

**WATER FOOTPRINT ASSESSMENT PADA PRODUKSI BATIK CAP  
(Studi kasus: UKM OGUUD)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**EKALIA YANASARI PUTRI**

**D 600 130 066**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**WATER FOOTPRINT ASSESSMENT PADA PRODUKSI BATIK CAP**

**(Studi kasus: UKM OGUUD)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**EKALIA YANASARI PUTRI**

**D 600 130 066**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen pembimbing



**Ida Nursanti, ST., M.Eng., Sc**

**NIK. 110.1172**

HALAMAN PENGESAHAN

**WATER FOOTPRINT ASSESSMENT PADA PRODUKSI BATIK CAP  
(STUDI KASUS: UKM OGUUD)**

OLEH

**EKALIA YANASARI PUTRI**

**D 600 130 066**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Jurusan Teknik Industri**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada Selasa, 29 Agustus 2017**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

1. **Ida Nursanti, ST., M., Eng., Sc**

**(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

2. **Much. Djunaidi, ST., MT.**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

3. **Hafidh Munawir, ST., M., Eng**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 29 Agustus 2017

Penulis



**Ekalia Yanasari Putri**

**D 600 130 066**

# WATER FOOTPRINT ASSESSMENT PADA PRODUKSI BATIK CAP (STUDI KASUS: UKM OGUUD)

## ABSTRAK

Batik merupakan salah satu kebanggaan rakyat Indonesia yang terkenal sampai mancanegara. Batik sudah diakui oleh UNESCO sebagai warisan dunia pada tahun 2009. Kain batik memiliki beberapa jenis yaitu batik cap, tulis, printing, lukis, dan lain-lain. Batik cap yang paling diminati oleh masyarakat Indonesia karena harganya jauh lebih murah, nyaman, dan memiliki motif yang beragam daripada batik tulis. Pada proses produksi pembuatan batik cap bahan baku yang banyak digunakan adalah air. Air adalah sumber daya alam yang memiliki fungsi tak tergantikan untuk kehidupan manusia. Sebagian besar air yang ada di Bumi adalah air laut 96,5 % dan sisanya adalah air tawar. Untuk meminimalisir air pada proses produksi batik cap dilakukan *water footprint assessment*, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui skor yang dihasilkan pada proses produksi batik cap di UKM OGUUD dan selanjutnya adalah membuat usulan perbaikan yang ditunjukkan kepada pihak ukm. Hasil perhitungan didapat *impact score* dari proses produksi batik cap adalah  $0,06 \text{ m}^3$ .

**Kata Kunci:** Batik Cap, *Water Footprint Assessment*, Air

## *Abstract*

Batik is one of Indonesian's pride that famous to worldwide. Batik has been recognized by UNESCO as world heritage in 2009. Batik have some types is stamp batik, hand-write, printing, painting, and others. Stamp batik is the most famous among all kinds of batik because it's more cheap price, comfort, and many motif the hand-write batik. On the production process of making stamp batik, the raw material that is widely used is water. Water is natural resource that has irreplaceable function for human life. Most of the water on Earth is sea water which is 96,5 % and the rest is fresh water. To minimize the water consumption on the production process of stamp batik, therefore water footprint assessment is done, the purpose of this research is to know the result score in the process of stamp batik production and the next is to make proposed improvements addressed to the ukm. The calculation result obtained from the impact score and production process of batik cap is  $0,06 \text{ m}^3$

**Keyword:** Stamp batik, Water Footprint Assessment, Water

## 1. PENDAHULUAN

Menurut peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 82, air menjadi salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan, Sebagian besar air yang ada di Bumi adalah air laut 96,5% dan sisanya adalah air tawar. Salah satu industri yang menggunakan air sebagai bahan baku adalah industri batik. Pada setiap tahapan proses

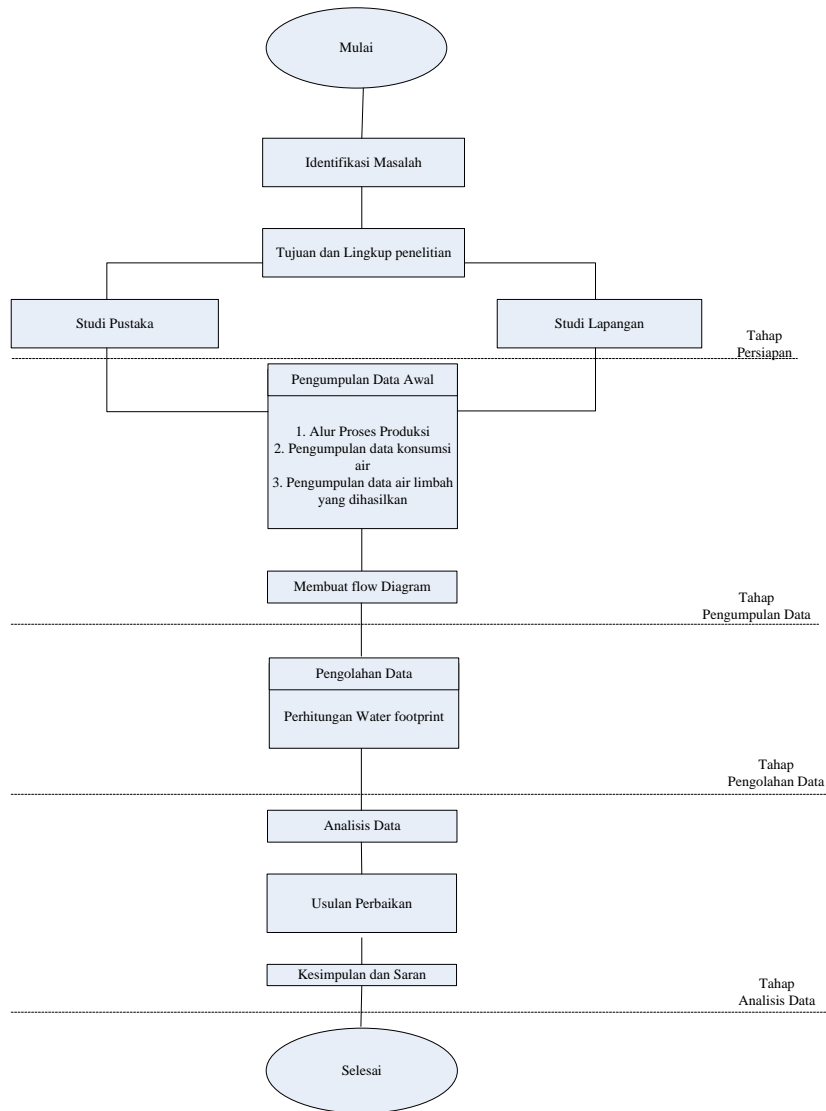
pembuatan batik menggunakan air dalam skala besar, dan mengeluarkan air buangan proses produksi juga dalam jumlah yang banyak.

Batik adalah salah satu kebanggaan rakyat Indonesia dan sudah diakui oleh UNESCO sebagai warisan dunia pada tahun 2009. Batik memiliki berbagai jenis yaitu batik cap, batik tulis, batik lukis, dan lain-lain. Di kota-kota besar di Indonesia terdapat beberapa kampung sebagai kawasan industri batik, seperti Kampong batik Laweyan yang berada di kota Surakarta.

Air yang dibutuhkan dalam industri batik berasal dari tanah, dan air sisa buangan batik dibuang ke tanah. Dapat berdampak pada pencemaran lingkungan. Air yang digunakan secara terus menerus dengan volume yang tinggi akan menyebabkan kelangkaan. Dalam rangka mempertahankan sumber daya disuatu daerah bahkan dunia perlu dilakukan *water footprint assessment*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk efisiensi penggunaan air pada proses produksi kain batik cap di UKM OGUUD.

## **2. METODE**

Pada tahapan penelitian ini dilakukan pelaksanaan penelitian beserta penjelasan keseluruhan pendukung pelaksanaan penelitian. Adapun langkah-langkah untuk pemecahan masalah dijelaskan pada gambar kerangka pemecahan masalah. Berikut ini tahapan kerangka untuk memecahkan masalah:



Gambar 2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Water footprint* pertama kali diperkenalkan oleh Hoekstra (2003) dan diuraikan kembali oleh Hoekstra dan Chapagain (2008). *Water footprint* adalah metode berkembang yang sedang semakin diterapkan untuk mengukur penggunaan air, memprioritaskan pengurangan, menilai, keberlanjutan, efisiensi, dan adil (Munro dkk, 2015). Metode ini diperkenalkan oleh T. Le vova dan M.Z Hauschild pada tahun 2011, Metode ini bukan hanya menghitung jumlah total air yang masuk ke produksi, mempertimbangkan jenis air serta berapa volume air yang dilepaskan kembali ke lingkungan dari proses produksi.

Penilaian *water footprint* dilakukan dengan persamaan 3.1 sampai dengan 3.3

*Enviromental impact of fresh water extraction*

$$IS = Q_{IM} \times CF_{IE} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

IS = Skor dampak dalam penggunaan air

$Q_{IM}$  = Jumlah air yang digunakan untuk produksi

$CF_{IE}$  = Dampak pada ekosistem

Menghitung jumlah air yang digunakan untuk produksi

$$Q_{IM} = Q_{IN} - Q_{Out} + \left( Q_{out} \times \frac{Q_{in}}{Q_{tot}} \right) + Q_{Dil} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

$Q_{IN}$  = Volume air keseluruhan untuk proses produksi

$Q_{OUT}$  = Volume air yang dibuang proses produksi

$Q_{TOT}$  = Volume air yang tersedia dari sumber air

$Q_{Dil}$  = Volume air untuk pengenceran limbah cair

Menghitung faktor karakteristik pada dampak lingkungan terhadap penggunaan air

$$CF_{IE} = \left( \frac{W_u}{WR - EWR} \right)^{(WR / (2 \times EWR))} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

$W_u$  = Kebutuhan air oleh manusia

$EWR$  = Kebutuhan air oleh lingkungan

$WR$  = Total sumber daya air yang terbarukan

### 3.1 Pengumpulan Data

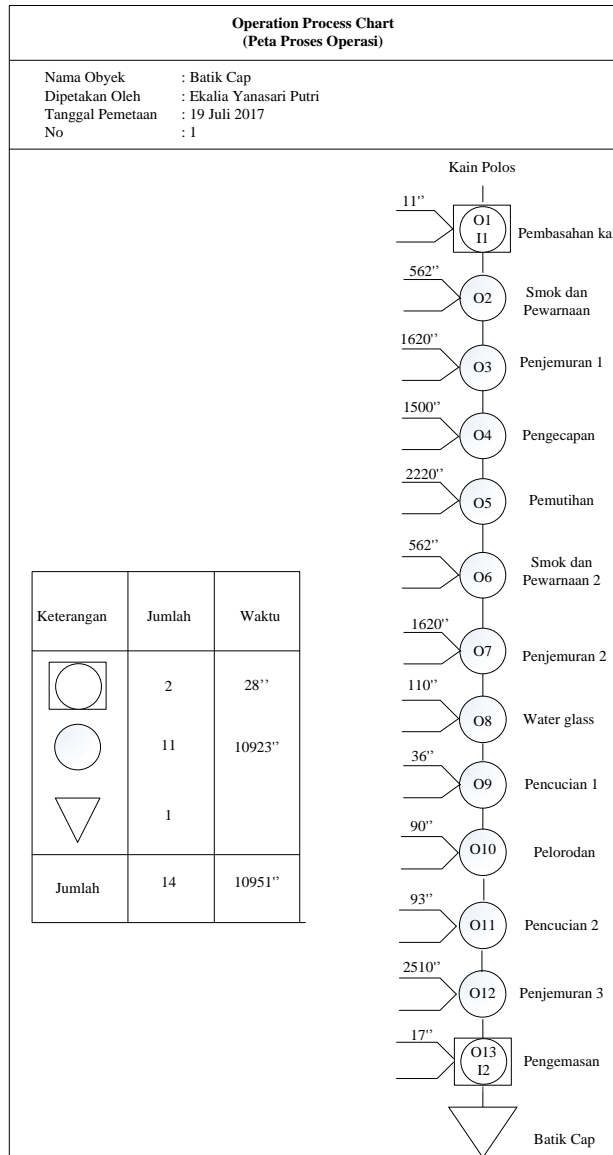
#### 3.1.1 Gambaran Umum ukm OGUUD

Ukm OGUUD didirikan pada tahun 2009 oleh pak oguud, ukm OGUUD mendistribusikan hasil produksinya kepada Batik Asi, Batik Kris, Danar Rahadi, dan lain-lain.

#### 3.1.2 Proses Pembuatan Batik Cap

Pada proses pembuatan batik cap bahan-bahan dan alat yang digunakan adalah kain mori, pewarna sintetis, air, soda as, obat, kayu bakar, tong, ember, malam atau lilin, meteran kain, alas untuk mengeringkan kain, kompor gas, alat untuk menyetrika kain, wajan, dan lain-lain. Kain yang digunakan oleh pihak ukm memiliki panjang 2,75 meter dan lebar 1,75 meter. Proses produksi batik cap dapat dilihat pada gambar OPC Batik Cap.





Gambar 3.1 OPC Batik Cap

### 3.1.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk melakukan analisa adalah sebagai berikut:

#### 3.1.3.1 Jumlah volume air ( $Q_{IN}$ )

Tahapan proses produksi yang membutuhkan air adalah pembasahan kain, smok dan pewarnaan 1, pemutihan, smok dan pewarnaan 2, water glass, pencucian 1, penglorodan.

##### a. Pembasahan air

Pada proses pembasahan air, wadah yang digunakan adalah bak berbentuk balok. Maka untuk mengetahui jumlah air yang digunakan pada proses pembasahan air tersebut dengan pendekatan volume

balok dengan ukuran 127 cm x 127 cm x 40 cm adalah  $645160 \text{ cm}^3$  atau  $0,645 \text{ m}^3$ .

b. Smok dan pewarnaan 1

Pada proses smok dan pewarnaan 1 jumlah air yang digunakan adalah 6 liter air atau  $0,006 \text{ m}^3$ , dalam sekali pewarnaan terdapat 3 warna pada kain dan setiap warna masing - masing membutuhkan 2 liter air. Untuk setiap 6 liter air dapat digunakan untuk 4 kain, terdapat 16 kain dalam sekali produksinya. Maka air yang digunakan adalah 24 liter atau  $0,024 \text{ m}^3$ .

c. Pemutihan

Proses pemutihan kain menggunakan 3 bak berbentuk balok dengan volume air yang berbeda setiap baknya. Bak pertama diisi campuran air dan sir memiliki volume yaitu  $155 \text{ cm} \times 44 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 150040 \text{ cm}^3$  atau  $0,15 \text{ m}^3$ , bak kedua berisikan campuran air dan kaporit memiliki volume air  $123 \text{ cm} \times 87 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 235422 \text{ cm}^3$  atau  $0,23 \text{ m}^3$ , bak yang terakhir berisikan air bersih dengan volume  $127 \text{ cm} \times 127 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 645160 \text{ cm}^3$  atau  $0,645 \text{ m}^3$ . Jadi, air yang digunakan pada tahapan pemutihan adalah  $1,025 \text{ m}^3$ . Perbandingan antara air dengan kaporit adalah 1 kg dengan 60 liter air, sedangkan sir perbandingannya adalah 1,5 kg dengan 25 liter air.

d. Smok dan pewarnaan 2

Pada proses smok dan pewarnaan 2 jumlah air yang digunakan adalah 6 liter air atau  $0,006 \text{ m}^3$ , dalam sekali pewarnaan terdapat 3 warna pada kain dan setiap warna masing - masing membutuhkan 2 liter air. Untuk setiap 6 liter air dapat digunakan untuk 4 kain, terdapat 16 kain dalam sekali produksinya. Maka air yang digunakan adalah 24 liter atau  $0,024 \text{ m}^3$ .

e. Water glass

Volume air yang dibutuhkan pada proses water glass adalah 40 liter air untuk pengencangan warna pada kain atau sama saja dengan  $0,04 \text{ m}^3$ .

f. Pencucian 1

Pada proses pencucian tahapannya adalah dengan mencelupkan kain pada bak dengan volumenya adalah  $127 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 457200 \text{ cm}^3$  atau  $0,457 \text{ m}^3$ .

g. Pelorodan

Pada proses pelorodan air yang digunakan berada dalam bak berbentuk tabung dengan menggunakan rumus volume tabung yaitu  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 82 \text{ cm} \times 82 \text{ cm} \times 75 \text{ cm} = 395875,5 \text{ cm}^3$  atau  $0,395 \text{ m}^3$ .

Jadi, volume air total yang digunakan untuk proses produksi batik cap adalah  $2,61016 \text{ m}^3$ .

3.1.3.2 Volume air yang terbuang ( $Q_{OUT}$ )

Pada tahapan proses produksi batik cap yang mengeluarkan air (limbah cair) adalah proses pembasahan air, pemutihan, water glass, pencucian 1. Sedangkan pewarnaan 1 dan 2 serta pelorodan tidak membuang air karena pada proses smok dan pewarnaan 1 dan 2 cairan pewarna yang digunakan habis untuk mewarnai beberapa kain, dan air yang tercampur dengan malam pada proses pelorodan didiamkan beberapa hari setelah air mengendap menjadi malam dapat digunakan kembali pada proses pengecapan. Volume air yang dibuang seluruhnya sesuai dengan warna yang diminta oleh pihak konsumen.

a. Pembasahan air

Menghitung air pada bak sesudah proses pembasahan dengan menggunakan volume balok tetapi ketinggian berkurang 3 cm karena proses pembasahan menjadi  $127 \text{ cm} \times 127 \text{ cm} \times 37 \text{ cm} = 596773 \text{ cm}^3$  atau  $0,59 \text{ m}^3$ .

b. Pemutihan

Pada proses pemutihan air yang dibuang menghitung dengan menggunakan volume balok tetapi ketinggian berkurang karena kain telah melewati proses pemutihan, ketiga bak masing masing adalah  $123 \text{ cm} \times 87 \text{ cm} \times 17 \text{ cm} = 181917 \text{ cm}^3$  atau  $0,18 \text{ m}^3$ ,  $155 \text{ cm} \times 44 \text{ cm} \times 17 \text{ cm} = 115940 \text{ cm}^3$  atau  $0,11 \text{ m}^3$ ,  $127 \text{ cm} \times 127 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$

= 564515 cm<sup>3</sup> atau 0,56 m<sup>3</sup>. Jadi, air yang terbuang pada proses pemutihan sebanyak 0,86 m<sup>3</sup>.

c. Water glass

Proses water glass air yang dikeluarkan adalah 1 liter atau 0,001 m<sup>3</sup>.

d. Pencucian 1

Menghitung air yang terbuang pada pencucian adalah dengan menghitung bak setelah proses pencucian 1, berkurangnya air berarti berkurangnya ketinggian pada setiap bak. Dengan volume bak 127 cm x 90 cm x 31 cm = 354330 cm<sup>3</sup> atau 0,35 m<sup>3</sup>

Jadi, jumlah total volume air yang terbuang dari proses produksi adalah 1,801 m<sup>3</sup>

### 3.1.3.3 Volume air pada sumber air (Q<sub>TOT</sub>)

Sumber air yang digunakan oleh UKM adalah sumur, untuk menghitung jumlah total air yang tersedia di sumur di dekatkan dengan menggunakan rumus volume total = T x Q

T adalah waktu ketika pompa dalam keadaan nyala

Q adalah debit air yang dikeluarkan dalam 1 menit (liter/menit)

$$\begin{aligned}\text{Volume total} &= T \times Q \\ &= 540 \times 11,8 \\ &= 6372 \text{ liter atau } 6,372 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### 3.1.3.4 Volume air untuk pengenceran limbah (Q<sub>DIL</sub>)

Cara menghitung pengenceran limbah dengan melakukan uji coba, yaitu dengan pengambilan sampel limbah sebanyak 5 kali 10 milimeter, masing – masing sampel berisi air bersih sebanyak 50, 100, 200, 400 dan 500 milimeter yang selanjutnya diuji dengan parameter BOD, COD dan Ph lalu dicampurkan masing – masing sampel limbah dengan air bersih. Air bersih yang digunakan untuk pengenceran limbah cair adalah  $\frac{0,32}{0,000001} \times 0,000005 = 1,6 \text{ m}^3$ . Maka air yang dibutuhkan untuk pengenceran limbah sebanyak 1,6 m<sup>3</sup>.

### 3.1.3.5 Kebutuhan air oleh manusia (Wu)

Mencari data kebutuhan air oleh manusia dengan cara mengasumsikan data kebutuhan air pada manusia dalam sehari dikali dengan jumlah penduduk yang ada di Jawa Tengah. Menurut Standar pelayanan minimal bidang sumber daya air kebutuhan air oleh manusia dalam sehari adalah  $0.06 \text{ m}^3$ . Sedangkan jumlah penduduk pada tahun 2014 yaitu sebanyak 33522663 sehingga total kebutuhan air adalah  $0,06 \times 33522663 = 2011,3597 \text{ m}^3$ .

### 3.1.3.6 Kebutuhan air oleh lingkungan (EWR)

Data statistik air bersih Jawa Tengah tentang kebutuhan air oleh lingkungan adalah  $314345655 \text{ m}^3$ .

Tabel 3.1 Volume dan proporsi air bersih yang disalurkan perusahaan air bersih di Jawa Tengah menurut kategori pelanggan, 2015

Kategori	Volume ( $\text{m}^3$ )	Persentase (%)
(1)	(2)	(3)
Sosial	11 085 446	3,50
Rumah Tangga	264 298 295	83,55
Instansi Pemerintah	11 005 012	3,48
Niaga	18 192 287	5,75
Industri	2 692 708	0,85
Khusus	9 071 907	2,87
Jumlah	316 345 655	100,00

Sumber: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah

### 3.1.3.7 Sumber air yang tersedia (WR)

Cara perhitungan sumber air yang tersedia dengan mengasumsikan data volume air baku di Jawa Tengah. volume air baku yang ada di Jawa Tengah yang dapat dilihat pada tabel 3.2 dan Jadi data sumber air yang tersedia adalah  $525597000 \text{ m}^3$ .

Tabel 3.2 Volume Air baku yang digunakan Perusahaan air bersih di Jawa tengah menurut sumbernya,2011-2015 (000m<sup>3</sup>)

Tahun	Sungai	Waduk	Mata Air	Air Tanah	Lainnya	Jumlah
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2011	81 207	35 896	204 241	93 107	10 237	424 688
2012	121 231	11 399	186 573	77 239	13 028	409 470
2013	112 526	12 482	206 598	91 441	19 316	442 363
2014	113 951	10 295	263 800	91 052	22 069	502 567
2015	104 569	36 817	257 310	110 654	16 247	525 597

Sumber: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah

### 3.1.4 Pengolahan Data

#### a. Q<sub>IM</sub>

Data Q<sub>IM</sub> didapat dengan rumus yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{IM} &= Q_{IN} - Q_{Out} + \left( Q_{out} \times \frac{Q_{in}}{Q_{tot}} \right) + Q_{Dil} \\
 &= 2,6 - 1,801 + \left( 1,801 \times \frac{2,6}{6,372} \right) + 1,6 \\
 &= 3,193 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan maka data Q<sub>IM</sub> adalah 3,193 m<sup>3</sup>.

#### b. CF<sub>IE</sub>

Data CF<sub>IE</sub> didapat dari rumus yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 CF_{IE} &= \left( \frac{Wu}{WR - EWR} \right)^{(WR / (2 \times EWR))} \\
 &= \frac{2011,35978}{525597000 - 314345655}^{(525597000 / (2 \times 314345655))} \\
 &= 0,020424409 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan maka didapat data CF<sub>IE</sub> adalah 0,020424409 m<sup>3</sup>.

#### c. IS

Data impact score juga didukung dengan pengujian limbah dengan parameter BOD, COD dan PH. Data *impact score* didapat dengan mengalikan Q<sub>IM</sub> dan CF<sub>IE</sub>. Maka hasil dari Q<sub>IM</sub> x CF<sub>IE</sub> = 3,193 x 0,020424409 = 0,06513 m<sup>3</sup>.

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses produksi pada UKM OGUUD telah digambarkan dengan *opc (operation process chart)* yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dengan 12 proses yaitu pembasahan kain, smok dan pewarnaan 1, penjemuran 1, pengecapan, pemutihan, smok dan pewarnaan 2, penjemuran 2, waterglass, pencucian 1, pelorodan, pencucian 2, penjemuran 3, pengemasan.
- b. Volume air yang dibutuhkan untuk proses produksi pembuatan batik cap adalah 2,61 m<sup>3</sup>.
- c. Volume air yang terbuang atau limbah cair yang dihasilkan oleh ukm sebanyak 1,801 m<sup>3</sup>.
- d. Setelah melakukan penelitian dan pengolahan data didapat impact score dari ukm oguud terhadap lingkungan adalah 0,06513 m<sup>3</sup>
- e. Usulan perbaikan untuk UKM OGUUD adalah pemanfaatan air hujan untuk proses produksi batik cap dan menggunakan kembali air pada proses pembasahan air, pemutihan, water glass, pencucian

#### DAFTAR PUSTAKA

- BPS Provinsi Jawa Tengah. 2010. Sensus Penduduk. Jawa Tengah: BPS Provinsi Jawa Tengah
- BPS Provinsi Jawa Tengah. 2015. Statistik Air Bersih. Jawa Tengah: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Ene SA, Carmen T, Brindusa R, Irina V. 2013. Water Footprint Assesment in the Winemaking Industry: A Case Study for a Romanian Medium Size Production Plant. *Journal of Cleaner Production*. Romania: Department of Enviromental Engineering and Management University of Lasi. Volume. 43, halaman. 122-135.
- Hoekstra, A.Y, A.K, Chapagain. 2008. Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resource. *Blackwell Publishing*. UK: Oxford.
- Chapagain, A.K, A.Y, Hoekstra. 2003. Virtual Water Flows between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products Value of Water. *Research Report Series No. 13*. Netherlands: UNESCHO-IHE.
- Iskandar, Kustiyah, Eny. 2017. Batik sebagai Identitas Kultural Bangsa Indonesia di Era Globalisasi. *GEMA THN XXX/52*. Surakarta: Universitas Islam Batik Indonesia

- Levova T, M.Z Hauschild. 2011. Assessing the Impact of Industrial Water Use in Life Cycle Assessment. *CRIP Annals- Manufacturing Technology* 60. Denmark: Department of Management Engineering University of Denmark. Volume 60, halaman 29-32.
- Munro SA, Fraser GCG, Snowball JD., Pahlov M. 2016. Water Footprint Assessment of Citrus Production: A Case Study of the Lower Sundays River Valley. *Journal of Cleaner Production*. South Africa: Department of Economics and Economic History Rhodes University.
- Mousavi S, Sami K, Bernard K. 2015. Assessing the Impact of Embodied Water in Manufacturing Systems. *Procedia CRIP* 29. Australia: Sustainable Manufacturing & Life Cycle Engineering Research Group University of New South Wales. Volume 29, halaman 80-85.
- Nurdalia, Ida. 2006. Kajian dan Analisis Peluang Penerapan Bersih pada Usaha Kecil Batik Cap. Semarang: Universitas Diponegoro. Thesis.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia: nomor 82 tahun 2001 tentang Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 14 tahun 2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang



