studi pemilihan lampu pada lampiran 10).

Dalam arsitektur, beberapa kegiatan membutuhkan intensitas cahaya yang dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Selain faktor kenyamanan penglihatan juga berdampak pada efisiensi energi. Sayangnya teknologi untuk kemampuan ini (*dimnable*) masih sangat terbatas.

Dalam kegiatan membatik juga dibutuhkan lampu yang *dimnable* supaya dapat disesuaikan dengan kebutuhan intensitas yang dipengaruhi warna latar kain (lihat Pengaruh Warna Latas terhadap Intensitas Pencahayaan, hal.90). Namun lampu *dimnable* yang dibutuhkan untuk kegiatan membatik adalah yang perubahannya tidak terus-menerus atau yang mudah dirubah sendiri oleh pembatik. Oleh karena warna perubahan cenderung cukup lama (>1 jam) supaya pencahayaan efisien dan biaya pengadaan tidak mahal maka dapat menggunakan kombinasi pencahayaan lokal dan fokus pada bidang kerja tertentu.

Renderasi warna adalah kemampuan lampu memancarkan cahaya yang menampilkan kualitas warna objek. Skala renderasi warna biasa disebut Ra atau CRI (Color Rendering Indeks). Nilai CRI dari beberapa jenis lampu ditampilkan tabel berikut:

Tabel 5.1. Nilai CRI Lampu

As specified in DIN 5035, the colour rendering indices are assigned to colour rendering properties and colour rendering groups as follows:			
Color rendering property	Color rendering group	Color rendering index R_a	Typical lamps
Very good	1 A	90 ... 100	Tungsten-halogen lamps, LUMILUX [®] DE LUXE, fluorescent lamps [®] HQI [®] /D
	1 B	80 ... 89	LUMILUX [®] , fluorescent lamps [®] HQI [®] /NDL, WDL and HCI [®] /NDL, WDL
Good	2 A	70 ... 79	Standard fluorescent lamps 10 and 25
	2 B	60 ... 69	Standard fluorescent lamps 30
Satisfactory	3	40 ... 59	HQL
Poor	4	20 ... 39	High-pressure and low-pressure sodium discharge lamps

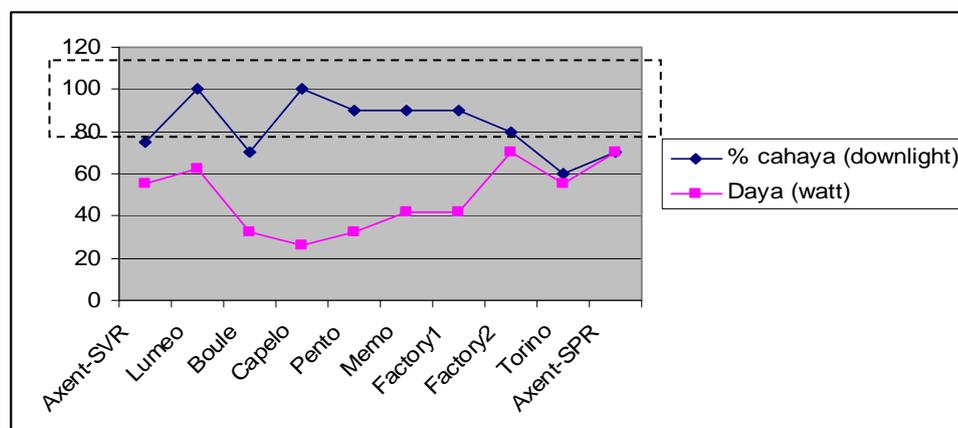
Nilai renderasi lampu yang mampu menampilkan warna dengan baik (*good*) mempunyai nilai CRI >60. Renderasi warna pada sumber cahaya dipilih yang mempunyai renderasi warna yang baik karena kegiatan penulisan batik termasuk dalam kegiatan yang berkaitan penampilan warna.

5.4. Jenis Lumener dan Pola Distribusi Cahaya (Photometri)

Studi selanjutnya menggunakan bidang kerja dengan latar warna tua (coklat tua) karena merupakan warna latar yang memiliki kontras warna terkecil terhadap warna lilin batik. Dengan warna tua, sudah dapat mewakili studi warna latar yang lebih muda. Dari studi 10 jenis lumener pada gambar di bawah menunjukkan photometri lumener mempengaruhi pencahayaan di bidang kerja.

Tabel. 5.2 . Jenis Lumener dan Photometrinya

No	Jenis Lumener	Kualitas B.Kerja	Photometri
1	Axent-SVR (CL)	Kurang terang	25% up, 75% down
2	Lumeo (Dr)	Terang cukup, kontras baik	100% down
3	Boule (Rg)	Terang baik, kontras baik	30%up, 70% down
4	Capelo (Rg)	Terang baik, kontras cukup	100% down
5	Pento (Rg)	Terang baik, kontras cukup	10% up, 90% down
6	Memo (Rg)	Terang baik, kontras cukup	10% up, 90% down
7	Factory 1 (Rg)	Terang baik, kontras cukup	10% up, 90% down
8	Factory 2 (Rg)	Terang baik, kontras baik	20% up, 80% down
9	Torino (Rg)	Terang kurang, kontras tidak baik	40% up, 60% down
10	Axent-SPR	Terang cukup, kontras tidak baik	25% up, 75% down



Gambar 5.14. Hubungan Jumlah Cahaya (*downlight*) dengan Daya Lampu

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa bentuk photometri lumener dapat mempengaruhi kualitas bidang kerja membuat. Pada photometri pencahayaan ke arah bawah (downlight) yang kurang dari 75% berdampak kurangnya kontras motif terhadap latar kain yang berwarna tua. Sedangkan pencahayaan *downlight* kurang dari 60% berdampak kepada kurangnya kontras cahaya antara area bidang kerja dengan area ruang sehingga kejelasan pada bidang kerja menjadi kurang baik. Namun ada pengecualian untuk jenis lumener *Boule* yang mana ia mempunyai distribusi cahaya 70% ke arah bawah namun tidak berdampak pada kekontrasan bidang kerja. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk photometri lampu yang seperti huruf O (lihat lampiran 5b), distribusi cahayanya menjadi lebih merata dan berpengaruh baik terhadap bidang kerja.

5.5. Reflektansi Pembatas Ruang

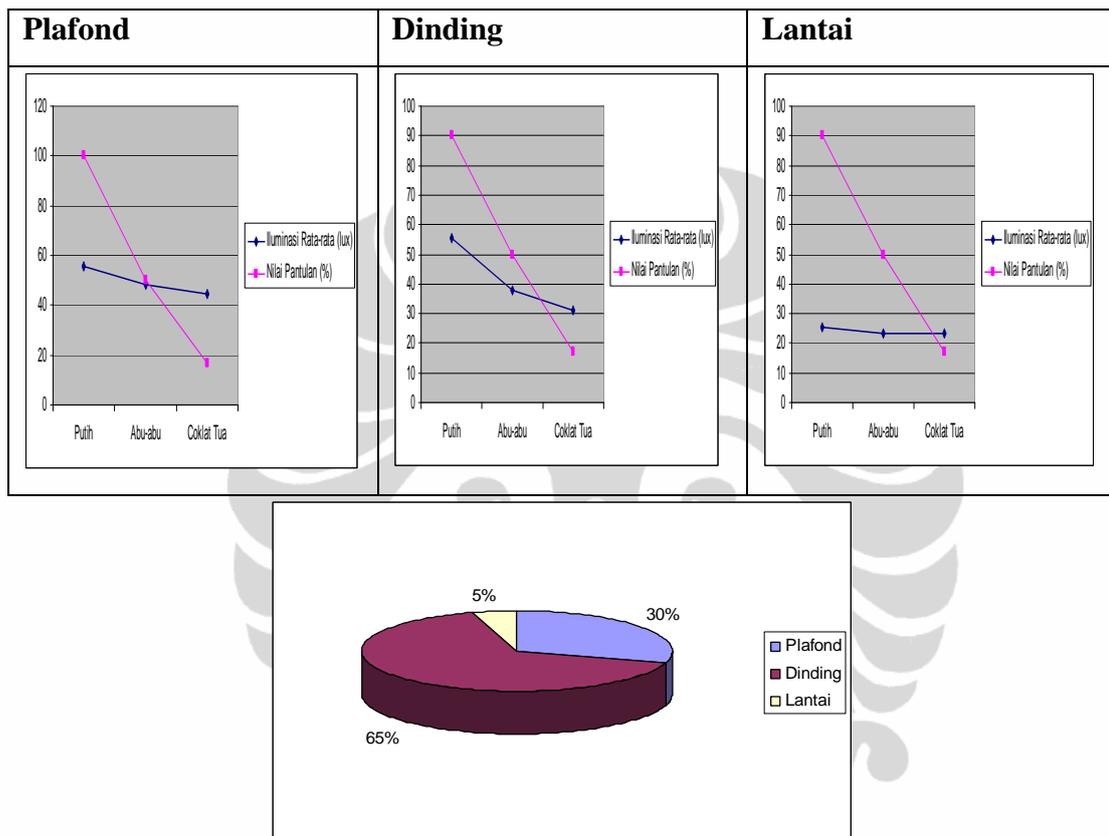
Studi pengaruh reflektansi pembatas ruang pada bidang kerja dengan Relux Professional 2007 dan jenis lampu CFL produksi megamen (BR1215i). Pada tahap ini sumber cahaya yang digunakan menggunakan 1 sumber cahaya dengan arah variasi dari kanan-atas dengan sudut datang 20° sesuai dengan hasil studi sebelumnya yang mana pada sudut tersebut dapat memberikan pencahayaan yang terbaik pada bidang kerja.

Pada studi ini dipilih beberapa material pembatas ruang yang penulis jumpai pada saat survey. Terdapat kecenderungan pemilihan material pembatas ruang berdasarkan kemudahan pemeliharaan ruang. Ruang penulisan lilin batik yang juga berfungsi sebagai ruang galeri demo membuat lebih memperhatikan segi estetika ruang daripada hanya sebagai ruang produksi.

5.5.1 Reflektansi Warna Pembatas Ruang

Dalam studi berikut dicari berapa jauh pengaruh warna dari plafond, dinding dan lantai terhadap iluminasi ruang membuat. Studi dimulai dari plafond, kemudian dinding dan terakhir lantai. Material pengujian adalah dari satu jenis material yang

setara dengan material yang dicat dengan sifat *diffuse* (istilah dalam Relux 2007 untuk material permukaan halus). Studi dilakukan dengan mengganti warna dari warna muda sampai dengan warna tua. Warna muda diwakili dengan putih, warna sedang diwakili oleh abu-abu dan warna tua diwakili dengan warna coklat tua dengan mencantumkan nilai reflektansi masing-masing.



Gambar 5.15. Pengaruh Nilai Reflektansi Plafond, Dinding dan Lantai terhadap Iluminasi Rata-rata Ruang

Gambar 5.15 menunjukkan bahwa pengaruh perubahan warna plafond dan lantai terhadap terang rata-rata ruang cukup kecil dibandingkan perubahan pada dinding. Semakin tinggi nilai pantulan atau semakin muda warna maka semakin tinggi terang rata-rata ruang. Perbandingan pengaruh antara Plafond, Dinding, dan Lantai terhadap iluminasi rata-rata juga tergambar pada diagram tersebut.

Dalam penerapan disain penggunaan variasi warna dinding berpengaruh dominan yaitu sebesar 65 % sehingga perlu berhati-hati menentukan warna dinding karena akan sangat berpengaruh kepada terang dalam ruang.

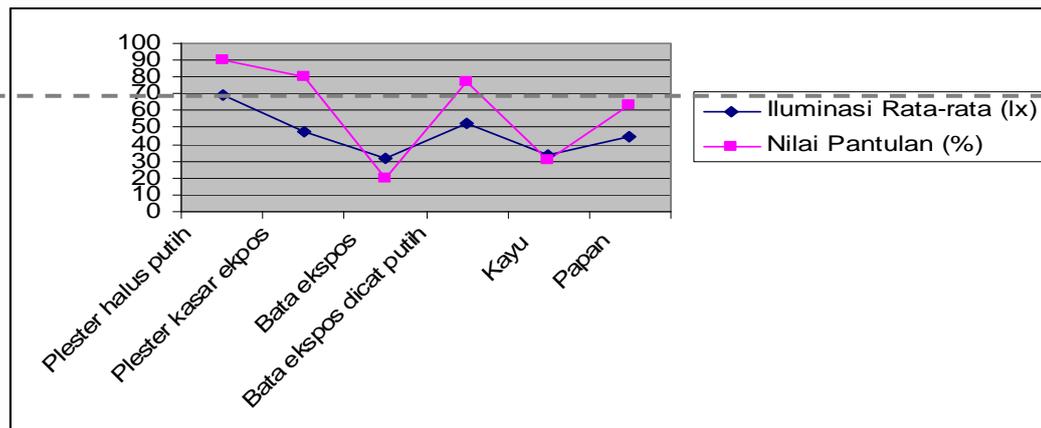
Warna Pembatas dapat mempengaruhi kondisi pencahayaan seperti yang terekam dalam kegiatan survey. Beberapa warna ruang berikut adalah warna pembatas yang ada pada tempat studi kasus, tempat survey dan bidang pembatas warna netral (putih). Pada tempat studi kasus mempunyai warna dinding merah muda dan lantai putih sedangkan pada tempat survey sebagian besar berdinding putih berjelaga sehingga cenderung abu-abu dan berlantai abu-abu.

5.5.2 Reflektansi Jenis Material Pembatas Ruang

Pada studi ini, Plafond dianggap konstan karena hanya ditemui plafond warna putih pada survey. Plafond dipilih dengan nilai refleksi 80%. Materi yang dipilih dibatasi pada material yang ditemui pada survey. Sedangkan lantai juga dianggap konstan hanya mempengaruhi sekitar 5% pada tingkat terang. Lantai yang dipilih adalah *floor cement*.

Berikut adalah materi finishing pembatas ruang yang diuji:

- (1) Dinding plester halus dicat putih
- (2) Dinding plester kasar dicat putih
- (3) Dinding bata ekspos halus
- (4) Dinding bata ekspos kasar dicat putih
- (5) Dinding kayu
- (6) Dinding papan



Plester halus putih	Plester kasar ekpos	Bata ekpos	Bata ekpos dicat putih	Kayu	Papan
E 69 lx	47,4 lx	31,5 lx	52,7 lx	33,6 lx	44,4 lx
R 90%	79,8%	20,1%	77,7%	31,1%	63%
CC kurang	kurang	baik	kurang	baik	Cukup baik

Gambar. 5.16. Grafik Hubungan antara Materi Pembatas Dinding dengan Iluminasi Rata-rata Ruang dan Kontras Bidang Kerja

Dengan menggunakan satu jenis lumener, studi padagambar 5.16 menunjukkan bahwa semakin bertekstur dan gelap warna material menyebabkan terang rata-rata ruang berkurang namun kualitas pencahayaan bidang kerja semakin baik. Apabila material dinding ruang lebih halus dan terang maka menyebabkan terang rata-rata ruang bertambah namun kualitas pencahayaan bidang kerja semakin buruk.

Dari penjelasan tersebut maka dapat diambil pedoman, sebaiknya nilai reflektansi material dinding adalah mendekati 63% pada nilai tersebut terang rata-rata ruang cukup terang dan kualitas pencahayaan bidang kerja cukup baik. Ketentuan ini juga untuk warna pembatas ruang.

5.6. Eksperimen pada Ruang Batik Elis

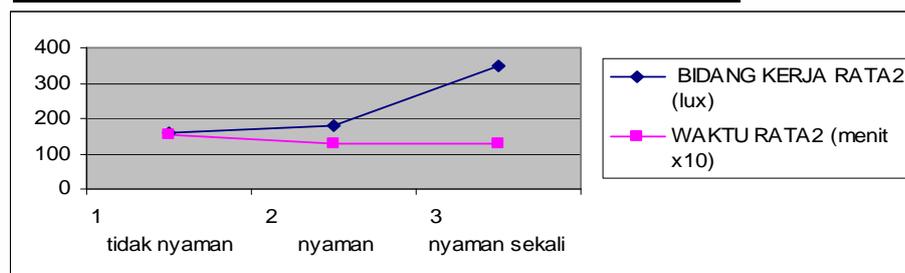
5.6.1 Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kecepatan kerja

Tahap ini dan selanjutnya merupakan studi dari penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dilaksanakan pada tempat studi kasus dengan 3 orang pembatik sebagai obyek penelitian. Tiga orang pembatik tersebut terdiri dari 1 orang pemula (membatik \pm 1 tahun) dan 2 orang pembatik senior (membatik dari usia remaja). Dari dua orang pembatik senior tersebut, satu orang adalah pemilik usaha tersebut. Usia pembatik antara 30-40 tahun. Warna kain yang distudi adalah warna kain yang memiliki kontras warna minimum dan maksimum antara lilin dan latar. Warna kain putih memiliki kontras warna minimum (CC 1,44) dan warna kain orange mewakili kontras warna maksimum (CC 4,76), lihat kembali studi kontras warna pada Lampiran 2.

Pada eksperimen ini (Tabel 5.3) menunjukkan hubungan antara intensitas pencahayaan bidang kerja dengan kecepatan pekerjaan yang diwakili dengan waktu (menit). Tabel di bawah menunjukkan bahwa semakin besar intensitas pencahayaan semakin cepat waktu penyelesaian. Ini terjadi karena semakin tinggi intensitas pencahayaan semakin memenuhi tingkat kenyamanan pembatik.

Tabel 5.3. Intensitas Pencahayaan, Kenyamanan Pembatik dan Waktu Penyelesaian dengan Latar Kain Putih

PENDAPAT PEMBATIK	BIDANG KERJA RATA2 (lux)	WAKTU RATA2 (menit)	KET:
1 tidak nyaman	160	15,3	Latar putih
2 nyaman	178	13,0	
3 nyaman sekali	350	12,7	



Gambar. 5.17. Grafik Hubungan Intensitas dengan Waktu Penyelesaian

Dari Tabel 5.3 dapat diambil kesimpulan bahwa para pembatik mulai merasa nyaman dalam membatik pada intensitas pencahayaan 178 lux. Hal di atas berlaku untuk warna kain dengan latar putih. Tabel 5.4 menunjukkan para pembatik menyatakan intensitas pencahayaan yang nyaman adalah 717 lux. Kenyamanan tersebut meningkatkan waktu kerja 3 daripada pada kondisi tidak nyaman.

Tabel 5.4. Intensitas Pencahayaan, Kenyamanan Pembatik dan Waktu Penyelesaian dengan Latar Kain Orange Tua

PENDAPAT PEMBATIK	BIDANG KERJA RATA2 (lux)	WAKTU RATA2 (menit)	KET: Latar orange tua
1 tidak nyaman	350	11,83	
2 nyaman	717	9,0	

5.6.2. Pengaruh Ukuran Detail terhadap Kecepatan Kerja

Dalam eksperimen ini detail motif dibuat pada dua ukuran yang berskala 1:0,77. Yang pertama motif berukuran satu setengah lebih besar dari motif yang kedua. Studi menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran detail motif semakin lama pekerjaan. Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan skala ukuran motif berbanding terbalik dengan pertambahan waktunya, maksudnya jika skala menjadi berkurang 2 kali lipat maka waktu penkerjaan akan bertambah 2 kali lipat. Bila dinyatakan dengan rumus adalah sebagai berikut.

Jika Skala Motif pertama = M1

Skala Motif kedua = M2, dan

Waktu penyelesaian pada skala motif pertama = W1

Waktu penyelesaian pada skala motif kedua = W2, **maka**

$M1 : M2 = W2 : W1$, atau

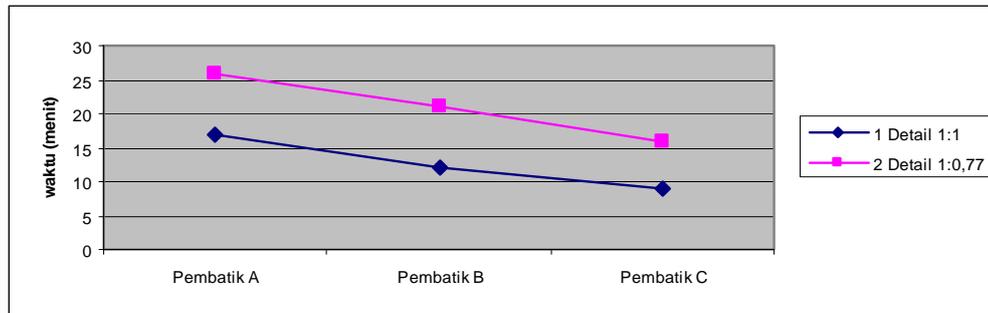
$\frac{M1}{M2} = \frac{W2}{W1}$ atau

$$W2 = \frac{M1}{M2} \times W1$$

Tabel 5.5. Skala Detail Motif, Waktu Penyelesaian dan Kenyamanan Pembatik

DETAIL MOTIF	WAKTU RATA2 (menit)			PENDAPAT PEMBATIK
	Pembatik A	Pembatik B	Pembatik C	
1 Detail 1:1	17	12	9	Nyaman sekali
2 Detail 1:0,77	26	21	16	Nyaman

KET:
300-400 lx



Gambar 5.18. Grafik Hubungan Skala Motif dengan Waktu Penyelesaian

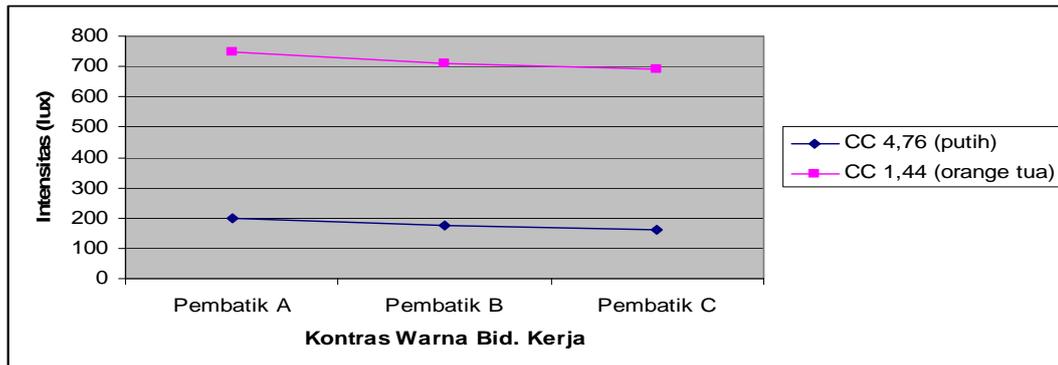
Pada Tabel 5.5 juga menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran motif maka kenyamanan penglihatan pembatik menjadi berkurang. Ini berarti bahwa detail motif yang lebih kecil membutuhkan intensitas pencahayaan yang lebih terang.

5.6.3. Pengaruh Warna Latar terhadap Intensitas Pencahayaan Bidang Kerja

Tabel 5.6 menunjukkan pengaruh warna latar kain atau lebih jelasnya kontras warna (CC) antara lilin batik dan kain (lihat kembali lampiran). Pada bidang kerja para pembatik yang dinyatakan nyaman, kontras warna yang berbeda menyebabkan kebutuhan intensitas pencahayaan yang berbeda pula. Pada warna latar putih (CC4,76) membutuhkan intensitas pencahayaan mendekati angka 200 lux sedangkan warna latar orang tua membutuhkan intensitas mendekati angka 750 lux. Jadi kesimpulannya kebutuhan intensitas pencahayaan pada bidang kerja membatik pada tempat studi kasus adalah 200 sampai dengan 750 lux. Nilai Tertinggi yang digunakan supaya dapat memenuhi kebutuhan seluruh pembatik.

Tabel 5.6. Warna Latar dan Intensitas Pencahayaan Bidang Kerja

LATAR KAIN	INTENSITAS BIDANG KERJA			KET: normal CC = 5
	Pembatik A	Pembatik B	Pembatik C	
1 Putih CC 4,76	200	174	160	
2 Orange tua CC1,44	750	710	690	



Gambar. 5.19. Grafik Hubungan Intensitas dengan Warna Latar Kain

Perubahan intensitas pencahayaan tergantung kepada warna latar kain batiknya. Pada studi kasus dengan menghitung perbandingan selisih rentang intensitas dan nilai warna kontras dapat diperkirakan kebutuhan intensitas. Perhitungan dijelaskan sebagai berikut:

Jika diketahui:

I_1 = Intensitas pada warna latar putih (200 lux)

I_2 = Intensitas pada warna latar tua (750 lux)

CC_1 = Nilai kontras warna putih (4,76)

CC_2 = Nilai kontras warna tua (1,44)

Maka intensitas yang dibutuhkan setiap penurunan 1 CC adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{I_1 - I_2}{CC_1 - CC_2} \\
 &= \frac{750 - 200}{4,76 - 1,44} \\
 &= \frac{550}{3,32} \\
 &= 165,7 \text{ lux} \approx 166 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

5.7. Kombinasi Pencahayaan

Terdapat 2 alternatif penyelesaian terhadap pencapaian efisien pencahayaan pada bidang kerja. Yang pertama adalah melengkapi sumber cahaya dengan *dimmer* (saklar untuk merubah intensitas cahaya) dan yang kedua dengan kombinasi sumber cahaya antara pencahayaan untuk satu kelompok (*Local Lighting*) dan pencahayaan individu (*Focus Lighting*). Alternatif kedua lebih sesuai untuk studi kasus karena kemudahan dalam mendapatkan perangkat pencahayaan dan pemeliharannya.

Kombinasi tersebut terdiri dari :

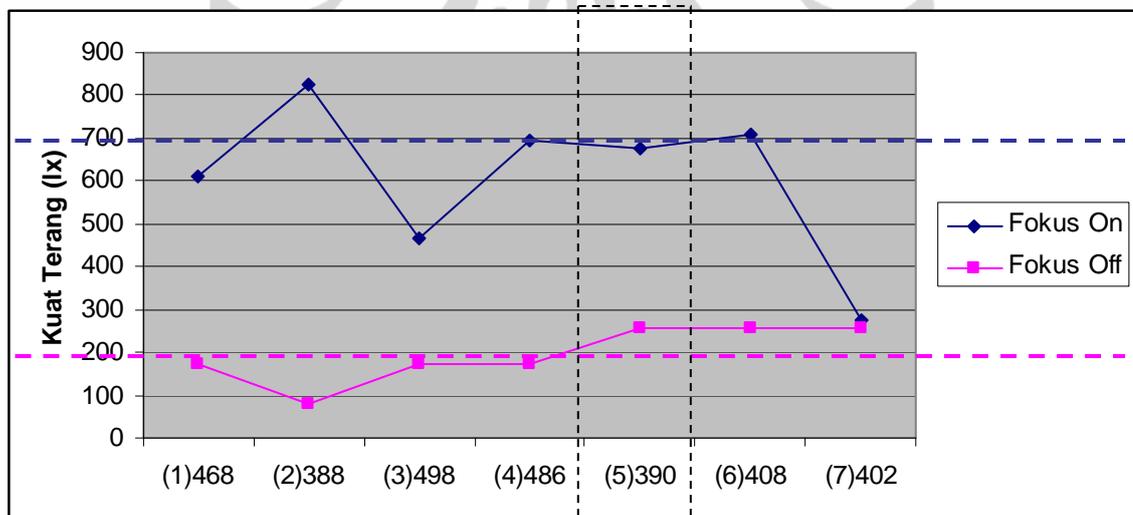
- (1) *Local Lighting* (Pencahayaan lokal); pencahayaan yang diarahkan pada kelompok kerja pembatik.
- (2) *Focus Lighting* (Pencahayaan fokus); pencahayaan yang diarahkan langsung ke bidang kerja.

Dalam studi ini, menggunakan asumsi waktu kerja rata-rata pembatik selama 8 jam. Pada studi kasus perbandingan waktu yang digunakan menyelesaikan batik dengan latar warna tua dan warna muda adalah kurang lebih 1: 4 sehingga dapat dianggap dari 8 jam waktu kerja, pembatik bekerja 2 jam dengan warna latar tua dan 6 jam dengan warna latar muda. Tujuan kombinasi pencahayaan ini adalah tercapainya intensitas pencahayaan pada bidang kerja pada peningkatan kontras latar warna kain.

Tabel 5.7. Studi Kombinasi Sumber Cahaya

No	Kombinasi Lampu	Daya Lampu I/Local Lighting (watt x jam)	Daya Lampu II/Focus Lighting (watt x jam)	Daya Gabungan/hari	Bidang kerja (lx)		KET
					Fokus on	Fokus off	
1	BR23-CE55	23 x 6 = 138	(55*3) x 2 = 330	468	609	173	-
2	IM32-B32	32 x 6 = 192	(32*3) x 2 = 192	384	825	80,4	-
3	DRG28-CE55	28 x 6 = 168	(55*3) x 2 = 330	498	467	173	FL non flood
4	SH26-CE55	26 x 6 = 156	(55*3) x 2 = 330	486	694	173	-
5	BR23-FS42	23 x 6 = 138	(42*3) x 2 = 252	390	675	256	LL highbay
6	SH26-FS42	26 x 6 = 156	(42*3) x 2 = 252	408	708	256	-
7	LE25-FS42	25 x 6 = 150	(42*3) x 2 = 252	402	273	256	FLLED

KET: Jarak Local Lighting dari lantai 2 m
Jarak Focus Lighting dari bidang kerja 0,6 m



Gambar 5.20. Grafik Hubungan Jenis Sumber Cahaya dengan Kombinasinya.

Tabel 5.7. menunjukkan bahwa hasil simulasi menunjukkan menggunakan kombinasi lampu CFL lebih efisien. Daya lampu dengan jenis pengarah cahaya *highbay* lebih efisien untuk FL. Daya lampu dengan jenis pengarah cahaya lampu sorot pada LL lebih efisien.

5.8. Desain Pencahayaan pada Ruang Batik Elis

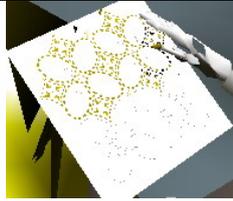
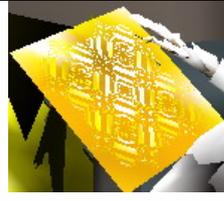
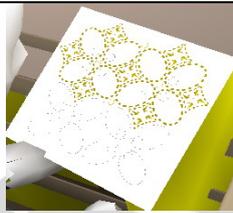
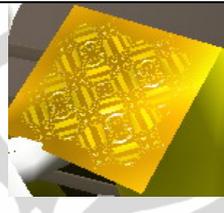
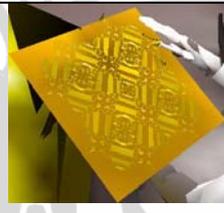
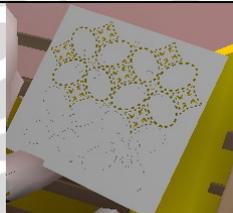
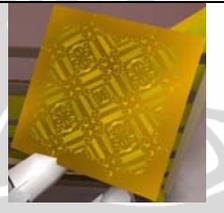
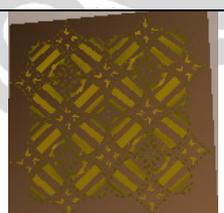
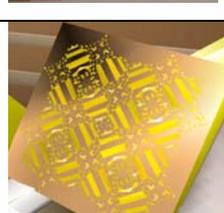
Dalam aplikasinya di tempat studi kasus, daya lampu disesuaikan dengan hasil eksperimen. Dari hasil studi eksperimen pada lampiran 8a pemakaian daya untuk intensitas ± 200 lux yaitu 55 watt dan intensitas ± 750 lux adalah 131 watt. Perkiraan perhitungan FL agar dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk latar warna muda (CC 2,50) adalah intensitas ± 530 lux berdasarkan perhitungan halaman 83. Daya lampu yang dibutuhkan untuk FL ± 100 watt (lampiran 13).

Namun studi tersebut belum melihat bagaimana kualitas kontras pada bidang kerja. Dalam bidang kerja ternyata masih terdapat kekurangan yaitu kontras yang tidak boleh terlalu tajam.

Permasalahan ini dapat terjadi karena adanya kontras pencahayaan yang sangat tajam antara ruang dan bidang kerja (lihat Gambar. 5.17 di halaman berikut). Masalah ini dapat diselesaikan dengan memilih warna pembatas ruang lebih terang dari studi sebelumnya. Pemilihan warna dinding berdasarkan warna ruang yang pada ruang studi kasus yaitu merah muda. Dengan warna dinding tersebut kontras di bidang kerja menjadi lebih baik untuk latar kain warna tua. Namun dengan perubahan tersebut, kontras warna pada bidang kerja berwarna putih menjadi kurang baik yang mana pada kondisi sebelumnya lebih baik.

Melihat perubahan ini, saya mengambil kesimpulan bahwa warna dinding lebih tua ($R < 63\%$) berpengaruh positif terhadap bidang kerja latar warna putih. Sedangkan warna dinding lebih muda ($R > 63\%$) berpengaruh negatif terhadap bidang kerja latar warna tua. Begitu pula sebaliknya, warna dinding lebih tua ($R < 63\%$) berpengaruh positif terhadap bidang kerja latar warna tua. Sedangkan warna dinding lebih muda ($R > 63\%$) berpengaruh negatif terhadap bidang kerja latar warna putih. Batasan 63% berdasarkan pada studi reflektansi material pembatas ruang. Oleh karena itu, penyelesaian dari masalah di atas dengan mengkomposisi

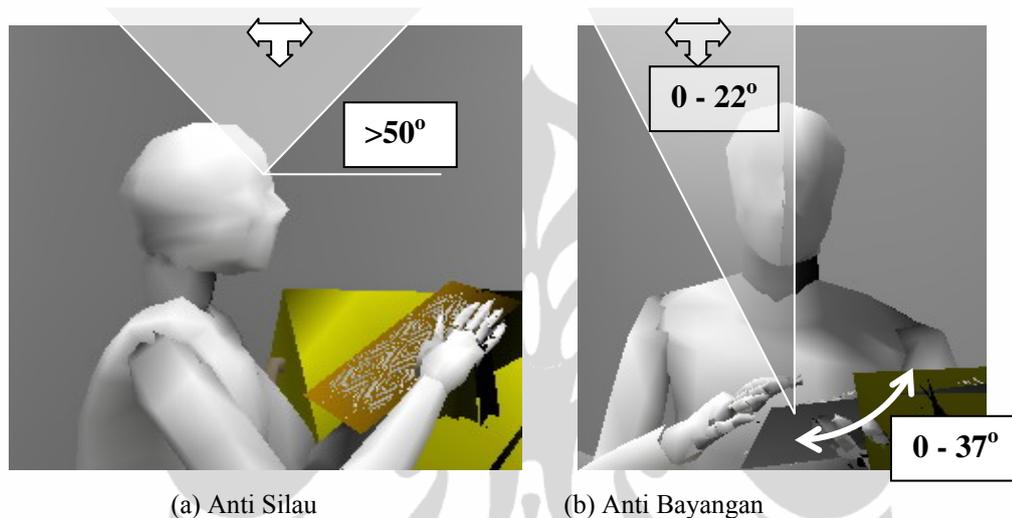
warna dinding, seperti pada Gambar 5.17 bagian C. Dengan demikian disain pencahayaan untuk ruang membuat pada studi kasus dapat terselesaikan

Dinding Ruang		Latar Putih	Latar Coklat Tua	3D Ruang
Abu-abu (50%)	Bidang Kerja Normal			 A
	Bidang Kerja Maksimum			
Merah Muda (77%)	Bidang Kerja Normal			 B
	Bidang Kerja Maksimum			
Merah Muda (77%) & Abu-abu (30%)	Bidang Kerja Normal			 C
	Bidang Kerja Maksimum			

Gambar 5.21. Perbandingan Perubahan Warna Dinding terhadap Kualitas Bidang kerja pada Ruang Batik Elis

5.9. Pembahasan

Hasil simulasi pencahayaan terhadap sekelompok pembatik (3 orang) menunjukkan perlunya berhati-hati meletakkan sumber cahaya yang menyebabkan silau dan bayangan. Untuk menghindari silau tersebut, sumber cahaya sebaiknya diletakkan di atas pandangan mata pembatik 50° dari garis horison (Gambar 5.22.a).



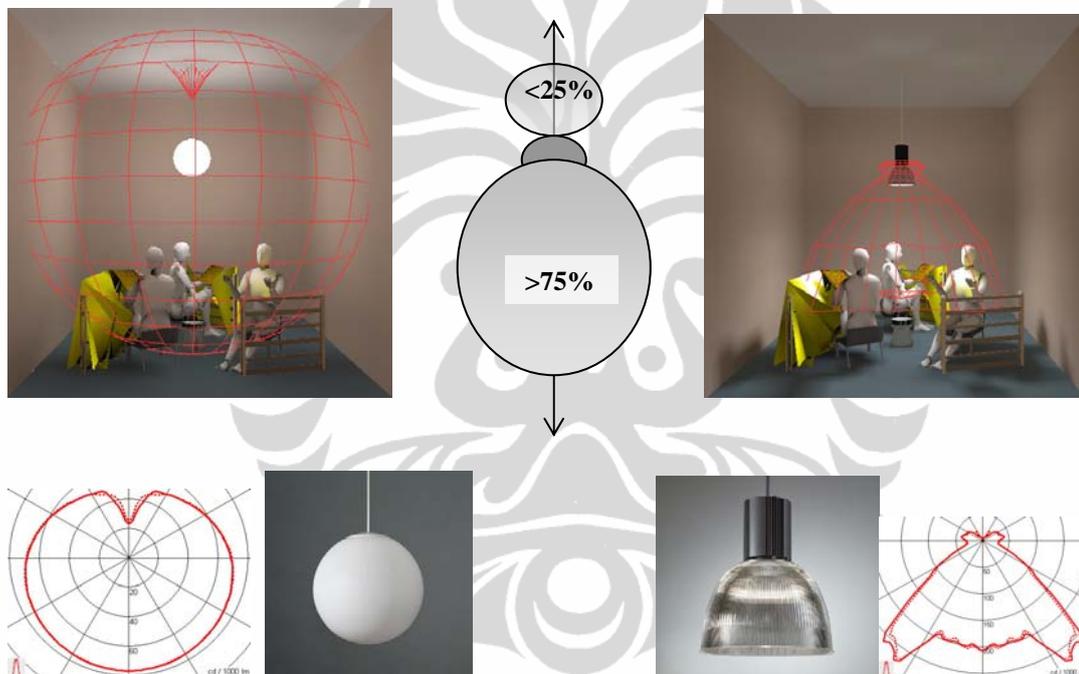
Gambar 5.22. Rentang Posisi Sumber Cahaya terhadap Silau dan Bayangan

Gambar 5.22.b menunjukkan arah sumber cahaya yang optimal terhadap pembayangan (dari atas kanan pembatik dengan sudut $0^\circ - 22^\circ$). Syaratnya rentang pergerakan bidang kerja berkisar $0^\circ - 37^\circ$. Kondisi (a) dan (b) dapat menjadi ke arah sebaliknya jika pembatik menulis dengan kanan kiri.

Pembatik membutuhkan sumber cahaya yang mempunyai intensitas cahaya yang tinggi, hemat energi, tidak flicker dan mampu menampilkan kontras warna dengan baik ($CRI > 80$). Jenis lampu yang mempunyai kriteria tersebut sebenarnya belum ada namun lampu CFL mendekati kriteria tersebut. Satu masalah lampu CFL yaitu masih berpotensi flicker. Masalah flicker tidak terjadi bila suplai energi listrik konstan dan lampu masih dalam kondisi baru. Flicker yang mungkin terjadi adalah flicker saat lampu akan menyala sempurna. Masalah flicker dapat dikurangi dengan kombinasi pencahayaan. Kombinasi pencahayaan dapat mengurangi stress penglihatan bila terjadi flicker. Kombinasi pencahayaan merupakan pilihan yang

tepat untuk mengefisienkan energi sumber cahaya, karena pengadaan dan pemeliharaan pencahayaan lebih mudah.

Pada Gambar 5.23, terdapat contoh photometri dari dua lumener yang memberi dampak yang positif terhadap kontras terang bidang kerja membatik. Photometri ini mendistribusikan cahaya $>75\%$ ke bawah (*downlight*) dan $<25\%$ ke atas (*uplight*). Jenis lumener pertama sangat efisien, dengan daya 32 watt mampu memberikan terang dan kontras yang baik untuk bidang kerja. Sedangkan jenis lumener kedua memberikan kontras warna terbaik diantara lumener lainnya.



(1) *Boule: powder coated white, matt opal glass globe*

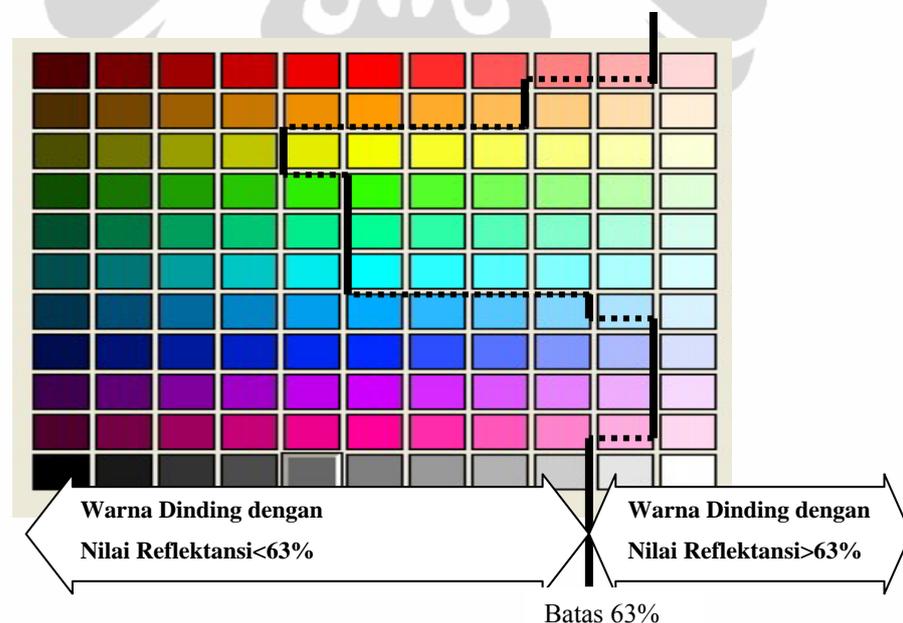
(2) *Factory; aluminium housing, powder coated silver grey, clear*

Gambar 5.23. Contoh Jenis Lumener dan Photometrinya yang Berdampak Positif terhadap Bidang Kerja

Pengaruh dari warna pembatas ruang lebih mudah diidentifikasi daripada pengaruh jenis material pembatas ruang. Pengaruh pembatas ruang didominasi oleh dinding sebesar 65% dibandingkan pengaruh plafond (30%) dan lantai (5%). Sehingga,

perubahan warna dinding akan sangat mempengaruhi kualitas pencahayaan ruang dan bidang kerja membatik.

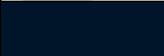
Dinding warna terang (nilai reflektansi $>63\%$) menimbulkan kontras yang buruk terhadap bidang kerja warna putih tetapi menimbulkan kontras yang baik terhadap bidang kerja warna tua. Sebaliknya dinding warna tua (nilai reflektansi $<63\%$) menimbulkan kontras yang baik kepada bidang kerja warna putih tetapi menimbulkan kontras yang buruk terhadap bidang kerja warna tua. Selain itu, dinding warna terang (nilai reflektansi $>63\%$) meningkatkan terang ruang daripada dinding warna tua (nilai reflektansi $<63\%$). Sehingga ditetapkan warna dinding dengan nilai reflektansi mendekati 63% memberikan terang ruang yang seimbang dan menimbulkan kontras warna yang baik terhadap bidang kerja warna putih dan warna tua. Gambar 5.24 menunjukkan warna dinding dengan nilai reflektansi 63% yang direkomendasikan untuk ruang membatik batik tulis. Kombinasi warna dinding dapat dilakukan dengan syarat perhitungan dari perbandingan luas dan nilai reflektansinya mendekati 63% , seperti contoh desain ruang membatik Batik Elis.



Gambar 5.24. Warna Dinding yang Disarankan untuk Ruang Membatik Batik Tulis.

Nilai kontras warna lilin terhadap warna kain batik termasuk dalam nilai kurang kontras $CC < 5$. Nilai kontras yang rendah ini menunjukkan perlunya intensitas

pencahayaan yang tinggi untuk kegiatan membatik. Sehingga, diperlukan eksperimen langsung di Rumah Batik untuk memperoleh intensitas pencahayaan yang dibutuhkan pembatik. Eksperimen pada Rumah Batik Elis menunjukkan pembatik nyaman membatik kain warna putih (CC 4,76) pada intensitas bidang kerja sebesar ± 200 lux dan pembatik nyaman membatik kain warna orange tua (CC 1,44) pada intensitas bidang kerja sebesar ± 700 lux. Artinya setiap penurunan nilai kontras sebesar 1,00 maka dibutuhkan kenaikan intensitas cahaya sebesar 166 lux. Gambar 5.25 menunjukkan nilai kontras warna beberapa kain batik. Dengan mengetahui nilai kontras (CC) maka intensitas cahaya bidang kerja dapat diperhitungkan.

No	Latar	CC	No	Latar	CC	No	Latar	CC
1		1,91	5		2,48	9		4,49
2		3,99	6		1,72	10		3,96
3		2,10	7		1,15	11		1,36
4		2,47	8		1,44	12		1,81

Gambar 5.25. Nilai Kontras Warna Lilin Batik terhadap Warna Kain

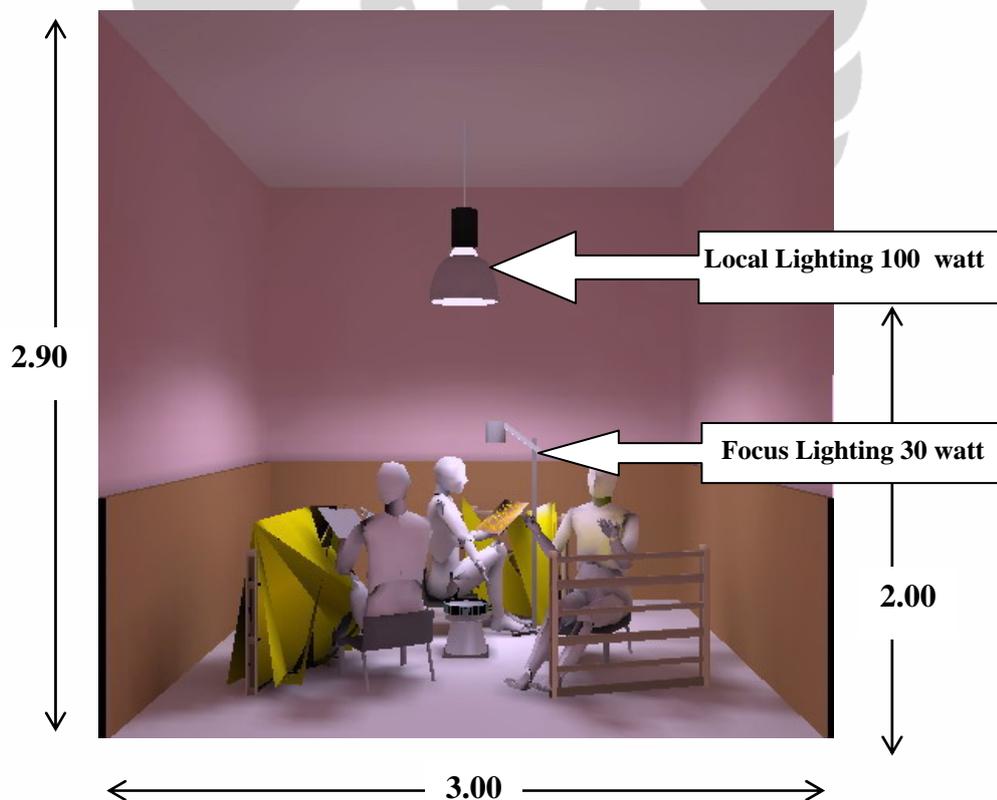
Eksperimen menunjukkan bahwa pembatik dapat menyelesaikan kain batik dengan waktu lebih cepat 2,3 menit dengan intensitas cahaya yang nyaman. Dalam perhitungan pada lampiran 11, perubahan kinerja dapat mencapai 19% dari kondisi tidak nyaman ke kondisi nyaman. Jika pengeluaran biaya diperhitungkan saat ini, maka penambahan biaya sangat kecil (Rp 3.920,- per bulan). Artinya, pencahayaan buatan tidak menyebabkan biaya yang besar dibandingkan dengan biaya pengeluaran bulanan rumah batik (70.000-100.000 per bulan). Pertambahan kinerja 19% sangat menguntungkan pembatik.

Dari eksperimen, ternyata ukuran motif batik tidak berpengaruh kepada intensitas bidang kerja, tetapi mempengaruhi waktu penyelesaiannya. Jika ukuran detail menjadi 2x lebih kecil dari ukuran awal maka waktu penyelesaian menjadi 2x lebih lama. Mengenai kecepatan kerja, eksperimen membuktikan kecepatan kerja tidak

mempengaruhi intensitas bidang kerja tetapi sebaliknya intensitas bidang kerja yang mempengaruhi kecepatan kerja pembatik.

Para pembatik di rumah batik Elis membutuhkan rentang intensitas cahaya 200 – 750 lux. Pencahayaan kelompok (*Local Lighting*) dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan kain warna putih dan muda sedangkan pencahayaan individu (*Focus Lighting*) dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan kain warna tua. Jika penulisan lilin batik pada bidang kerja warna tua jarang dilakukan, pencahayaan individu yang dapat direncanakan untuk satu pembatik saja.

Dalam disain pencahayaan ruang Batik Elis (usia pembati 30 s/d 40 tahun), pencahayaan kelompok berdaya lampu 100 watt, memenuhi intensitas pencahayaan bidang kerja sampai 500 lux. Dan, penambahan pencahayaan individu berdaya lampu 30 watt memenuhi intensitas pencahayaan bidang kerja sampai 750 lux.



Gambar 5.26. Desain Pencahayaan pada Ruang Batik Elis

Warna dasar dinding pada Ruang Batik Elis adalah warna merah muda dengan nilai reflektansi 77,3%. Reflektansi warna dinding tersebut ternyata meningkatkan terang rata-rata ruang namun menyebabkan berkurangnya kualitas kontras bidang kerja warna putih. Untuk menyelesaikan kekurangan tersebut, dapat dilakukan kombinasi warna dinding. Warna dinding pelengkap adalah warna coklat tua (30,4%). Luas dinding warna coklat adalah sepertiga bagian dari luas dinding ruang. Nilai reflektansi ruang menjadi 61,3% mendekati nilai 63%. Kombinasi ini menghasilkan keseimbangan kontras pada warna kain putih dan tua. Kesimpulannya, desain pencahayaan ruang membatik dapat dipengaruhi oleh kombinasi nilai reflektansi warna dinding yang mendekati nilai 63%.

