

PEMILIHAN ALTERNATIF PENGHEMATAN ENERGI PADA PROSES PRODUKSI BATIK CAP DENGAN MENGGUNAKAN METODE MCDM-PROMETHEE

Much. Djunaidi, Endah Setyaningsih
Prodi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162
much.djunaidi@ums.ac.id, endahsetyaningsih2@gmail.com

Abstrak

Batik merupakan budaya tak-benda warisan manusia bagi bangsa Indonesia yang telah diakui oleh dunia. Industri batik cap masih banyak dikelola oleh masyarakat secara tradisional. Penggunaan energi dalam proses pembuatan batik cap perlu ditingkatkan efisiensinya. Artikel ini membahas tingkat efisiensi energi pada pembuatan batik cap, pada UMKM yang ada di Kampung Batik Laweyan, disertai dengan usulan alternatif untuk peningkatan efisiensi energinya. Perhitungan efisiensi energi dilakukan pada tiap proses yang dilakukan dalam pembuatan batik cap. Usulan perbaikan dilakukan pada proses yang kurang efisien, dengan menggunakan metode multi-criteria decision making (MCDM) - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE). Dari analisis diperoleh bahwa tiap proses memerlukan jenis energi yang berbeda. Usulan perbaikan yang dihasilkan juga berbeda-beda untuk masing-masing jenis energi.

Kata kunci: batik cap, penghematan energi, pengambilan keputusan, PROMETHEE

I. PENDAHULUAN

Batik merupakan keseluruhan teknik, teknologi, dan pengembangan motif yang menjadi budayadi Indonesia. Industri batik merupakan industri yang cukup berkembang di berbagai daerah di Indonesia, dengan kekhasan yang dimiliki oleh masing-masing daerah. Batik Indonesia yang sudah diakui oleh UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) sebagai budaya tak-benda warisan manusia (*the intangible cultural heritage of humanity*) pada tahun 2009 [1].

UNESCO mengakui bahwa batik menjadi simbol budaya rakyat Indonesia, mulai dari lahir sampai meninggal. Bayi digendong dengan batik yang memiliki corak pembawa keberuntungan, dan yang meninggal juga ditutup dengan kain batik. Pakaian sehari-hari dipakai secara rutin dalam kegiatan bisnis dan akademis memiliki corak tertentu. Berbagai corak yang lain dipakai dalam berbagai upacara adat, seperti pernikahan, kehamilan, dan berbagai penampilan kesenian. Kain batik bahkan memainkan peran utama dalam ritual tertentu [2].

Batik terkait dengan identitas budaya rakyat Indonesia. Beragam corak batik yang ada di Indonesia menandakan adanya berbagai pengaruh dari luar negeri. Ada pengaruh dari kaligrafi Arab, bunga *cherry* dari Jepang, burung *phoenix* dari China, sampai burung merak dari India atau Persia, menandakan keterbukaan bangsa Indonesia. Tradisi membuat batik diturunkan dari generasi ke generasi, dan melalui berbagai arti simbolik dari warna dan corak mengekspresikan kreatifitas dan spiritual rakyat Indonesia [3].

Kota Solo merupakan salah satu kota penghasil batik yang terkenal di Jawa Tengah. Salah satu sentra UKM penghasil batik di kota Solo adalah Kampung Batik Laweyan. Batik mempunyai berbagai jenis, seperti batik cap, batik tulis, batik printing, dan sebagainya. Seiring dengan perkembangan zaman batik dituntut dapat bersaing dengan produk lain. Produk batik harus mempunyai keunggulan dibandingkan dengan produk pesaing. Saat ini Forum Pengembangan Kampong Batik Laweyan (FPKBL) yang merupakan organisasi yang memiliki perhatian pada pengembangan usaha batik, berencana menjadikan batik Laweyan sebagai pelopor *green-eco* batik [4].

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan *green-eco* batik adalah penggunaan energi dalam proses produksi batik. Tingkat penggunaan energi dalam proses produksi akan memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan [5]. Oleh karena

itu, pengelolaan energi baik dari sisi *supply* maupun dari sisi *demand* perlu diperhatikan dengan seksama. Dari sisi *demand*, perusahaan perlu melakukan konservasi energi dalam proses produksinya. Hal ini dikarenakan penggunaan energi yang belum efisien [6].

Upaya untuk konservasi energi antara lain dapat dilakukan dengan penghematan konsumsi energi [7]. Hal ini juga selaras dengan target pemerintah Indonesia untuk meningkatkan mitigasi gas rumah kaca dan mewujudkan *sustainable development goal* (SDG), serta mewujudkan ketahanan energi nasional dengan mengembangkan konsep industri hijau (*green industry*). Industri hijau adalah industri yang dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan [8]. Peningkatan produktivitas perusahaan dapat dicapai dengan peningkatan efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya [9].

Usaha yang perlu ditempuh oleh perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan sumber daya energi, perlu mempertimbangkan berbagai hal yang terkait dengan permasalahan tersebut. Pendekatan yang dilakukan dengan mengakomodasi berbagai kriteria dalam mengambil keputusan sering disebut dengan *multi-criteria decision making* (MCDM) [10]. Beberapa perangkat telah dikembangkan untuk melakukan analisis dengan kriteria majemuk ini. Salah satunya adalah dengan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) [11].

Metode MCDM – PROMETHEE telah digunakan untuk melakukan audit energi dan penentuan konservasi energi yang akan dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya [12]. Metode MCDM – PROMETHEE yang dikombinasikan dengan *analytical network process* (ANP) juga telah digunakan untuk melakukan pemilihan alternatif penghematan listrik di perusahaan [13]. Artikel ini akan membahas penggunaan sumber daya energi dalam proses produksi batik cap yang ada di Kampung Batik Laweyan dan merumuskan alternatif usaha peningkatan efisiensi penggunaan sumber energi tersebut dengan metode MCDM – PROMETHEE.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada proses pembuatan batik cap, alat yang digunakan yaitu cap (semacam stempel besar yang terbuat dari tembaga) yang sudah didesain dengan motif tertentu dengan ukuran 20cm x 20cm. Proses pembuatan batik cap dilakukan dengan urutan proses berikut: (1) Kain mori diletakkan di atas meja dengan alas dibawahnya menggunakan bahan yang empuk, (2) Lilin (*wax*) direbus hingga suhu 60 – 70 °C, (3) Cap dicelupkan ke lilin yang telah mencair dengan kedalaman 2cm saja dari bagian bawah cap, (4) Kemudian kain mori dicap dengan tekanan yang cukup supaya rapih. Pada proses ini, cairan malam akan meresap ke dalam porikain mori dan membentuk motif tertentu, (5) Proses pewarnaan dengan mencelupkan kain mori yang sudah dicap ke dalam tangki yang berisi cairan pewarna, (6) Kain mori direbus supaya cairan malam yang menempel hilang dari kain, atau dikenal sebagai proses *pelorodan*, (7) Proses pengecapan, pewarnaan, dan *pelorodan* diulangi kembali, jika ingin diberikan kombinasi beberapa warna, (8) Proses pembersihan dan pencerahan warna dengan menggunakan soda, (9) Pengeringan kain dengan cara dijemur [14].

Pengamatan dilakukan pada proses produksi yang memerlukan sumber daya energi, dengan mencatat hasil produksi pada proses tersebut dan kuantitas sumber daya. Berdasarkan pengamatan awal, proses produksi yang memerlukan sumber daya energi meliputi proses pengecapan, proses pewarnaan, proses pencucian, dan proses *pelorodan*. Perhitungan efisiensi dilakukan berdasarkan jumlah hasil produksi dibagi dengan kuantitas sumber daya yang digunakan. Untuk menyamakan satuan energi yang berbeda dari beberapa jenis energi yang digunakan digunakan referensi [15].

Penentuan alternatif penghematan sumber daya energi pada proses produksi batik cap dilakukan dengan melakukan wawancara dengan *stakeholder* yang terkait dalam proses tersebut. Alternatif yang diusulkan memperhatikan sistem pengelolaan energi yang berkelanjutan [16]. Pemilihan alternatif dilakukan dengan menggunakan metode

PROMETHEE, dimana penilaian preferensi bobot kriteria dilakukan oleh pemilik usaha yang dianggap memiliki kapabilitas yang memadai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Artikel ini disusun berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada proses pembuatan batik cap di UKM Batik Supriyarso, yang terletak di dalam wilayah Kampong Batik Laweyan, Kota Surakarta. Pengamatan dilakukan pada bulan Juni 2017.

Konsumsi energi pada proses pembuatan batik cap terjadi pada beberapa tahapan proses. Konsumen energi pada tiap tahap proses, dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penggunaan energi untuk proses pembuatan batik cap dapat dikelompokkan dalam bentuk energi listrik, energi air, energi elpiji atau gas, dan energi kayu bakar.

Tabel 1. Jenis energi pada proses pembuatan batik cap

No.	Tahap proses	Ragam penggunaan energi
1.	Proses pengecapan	1. Penggunaan listrik untuk lampu penerangan ruangan. 2. Penggunaan gas LPG untuk mencairkan lilin (<i>wax</i>).
2.	Proses pewarnaan	1. Penggunaan air untuk melarutkan biang warna. 2. Penggunaan listrik untuk menjalankan mesin pewarna.
3.	Proses pencucian	1. Penggunaan air untuk melarutkan kotoran. 2. Penggunaan energi listrik untuk mengalirkan air pada bak pencucian.
4.	Proses pelorodan	1. Penggunaan air untuk me- <i>lorod</i> -kan lilin (<i>wax</i>). 2. Penggunaan energi listrik untuk mengalirkan air ke bak pelorodan. 3. Penggunaan kayu bakar pada pemanasan air untuk pelorodan.

Perhitungan konsumsi energi untuk proses pembuatan batik cap dilakukan untuk masing-masing jenis sumber daya energi yang digunakan. Penggunaan energi listrik ditunjukkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5. Tabel 2 menunjukkan penggunaan pada proses pengecapan, yaitu untuk penerangan ruangan, dengan konsumsi sebesar 6,889 Wh per potong. Tabel 3 menunjukkan konsumsi untuk menjalankan mesin pewarna, dengan tingkat konsumsi sebesar 0,368 Wh per potong. Tabel 4 menunjukkan energi untuk pengisian air pada bak pencucian, dimana konsumsi energi listrik rata-ratanya adalah 3,956 Wh per potong. Tabel 5 menunjukkan energi untuk pengisian air pada bak *pelorodan* dengan konsumsi sebesar 0,029 Wh per potong.

Tabel 2. Penggunaan energi listrik untuk proses pengecapan

Hari	Daya lampu (Watt)	Pemakaian (jam)	Total energi (Wh)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi energi (Wh/ptg)
2 Juni	135	7	945	125	7,56
3 Juni	120	7	840	125	6,72
5 Juni	135	7	945	140	6,75
6 Juni	135	7	945	150	6,30
7 Juni	96	7	672	150	4,48
9 Juni	120	7	840	105	8,00
10 Juni	135	7	945	90	10,50
12 Juni	120	7	840	100	8,40
13 Juni	105	7	735	130	5,65
14 Juni	135	7	945	125	7,56
15 Juni	120	7	840	145	5,79
16 Juni	135	7	945	125	7,56
Rata-rata	123,84	7	866,86	125,833	6,889

Tabel 3. Penggunaan energi listrik untuk mesin pewarna

Hari	Daya mesin (Watt)	Pemakaian (jam)	Total energi (Wh)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi energi (Wh/ptg)
2 Juni	100	0,467	46,667	125	0,373
3 Juni	100	0,583	58,333	125	0,467
5 Juni	100	0,583	58,333	140	0,417
6 Juni	100	0,500	50,000	150	0,333
7 Juni	100	0,333	33,333	150	0,222
9 Juni	100	0,367	36,667	105	0,349
10 Juni	100	0,333	33,333	90	0,370
12 Juni	100	0,467	46,667	100	0,467
13 Juni	100	0,433	43,333	130	0,333
14 Juni	100	0,458	45,833	125	0,367
15 Juni	100	0,442	44,147	145	0,305
16 Juni	100	0,517	51,667	125	0,413
Rata-rata	100	0,457	45,667	125,833	0,368

Tabel 4. Penggunaan energi listrik untuk pengisian air bak pencucian

Hari	Daya mesin (Watt)	Pemakaian (jam)	Total energi (Wh)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi energi (Wh/ptg)
2 Juni	200	2,489	497,778	125	3,982
3 Juni	200	2,489	497,778	125	3,982
5 Juni	200	2,489	497,778	140	3,556
6 Juni	200	2,489	497,778	150	3,318
7 Juni	200	2,489	497,778	150	3,318
9 Juni	200	2,489	497,778	105	4,741
10 Juni	200	2,489	497,778	90	5,531
12 Juni	200	2,489	497,778	100	4,978
13 Juni	200	2,489	497,778	130	3,829
14 Juni	200	2,489	497,778	125	3,982
15 Juni	200	2,489	497,778	145	3,433
16 Juni	200	2,489	497,778	125	3,982
Rata-rata	200	2,489	497,778	125,833	3,956

Tabel 5. Penggunaan energi listrik untuk pengisian air bak pelorodan

Hari	Daya mesin (Watt)	Pemakaian (jam)	Total energi (Wh)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi energi (Wh/ptg)
2 Juni	200	0,049	9,878	300	0,033
4 Juni	200	0,043	8,642	390	0,022
7 Juni	200	0,051	10,123	325	0,031
11 Juni	200	0,052	10,494	325	0,032
15 Juni	200	0,059	11,728	425	0,028
Rata-rata	200	0,051	10,173	353	0,029

Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5, diketahui bahwa total konsumsi energi listrik untuk proses pembuatan batik cap secara keseluruhan adalah sebesar 11,242 Wh untuk tiap potong batik cap. Konsumsi terbesar penggunaan listrik terjadi pada proses pengecatan, yaitu untuk lampu penerangan ruangan, yaitu sebesar 6,889.

Penggunaan sumber daya air diperlihatkan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Pada proses pewarnaan, penggunaan air hanya untuk melarutkan zat pewarna dengan volume yang tidak besar, sehingga diabaikan dalam perhitungan. Tabel 6 menunjukkan penggunaan air pada proses pencucian rata-rata sebanyak 32,042 liter per potong. Tabel 7 menunjukkan penggunaan air pada proses pelorodan sebesar 0,237 liter per potong.

Tabel 6. Penggunaan air untuk proses pencucian

Hari	Volume air (liter)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi air (liter/ptg)
2 Juni	4.032	125	32,256
3 Juni	4.032	125	32,256
5 Juni	4.032	140	28,800
6 Juni	4.032	150	26,880
7 Juni	4.032	150	26,880
9 Juni	4.032	105	38,400
10 Juni	4.032	90	44,800
12 Juni	4.032	100	40,320
13 Juni	4.032	130	31,015
14 Juni	4.032	125	32,256
15 Juni	4.032	145	27,807
16 Juni	4.032	125	32,256
Rata-rata	4.032	125,833	32,042

Tabel 7. Penggunaan air untuk proses pelorodan

Hari	Volume air (liter)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi air (liter/ptg)
2 Juni	80	300	0,267
4 Juni	70	390	0,179
7 Juni	82	325	0,252
11 Juni	85	325	0,262
15 Juni	95	425	0,224
Rata-rata			0,237

Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7, dapat diketahui bahwa konsumsi air untuk pembuatan batik cap adalah sebesar 32,279 liter per potong. Konsumsi air secara dominan dilakukan pada proses pencucian, yaitu sebesar 32,042 liter per potong.

Tabel 8. Penggunaan energi gas elpiji pada proses pengecapan

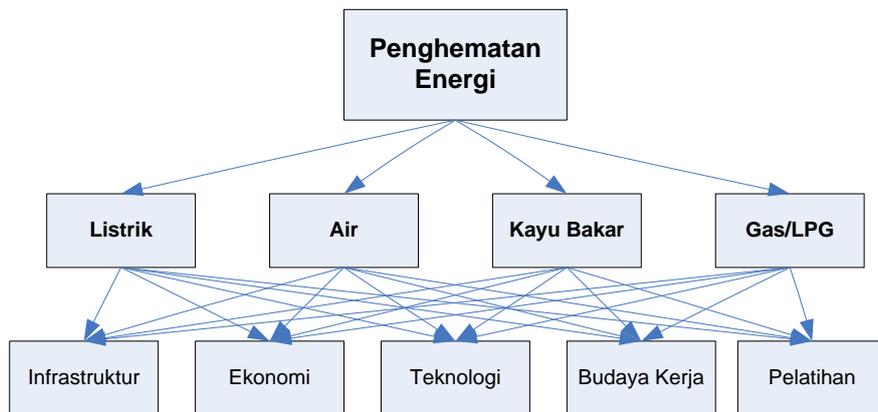
Hari	Berat gas LPG (kg)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi gas LPG (kg/ptg)
2 Juni	6	125	0,048
3 Juni	9	125	0,072
5 Juni	9	140	0,064
6 Juni	6	150	0,040
7 Juni	12	150	0,080
9 Juni	6	105	0,057
10 Juni	12	90	0,133
12 Juni	6	100	0,060
13 Juni	6	130	0,046
14 Juni	12	125	0,095
15 Juni	9	145	0,062
16 Juni	6	125	0,048
Rata-rata	8,25	125,833	0,066

Tabel 9. Penggunaan kayu bakar untuk proses pelorodan

Hari	Kuantitas kayu bakar (kg)	Jumlah Produk (ptg)	Konsumsi kayu bakar (liter/ptg)
2 Juni	92	300	0,307
4 Juni	110	390	0,282
7 Juni	102	325	0,314
11 Juni	102	325	0,314
15 Juni	119	425	0,280
Rata-rata			0,297

Tabel 8 menunjukkan tingkat konsumsi gas elpiji pada proses pengecapan sebesar 0,066 kg per potong. Dengan tingkat energi sebesar 49.235,9 kJ/kg, maka tingkat konsumsi gas elpiji pada proses pengecapan sebesar 3.249,57 kJ atau setara 903,38 Wh per potong. Tabel 9 menunjukkan konsumsi kayu bakar pada proses pelorodan sebesar 0,297 kg per potong. Dengan tingkat kalor sebesar 4.500 Wh/kg, maka diperoleh tingkat konsumsi kayu bakar pada proses pelorodan sebesar 1.336,5 Wh per potong produk batik cap.

Berdasarkan perhitungan tingkat konsumsi energi untuk tahapan proses dan berdasar jenis energi yang digunakan, disusun alternatif penghematan energi pada perusahaan. Penyusunan alternatif dilakukan dengan mempertimbangkan 5 kriteria, yaitu: (1) dukungan infrastruktur, (2) analisis kelayakan ekonomi, (3) dukungan teknologi, (4) budaya kerja para karyawan, dan (5) pelatihan yang perlu dilakukan. Gambar 1 menunjukkan pohon keputusan untuk penentuan alternatif penghematan energi yang akan dilakukan di UKM,



Gambar 1. Pohon keputusan untuk penghematan energi

Alternatif penghematan penggunaan energi listrik, meliputi: (L1) pembuatan prosedur operasional baku untuk penggunaan listrik, (L2) melakukan pekerjaan sipil minor, (L3) pengantian dengan lampu hemat energi dan (L4) pemasangan tanda-tanda penggunaan listrik. Alternatif penghematan penggunaan air, meliputi: (A1) pembuatan prosedur operasional baku untuk penggunaan air, (A2) mengubah perilaku pekerja, (A3) pemasangan tandon air, dan (A4) pemasangan tanda-tanda penggunaan air. Alternatif penghematan penggunaan kayu bakar, meliputi: (K1) modifikasi penutup tungku, (K2) mengubah perilaku pekerja, (K3) penambahan SDM, dan (K4) pelatihan SDM. Alternatif penghematan penggunaan gas elpiji, meliputi: (G1) pembuatan prosedur operasional baku untuk penggunaan gas elpiji, (G2) mengubah perilaku pekerja, (G3) modifikasi penutup kompor, dan (G4) pelatihan SDM.

Tabel 10. Rekapitulasi bobot kriteria penghematan energi listrik

Alternatif	Pembuatan prosedur operasional baku (L1)	Melakukan pekerjaan sipil minor (L2)	Pengantian dengan lampu hemat energi (L3)	Pemasangan tanda-tanda penggunaan listrik (L4)
Infrastruktur	2.5	4	2.5	4
Ekonomi	4	1	2.5	4
Teknologi	2.5	2.5	4	2.5
Budaya kerja	4	4	2.5	2.5
Pelatihan	4	2.5	1	4

Tabel 10 menunjukkan hasil penilaian bobot preferensi penilaian pada kriteria terkait upaya penghematan energi listrik. Berdasarkan perhitungan dengan metode PROMETHEE, nilai *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow*, dapat dilihat pada Tabel 11. Nilai tertinggi dengan nilai 0,03333 dapat dilakukan dengan pembuatan prosedur operasional baku (L1) dan pembuatan tanda-tanda untuk penggunaan listrik (L4). Kedua alternatif tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, dengan tingkat yang sama. Pembuatan prosedur operasional baku dapat memberikan aturan kerja yang harus dilakukan, sedangkan pembuatan tanda-tanda pada sumber energi dapat mengatur penggunaan energi sesuai kebutuhan.

Tabel 11. Perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk penghematan energi listrik

Alternatif	L1	L2	L3	L4	<i>Leaving Flow</i>	<i>Net flow</i>
L1	-	0.1	0.1	0.04	0.0667	0.0333
L2	0.0	-	0.1	0.0	0.06	0.0067
L3	0.0	0.0	-	0.0	0.0333	-0.0733
L4	0.0	0.1	0.1	-	0.0733	0.0333
<i>Entering Flow</i>	0.0333	0.0533	0.1067	0.04		

Tabel 12. Rekapitulasi bobot kriteria penghematan energi air

Kriteria	Pembuatan prosedur operasional baku (A1)	Mengubah perilaku pekerja (A2)	Pemasangan tendon air (A3)	Pemasangan tanda-tanda penggunaan air (A4)
Infrastruktur	1	1	4	4
Ekonomi	4	4	2.5	4
Teknologi	2.5	2.5	4	2.5
Budaya kerja	2.5	4	2	4
Pelatihan	2.5	4	1	4

Tabel 13. Perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk penghematan energi air

Alternatif	A1	A2	A3	A4	<i>Leaving Flow</i>	<i>Net flow</i>
A1	-	0.0	0.06	0.0	0.02	-0.0467
A2	0.04	-	0.1	0.0	0.0467	0.0067
A3	0.1	0.1	-	0.0	0.0667	-0.02
A4	0.1	0.0	0.1	-	0.0733	0.06
<i>Entering Flow</i>	0.0667	0.04	0.0867	0.0133		

Tabel 12 menunjukkan hasil penilaian bobot preferensi penilaian pada kriteria terkait upaya penghematan energi sumber daya air. Berdasarkan perhitungan dengan metode PROMETHEE, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 13. Nilai tertinggi untuk penghematan energi pada sumber air (dengan nilai 0,06) dapat dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda untuk penggunaan sumber daya air (A4). Pembuatan tanda-tanda pada sumber energi air dimaksudkan agar para pekerja dapat memanfaatkan energi sesuai kebutuhan.

Tabel 14. Rekapitulasi bobot kriteria penghematan sumber energi kayu bakar

Alternatif	Modifikasi penutup tungku (K1)	Mengubah perilaku pekerja (K2)	Penambahan sumber daya manusia (K3)	Pelatihan sumber daya manusia (K4)
Infrastruktur	4	1	1	1
Ekonomi	4	4	1	2.5
Teknologi	2.5	1	1	2.5
Budaya kerja	2.5	4	2.5	4
Pelatihan	2.5	4	2.5	4

Tabel 15. Perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk penghematan energi kayu bakar

Alternatif	K1	K2	K3	K4	<i>Leaving Flow</i>	<i>Net flow</i>
K1	-	0.1	0.1	0.06	0.0733	0.0467
K2	0.04	-	0.1	0.0	0.0467	0.0200
K3	0.0	0.0	-	0.0	0	-0.0867
K4	0.0	0.0	0.1	-	0.0467	0.0200
<i>Entering Flow</i>	0.0267	0.0267	0.0867	0.0267		

Tabel 16. Rekapitulasi bobot kriteria penghematan energi gas LPG

Alternatif	Pembuatan prosedur operasional baku (G1)	Mengubah perilaku pekerja (G2)	Modifikasi penutup kompor (G3)	Pelatihan sumber daya manusia (G4)
Infrastruktur	1	2.5	4	1
Ekonomi	4	4	2.5	4
Teknologi	2.5	1	2.5	1
Budaya kerja	2.5	4	2.5	2.5
Pelatihan	2.5	2.5	1	4

Tabel 17. Perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk penghematan energi gas

Alternatif	G1	G2	G3	G4	<i>Leaving Flow</i>	<i>Net flow</i>
G1		0.04	0.06	0.04	0.0467	0.0067
G2	0.06		0.1	0.1	0.07333	0.0333
G3	0.0	0.1		0.1	0.06	-0.0200
G4	0.0	0.0	0.1		0.04	-0.0200
<i>Entering Flow</i>	0.04	0.04	0.08	0.06		

Tabel 14 menunjukkan hasil penilaian bobot preferensi terkait upaya penghematan penggunaan kayu bakar. Berdasarkan perhitungan dengan metode PROMETHEE, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 15. Nilai tertinggi untuk penghematan penggunaan kayu bakar (dengan nilai 0,0467) melakukan modifikasi pada penutup tungku (K1). Modifikasi penutup tungku diharapkan dapat mengurangi panas yang terbuang ke lingkungan.

Tabel 16 menunjukkan hasil penilaian bobot preferensi pada kriteria terkait upaya penghematan pemakaian gas elpiji. Berdasarkan perhitungan dengan metode PROMETHEE, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 17. Nilai tertinggi untuk penghematan energi pada penggunaan gas elpiji (dengan nilai 0,0333) dapat dilakukan dengan mengubah perilaku

pekerja (G2). Perubahan perilaku pekerja dalam menggunakan gas elpiji dapat memberikan dampak kepada para pekerja untuk lebih mengetahui aturan kerja yang harus dilakukan.

IV. KESIMPULAN

Jenis energi yang digunakan pada proses pembuatan batik cap memiliki perbedaan untuk tiap tahapan proses produksinya. Tingkat konsumsi untuk tiap jenis energi pada setiap proses juga berbeda. Proses pengecapan mengkonsumsi energi listrik dan gas elpiji. Proses pencucian lebih dominan penggunaan air. Proses pelorodan lebih dominan penggunaan kayu bakar. Sedangkan proses pewarnaan relatif rendah tingkat konsumsinya. Dengan menggunakan metode MCDM – PROMETHEE, artikel ini memberikan usulan penghematan energi untuk masing-masing jenis energi. Untuk penghematan listrik, diusulkan pembuatan prosedur operasional penggunaan listrik dan memberikan tanda-tanda penggunaan listrik. Untuk penghematan air dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda penggunaan air. Untuk penghematan gas elpiji dan kayu bakar disarankan dengan melakukan modifikasi pada penutup tungku.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Musman, A.; Arini, A.B. (2011). *Batik Warisan Adiluhung Nusantara*. Yogyakarta: G-Media.
- [2] Wulandari, A. (2011). *Batik Nusantara: Makna Filosofis, Cara Pembuatan, dan Industri Batik*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- [3] Nurainun; Heriyana; Rasyimah. (2008). "Analisis industri batik di Indonesia". *Fokus Ekonomi*, Vol.7 (3), hal.: 124 – 135.
- [4] Pratomo, A.S.; Antariksa, A.; Hariyani, S. (2006). "Pelestarian kawasan kampung batik Laweyan Kota Surakarta". *Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol. 34 (2), hal.: 93 – 105.
- [5] Astra, I M. (2010). "Energi dan dampaknya terhadap lingkungan". *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 11 (2), hal.: 127–135.
- [6] So, P.Y. 2014. "Implementasi kebijakan konservasi energi di Indonesia". *E-Journal Graduate Unpar*, Vol. 1 (1), hal.: 1 – 13.
- [7] Febrian, D.R. (2015). *Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Fakultas Pertanian Lampung Menggunakan Program Microsoft Visual Basic 6.0*. Skripsi (tidak diterbitkan). Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [8] Sugiyono, A.; Anindhita, A.; Wahid, L.M.A.; Adiarso, A. (2016). *Outlook Energi Indonesia (Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau)*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- [9] Atmosoeparto, K. (2000). *Produktivitas Aktualisasi Budaya Perusahaan*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [10] Ishizaka, A.; Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- [11] Brans, J.P.; Vincke, P.H.; Mareschal, B. (1986). "How to Select and How to Rank Project: The PROMETHEE Method". *European Journal of Operational Research*, Vol. 24, pp.: 228 – 238.
- [12] Adiprama, T.R.; Ciptomulyono, U.S. (2012). "Audit energi dengan pendekatan metode MCDM–PROMETHEE untuk konservasi serta efisiensi listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya". *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1 (1), hal.: 1 – 6.
- [13] Putri, A.D.; Sugiono, S.; Sari, R.A. (2015). "Pemilihan alternatif peluang hemat energi listrik dengan pendekatan metode ANP dan PROMETHEE". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 3 (1), hal. 142–153.
- [14] Nurdalia, I. (2006). *Kajian dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Kecil Batik Cap*. Thesis (tidak diterbitkan). Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

- [15] Thumann, A.; Younger, W.J. (2008). *Handbook of Energy Audits*. UK: Taylor & Francis Ltd.
- [16] Tester, J.W.; Drake, E.M.; Driscoll, M.J.; Golay, M.W.; Peters, W.A. (2012). *Sustainable Energy: Choosing Among Options*. 2nd edition. USA: MIT Press.