

# Peningkatan Produktivitas Industri Batik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan

**Ramadoni Syahputra<sup>1</sup> dan Indah Soesanti<sup>2</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

<sup>2</sup>Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Utara No. 2, Kampus UGM Yogyakarta 55281

Email: [ramadoni@umy.ac.id](mailto:ramadoni@umy.ac.id)

DOI: 10.18196/ppm.41.875

## Abstrak

UNESCO telah menobatkan bahwa batik Intangible Cultural Heritage (ICH) atau Warisan Budaya Takbenda. Salah satu batik unggulan yang cukup terkenal di Indonesia adalah batik Bantul Yogyakarta. Sebagaimana umumnya di Indonesia, industri batik saat ini berstatus pada kelas usaha kecil dan menengah (UKM). Dari sekian banyak UKM batik di Bantul, ada dua UKM yang mempunyai potensi untuk berkembang yaitu UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir. Kendala kedua UKM ini adalah proses produksi yang masih menggunakan kompor minyak tanah, sementara harga minyak tanah semakin mahal dan terkadang sulit didapat. Oleh karena itu, dalam kegiatan pengabdian ini diaplikasikan kompor listrik untuk batik dan untuk suplai daya listrik cadangan digunakan instalasi solar home system. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah memberikan hasil yang sangat bermanfaat bagi UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil meningkatkan kapasitas produksi kedua UKM. Produktivitas UKM Batik Ida Lestari meningkat dari rata-rata 200 lembar kain batik menjadi rata-rata 250 lembar per bulan. Demikian juga UKM Batik Arjo Munir, yang produktivitasnya meningkat dari rata-rata 400 lembar kain batik menjadi rata-rata 450 lembar per bulan. Peningkatan produktivitas ini dibarengi dengan peningkatan laba kotor UKM.

**Kata Kunci:** UMK batik Bantul, pemberdayaan, produktivitas, teknologi ramah lingkungan

## Pendahuluan

Batik Ida Lestari didirikan oleh keluarga Bapak Sumarwiyoto pada 2007. UKM yang bergerak dalam produksi batik tulis, batik cap, dan batik kombinasi cap dan tulis ini sebenarnya sudah dilakukan secara turun-temurun oleh leluhur beliau dan Bapak Sumarwiyoto sendiri merupakan generasi ketiga yang meneruskan usaha batik tradisional Bantul Yogyakarta ini. Berbekal warisan keterampilan tradisi membatik keluarga, keluarga Bapak Sumarwiyoto mendirikan usaha Batik Ida Lestari berlokasi di rumah pribadi yang juga merupakan warisan orangtuanya. Sejak didirikan hingga saat ini Batik Ida Lestari beralamat di Dusun Pijenan, RT 3 No. 104 Desa Wijirejo, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi batik ini cukup strategis berada di tepi jalan lintas kabupaten yang menghubungkan Kabupaten Bantul dan Kabupaten Kulonprogo.

Pada awal berdirinya pada 2007, UKM Batik Ida Lestari hanya memiliki 2 (dua) orang karyawan pembatik. Kini jumlah pembatiknya sebanyak 6 (enam) orang termasuk Bapak Sumarwiyoto dan ayahandanya, Bapak Suroso. Batik Ida Lestari sehari-harinya memproduksi batik cap, batik kombinasi cap dan tulis, dan batik tulis murni. Sebagian besar produksi batiknya adalah batik cap, dengan kapasitas produksi berkisar 200 sampai 400 lembar kain batik per bulan, disesuaikan dengan kondisi pasar. Jika pasaran sedang ramai misalnya menjelang Ramadan dan Lebaran, menjelang tahun baru, dan saat liburan sekolah (pada Juni dan Juli tiap tahun), maka kapasitas produksi dimaksimalkan hingga 400 lembar kain batik cap per bulan. Namun, jika pasaran sedang sepi maka kapasitas produksi diturunkan hingga mencapai 200 lembar kain batik

cap per bulan. Selanjutnya, untuk produksi batik kombinasi cap dan tulis, kapasitas produksi UKM batik ini rata-rata berkisar antara 80 hingga 100 lembar kain batik per bulan. Dalam memproduksi batik cap digunakan 4 buah kompor gas untuk memanaskan lilin batik. Sedang untuk produksi batik tulis murni, UKM ini hanya mampu memproduksi rata-rata sebanyak 20 lembar kain batik per bulan. Khusus batik tulis, UKM ini benar-benar menjaga kualitas dengan cara proses pembuatannya benar-benar dibatik secara tradisional dan bukan menggunakan sablon atau cap.

Dalam memproduksi batik tulis ini, untuk memanaskan lilin batiknya digunakan 2 (dua) buah kompor minyak tanah dan 1 (satu) buah kompor listrik bantuan Pemerintah Daerah Kabupaten Bantul. Jenis kompor ini dipilih karena untuk memanaskan lilin dalam produksi batik tulis hanya membutuhkan suhu pemanasan sekitar 60°C dalam waktu yang lama. Sebagai gambaran, untuk memproduksi satu lembar batik tulis sejak awal hingga selesai bisa memakan waktu hingga dua minggu. Sementara itu, harga minyak tanah cenderung naik dari waktu ke waktu, kini telah mencapai Rp10.500,00 per liter. Guna menghemat penggunaan bahan bakar minyak, bahan bakar dikombinasikan dengan penggunaan kayu dan serabut kelapa yang dibakar. Sedangkan untuk penggunaan kompor listrik, ternyata masih belum dapat dioptimalkan. Selain jumlahnya yang hanya memiliki satu kompor listrik, terdapat keterbatasan dalam ketersediaan listrik sebagaimana umumnya di desa. Kapasitas daya listrik UKM ini hanya sebesar 450 VA. Daya sebesar ini tidak hanya untuk keperluan industri batik, tetapi juga digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu lampu, pesawat televisi, mesin pompa air, setrika, dan lain-lain. Kemudian, aliran listrik di Dusun Pijenan ini juga tidak dapat dijamin kontinuitasnya. Selama ini sering terjadi pemadaman listrik baik di waktu siang hari maupun saat malam hari, terlebih jika cuaca hujan dan angin kencang. Dengan demikian, penggunaan kompor listrik yang hanya mengandalkan aliran listrik dari PLN ini tidak dapat terlalu diharapkan.

Cikal bakal Batik Arjo Munir telah ada sejak awal 1960-an, yang dirintis oleh keluarga besar Arjo Munir. Usaha batik ini sejak awalnya merupakan usaha keluarga yang dikelola oleh keluarga Arjo Munir dengan karyawan yang juga berasal dari kalangan kerabat. Sejak didirikan hingga akhir 1999, usaha batik ini masih bersifat sangat tradisional dengan hanya mempekerjakan anggota keluarga dan kerabat dekat. Selanjutnya, pada awal 2000 hingga sekarang, pimpinan Batik Arjo Munir diserahkan kepada Bapak Gunardi, putra Bapak Arjo Munir. UKM yang bergerak dalam produksi batik tulis, batik cap, dan batik kombinasi cap dan tulis ini berlokasi di Dusun Pijenan RT 3, Desa Wijirejo, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang hanya berjarak sekitar 30 meter dari lokasi Batik Ida Lestari.

Pada awal 2000, UKM Batik Arjo Munir hanya memiliki 3 (dua) orang karyawan pembatik. Kini jumlah pembatiknya sebanyak 10 (sepuluh) orang, termasuk Bapak Arjo Munir dan Bapak Gunardi. Batik Arjo Munir sehari-harinya memproduksi batik cap, batik kombinasi cap dan tulis, dan batik tulis murni. Sebagian besar produksi batiknya adalah batik cap, dengan kapasitas produksi berkisar 500 sampai 800 lembar kain batik per bulan, disesuaikan dengan kondisi pasar. Jika pasaran sedang ramai misalnya menjelang Ramadan dan Lebaran, menjelang tahun baru, dan saat liburan sekolah (pada Juni dan Juli tiap tahun), maka kapasitas produksi dimaksimalkan hingga 800 lembar kain batik cap per bulan. Namun, jika pasaran sedang sepi maka kapasitas produksi diturunkan hingga mencapai 500 lembar kain batik cap per bulan. Selanjutnya, untuk produksi batik kombinasi cap dan tulis, kapasitas produksi UKM batik ini rata-rata berkisar antara 50 hingga

80 lembar kain batik per bulan. Dalam memproduksi batik cap digunakan 6 buah kompor gas untuk memanaskan lilin batik. Sedang untuk produksi batik tulis murni, UKM ini hanya mampu memproduksi rata-rata sebanyak 5 lembar kain batik per bulan. Khusus batik tulis, UKM ini benar-benar menjaga kualitas dengan cara proses pembuatannya benar-benar dibatik secara tradisional dan bukan menggunakan sablon atau cap.

Dalam memproduksi batik tulis, untuk memanaskan lilin batiknya hanya mengandalkan 2 (dua) buah kompor minyak tanah. Penggunaan jenis kompor ini karena untuk memanaskan lilin dalam produksi batik tulis hanya membutuhkan suhu pemanasan sekitar 60°C dalam waktu yang lama, hingga mencapai dua minggu untuk menyelesaikan satu lembar kain batik. Sementara itu, harga minyak tanah cenderung naik dari waktu ke waktu, dan di masyarakat kini telah mencapai Rp11.000,00 per liter. Penggunaan bahan bakar minyak kemudian sering dikombinasikan dengan penggunaan kayu dan serabut kelapa yang dibakar untuk penghematan. UKM ini belum menggunakan kompor listrik dalam produksi batik tulis. Hal ini karena masih sulitnya mendapatkan kompor listrik, dan belum dapat optimalnya penggunaan kompor listrik karena kondisi kelistrikan Dusun Pijenan yang sering mengalami pemadaman. Kapasitas daya listrik UKM Batik Arjo Munir juga hanya sebesar 450 VA. Daya sebesar ini digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu lampu, pesawat televisi, mesin pompa air, setrika, dan lain-lain.

### **Sumber Inspirasi**

Sebenarnya UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir yang merupakan produsen batik Bantul memiliki peluang pasar *existing condition* masing-masing sebagai berikut.

- 1) UKM Batik Ida Lestari mampu memproduksi batik cap dan kombinasi berkisar 200 hingga 400 lembar kain batik per bulan, sedangkan kapasitas produksi batik tulis rata-rata hanya 20 lembar batik per bulan. Produktivitas batik tulis yang rendah ini persoalannya bukan pada kemampuan sumber daya manusia (SDM) maupun kesulitan memperoleh bahan baku kain mori dan lilin batik, melainkan hal berikut.
  - a. Banyaknya kendala dalam memproduksi batik tulis karena selama ini hanya mengandalkan kompor minyak tanah dan bahkan menggunakan kayu bakar dan serabut kelapa yang dibakar. Sejak Pemerintah melaksanakan program konversi minyak tanah ke gas (2008), salah satu sektor yang terkena dampak langsung adalah industri batik tulis. Di daerah Kabupaten Bantul dan umumnya di DI Yogyakarta, harga minyak tanah cenderung naik dari waktu ke waktu (harga terkini mencapai Rp11.000,00 per liter), bahkan sering terjadi kelangkaan minyak tanah.
  - b. Sebenarnya UKM Batik Ida Lestari telah memiliki satu buah kompor listrik untuk batik, tetapi tidak dapat diandalkan. Selain jumlahnya yang hanya satu buah, persoalan lain adalah kontinuitas aliran listrik. Kompor listrik yang digunakan di UKM ini tidak dilengkapi dengan baterai, sehingga benar-benar hanya mengandalkan aliran listrik PLN. Jika aliran listrik PLN terputus, maka kompor tidak dapat beroperasi. Aliran listrik di lokasi UKM ini sering mengalami pemadaman, baik kondisi cuaca hujan maupun cuaca cerah, karena tingkat keandalan yang rendah.

- 2) UKM Batik Arjo Munir mampu memproduksi batik cap dan kombinasi antara 150 hingga 260 lembar kain batik per minggu, sedangkan kapasitas produksi batik tulis rata-rata hanya 4 lembar batik per minggu. Produktivitas yang relatif rendah ini disebabkan oleh
  - a. selama ini hanya mengandalkan kompor minyak tanah—bahkan menggunakan kayu bakar dan serabut kelapa yang dibakar karena mahalnya harga minyak tanah dan sering terjadi kelangkaan minyak tanah,
  - b. sebenarnya UKM Batik Arjo Munir masih mengandalkan kompor minyak tanah dalam produksi batik tulis dan belum memiliki kompor listrik batik.
- 3) UKM Batik Ida Lestasi maupun Batik Arjo Munir belum berani melakukan perluasan pasar. Hal ini disebabkan oleh:
  - a. belum adanya standar mutu produk karena belum memiliki sistem *quality control* terhadap produk batiknya dan
  - b. belum adanya label resmi (merek dagang terdaftar di dinas berwenang).
- 4) Untuk energi listrik, selama ini Batik Ida Lestari dan Batik Arjo Munir menggunakan listrik dari PLN. Batik Ida Lestari berlangganan dengan kapasitas daya 450 VA dan Batik Arjo Munir berlangganan dengan kapasitas daya 450 VA. Namun, selama ini sering terjadi pemadaman listrik pada waktu-waktu yang tidak dapat diperkirakan, baik saat hujan maupun cuaca cerah, baik siang atau malam hari. Keadaan ini akan sangat menyulitkan jika akan digunakan kompor listrik dalam proses produksi batik tulis.
- 5) Jika masing-masing UKM akan meningkatkan kapasitas produksinya, baik UKM Batik Ida Lestasi maupun Batik Arjo Munir akan kekurangan SDM yang memiliki keterampilan teknis untuk *maintenance* sistem kelistrikan dan kompor listrik batik sertamanajemen produksi dan pemasaran.

## Metode

Dalam rangka meningkatkan kapasitas produksi, perluasan pasar, dan peningkatan kapasitas SDM pada mitra kegiatan UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir, dalam program pengabdian ini dilakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Kapasitas produksi batik tulis kedua UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir dapat ditingkatkan dengan cara:
  - a) menyediakan kompor listrik khusus untuk batik tulis untuk masing-masing UKM sebanyak dua buah dengan spesifikasi teknis kompor listrik untuk batik tulis (Gambar 1);
  - b) menyediakan dan memasang *solarcell home system* guna menjamin kontinuitas aliran daya listrik untuk mencatu listrik ke kompor listrik batik dan juga penerangan rumah produksi. Penyediaan *solarcell home system* ini juga berguna untuk mengatasi permasalahan di kedua UKM karena hanya memiliki kapasitas daya listrik PLN terpasang masing-masing 450 VA dan seringnya terjadi pemadaman listrik, sementara masing-masing UKM akan menggunakan daya listrik secara kontinu untuk 2 buah kompor batik sebesar  $2 \times 125 \text{ watt} = 250 \text{ watt}$ .
2. Meningkatkan perluasan pasar masing-masing UKM dengan cara:

- a) membuat standar mutu produk dengan membentuk sistem *quality control* terhadap produk batiknya dengan cara masing-masing UKM merekrut satu orang karyawan untuk ditugaskan sebagai pengawas (*supervisor*) terhadap kualitas produk batik, sekaligus terampil dalam pemeliharaan (*maintenance*) sistem kelistrikan *solarcell home system* yang baru dibangun,
  - b) mendaftarkan merek dagang (label resmi) kedua UKM ke dinas berwenang guna meningkatkan kepercayaan (*brand image*) produk batik kedua UKM di masyarakat dan meningkatkan nilai jualnya.
3. Meningkatkan kapasitas SDM di masing-masing UKM dengan cara:
- a) merekrut karyawan baru minimal 1 orang di masing-masing UKM,
  - b) melakukan pelatihan manajemen, teknis produksi, dan pemeliharaan (*maintenance*) dengan menggunakan kompor listrik batik dan sistem kelistrikan yang baru yaitu *solarcell home system*.

### Hasil dan Pembahasan

Karya yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Pengadaan kompor listrik khusus batik tulis yang sebanyak dua buah masing-masing untuk UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir, dengan spesifikasi:
 

Daya	:	125 wat;
Tegangan	:	220 volt
Suhu kerja	:	60°C–90°C
Dimensi	:	180 x 180 x 220 mm



Gambar 1. Kompor listrik untuk batik berdaya 125W

2. Instalasi *solarcell home system* untuk masing-masing UKM guna menjamin ketersediaan aliran listrik yang mencatu kompor listrik dan untuk penerangan rumah produksi batik.

Spesifikasi teknis solar panel 400W untuk batik tulis:

PM	:	@ 50 watt;	VOC	:	21,6 volt
ISC	:	2,98 A;	VMP	:	17,6 volt
IMP	:	2,85 A			

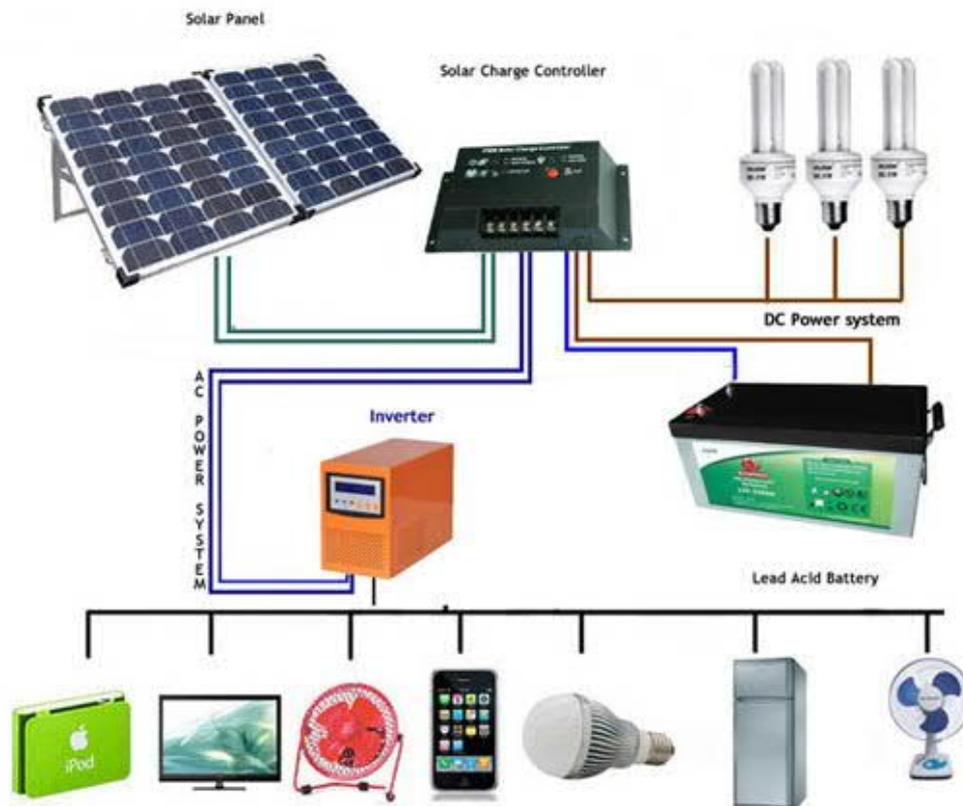
Tegangan sistem maks. : 1000 volt

Dimensi : 835 x 540 x 28 mm

Kondisi uji : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup>25°C

Kondisi geografis negara Indonesia yang terletak di daerah tropis yang dilalui garis khatulistiwa merupakan anugerah tersendiri bagi masyarakat Indonesia jika dikaitkan dengan potensi sumber energi listrik yang berasal dari sinar matahari. Pada tengah hari yang cerah, radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt/m<sup>2</sup>. Jika sebuah piranti semikonductor seluas 1 m<sup>2</sup> memiliki efisiensi 10 %, maka modul solar sel ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt [1-3]. Saat ini efisiensi modul solar sel komersial berkisar antara 5–15 % tergantung material penyusunnya [4-5]. Dalam skala nasional, Pemerintah Indonesia juga tengah serius menjalankan program pemanfaatan energi terbarukan yang salah satunya adalah energi surya ini [6].

Gambar 2 menunjukkan skema *solar home system* yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini. Komponen *solar home system* terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, baterai, inverter daya, dan peralatan penghubung yaitu kabel-kabel dan stop kontak. Selanjutnya pada Gambar 3 ditunjukkan proses pemasangan instalasi *solar home system* di lokasi mitra Batik Ida Lestari.

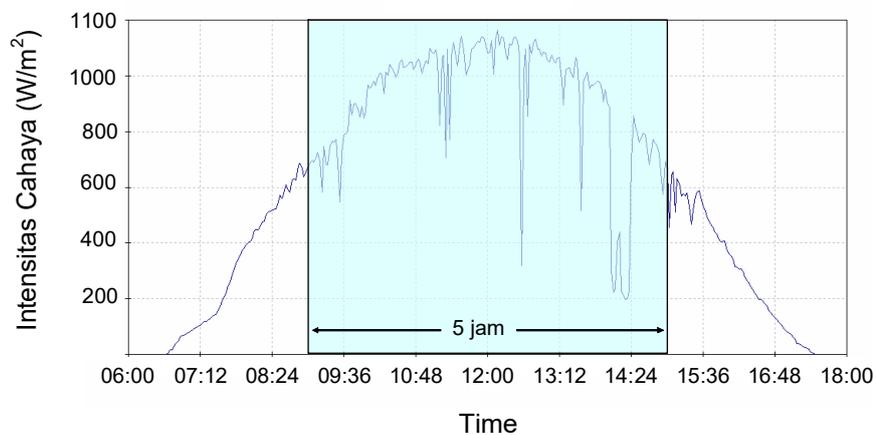


Gambar 2. Skema solar home system



Gambar 3. Pemasangan instalasi solar home system di UKM batik Ida Lestari

Karya utama dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah instalasi *solar home system* di UKM yang bergerak dalam industri batik. Fungsi utama *solar home system* ini adalah sebagai pencatu daya listrik untuk beban kompor listrik untuk batik dengan kapasitas daya setiap kompor sebesar 125 watt. Produksi energi listrik *solar home system* ini sangat tergantung kepada cahaya matahari. Dalam satu hari, cahaya matahari yang paling efektif untuk menghasilkan energi listrik hanya dalam waktu selama 5 jam, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik insulasi harian matahari [5]

Insulasi matahari (Gambar 4) dapat ditentukan sebagai berikut.

1. Insulasi sinar matahari dapat diperkirakan keadaannya dengan meramalkan kondisi cuaca.
2. Data prakiraan cuaca berupa lama matahari memancarkan sinarnya bisa kita peroleh dari badan meteorologi dan geofisika.
3. Waktu lamanya matahari memancarkan sinarnya dikonversi ke dalam *peak sun hours*.

Pengujian *solar home system* dengan dengan beban satu buah kompor listrik untuk batik diuraikan sebagai berikut.

Jenis beban	: Kompor listrik untuk batik
Daya	: 125 watt
Tegangan	: 220 volt
Arus	: 0,6 A
Frekuensi	: 50 Hz
Tempat Pengujian	: UKM Batik Ida Lestasi

Setelah sel surya disinari cahaya matahari selama 5 jam, sel surya dapat digunakan dengan beban daya 125 watt selama 2 jam, yang diuraikan sebagai berikut.

- Spesifikasi sel surya : 50 watt
- Waktu penjemuran maksimal : 5 jam
- Energi yang dihasilkan 50 x 5 : 250 watt-jam
- Lama pemakaian beban :  $250/125 = 2$  jam

Dengan demikian, aplikasi *solar home system* pada UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir sangat membantu kontinuitas produksi batik. Hal ini sesuai dengan kebutuhan di kedua UKM yang selama ini sering mengalami pemadaman listrik sehingga mengganggu proses produksi batik terutama jika menggunakan kompor listrik untuk batik.

## Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah memberikan hasil yang sangat bermanfaat bagi UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir. Pengabdian kepada masyarakat dengan kegiatan utama instalasi *solar home system* dan pengadaan kompor listrik untuk batik ini telah berhasil meningkatkan kapasitas produksi kedua UKM. Produktivitas UKM Batik Ida Lestari meningkat dari rata-rata 200 lembar kain batik menjadi rata-rata 250 lembar per bulan. Demikian juga UKM Batik Arjo Munir, yang produktivitasnya meningkat dari rata-rata 400 lembar kain batik menjadi rata-rata 450 lembar per bulan. Peningkatan produktivitas ini dibarengi dengan peningkatan laba kotor UKM.

## Dampak dan Manfaat

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah dirasakan dampak dan manfaatnya bagi UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir. Dampak dan manfaat yang telah dirasakan melalui kegiatan pengabdian ini adalah sebagai berikut.

1. Kapasitas produksi batik tulis kedua UKM Batik Ida Lestari dan UKM Batik Arjo Munir telah meningkat dengan perincian sebagai berikut.
  - a) UKM Batik Ida Lestari sebelum kegiatan Pengabdian kepada masyarakat hanya mampu memproduksi batik cap, batik kombinasi cap dan tulis, dan batik tulis murni dengan total kapasitas rata-rata 200 lembar kain batik per bulan. Setelah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini mampu meningkatkan produksinya hingga 250 lembar kain batik per bulan. Peningkatan produktivitas ini dibarengi dengan peningkatan laba kotor UKM dari rata-rata Rp5 juta per bulan menjadi rata-rata Rp6 juta per bulan.

- b) UKM Batik Arjo Munir, sebelum kegiatan Pengabdian kepada masyarakat, hanya mampu memproduksi batik cap dan batik kombinasi cap dan tulis dengan total kapasitas rata-rata 400 lembar kain batik per bulan. Setelah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, UKM Batik Arjo Munir mampu meningkatkan produksinya hingga 450 lembar kain batik per bulan. Peningkatan produktivitas ini dibarengi dengan peningkatan laba kotor UKM dari rata-rata Rp9 juta per bulan menjadi rata-rata Rp10,5 juta per bulan.
2. Perluasan pasar masing-masing UKM telah mengalami peningkatan. Kedua UKM telah berani memasarkan tidak hanya memasok kain batik ke toko-toko batik di sekitar Jalan Malioboro dan Pasar Beringharjo Yogyakarta, tetapi juga melalui pameran di beberapa kota seperti Jakarta dan Bandung yang sering disponsori oleh Dinas Perindustrian dan Pemerintah Daerah Bantul.
  3. Kapasitas SDM di masing-masing UKM telah mengalami peningkatan kualitas, di antaranya penguasaan pengoperasian dan pemeliharaan (*maintenance*) instalasi *solar home system* dan juga kompor listrik untuk batik.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Keyhani, M.N. Marwali, dan M. Dai. 2010. *Integration of Green and Renewable Energy on Electric Power Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [2] A.V. da Rosa. 2005. *Fundamentals of Renewable Energy Processes*. London: Elsevier Academic Press.
- [3] A.M. Borbely and J.F. Kreider. 2001. *Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium*. Washington D.C: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- [4] J. Twidell and T. Weir. 2006. *Renewable Energy Resources, Second Edition*. New York: Taylor & Francis.
- [5] R. Syahputra. 2012. *Distributed Generation, State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik*. Yogyakarta: Penerbit LP3M UMY.
- [6] D. Kusdiana. "Kondisi Riil Kebutuhan Energi di Indonesia dan Sumber-Sumber Energi Alternatif Terbaru". Presented at the Seminar of Renewable Energy, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bogor, 3 Dec. 2008.