



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya

Penulis:
Amirullah
Tri Wardoyo
Achmad Yulianto



Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya



Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya

Penulis:
Amirullah
Tri Wardoyo
Achmad Yulianto



Penerbit BRIN

© 2024 Amirullah, Tri Wardoyo, & Achmad Yulianto.

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya
/Amirullah, Tri Wardoyo, Achmad Yulianto–Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

xxiv + 124 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-57-7 (*e-book*)

1. Batik Tulis
2. Pengolahan Air limbah batik
3. Teknologi Tepat Guna

746.662




Editor Akuisisi : Ayu Tya Farany
Copy editor : Siti Mutiara Fitry
Proofreader : Hilda Yunita
Penata Isi : S. Imam Setyawan & Hilda Yunita
Desainer Sampul : S. Imam Setyawan

Edisi pertama : 2021
Edisi kedua : Mei 2024



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin



Daftar Isi

Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xv
Pengantar Penerbit.....	xvii
Kata Pengantar	xix
Ucapan Terima Kasih	xxi
Prakata	xxiii
Bab 1 Tanjung Bumi: Kondisi dan Permasalahan.....	1
A. Profil Kecamatan Tanjung Bumi	1
B. Sentra Batik Tanjung Bumi.....	4
C. Permasalahan Mitra	10
D. Urgensi dan Kebaruan IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit <i>Photovoltaic</i>	11
Bab 2 Batik Tanjung Bumi	13
A. Karakter Batik Madura	13
B. Kelompok Pembatik Madura	15
C. Pewarnaan Batik Tulis Tanjung Bumi.....	16

Bab 3	Batik Gentongan.....	21
	A. Konsep Batik Gentongan.....	21
	B. Proses Pembuatan Batik Gentongan	22
	C. Pewarnaan Alam Batik Tulis.....	23
Bab 4	Motif Batik Tanjung Bumi	37
	A. Motif <i>Gaja Sekerreng</i>	38
	B. Motif <i>Tel-Cantel</i>	39
	C. Motif <i>Sabut</i>	40
	D. Motif <i>Te-Sate</i>	41
	E. Motif <i>Ajem Kateh</i>	42
	F. Motif <i>Sekoh Bujel</i>	43
	G. Motif <i>Vie-Elvie</i>	44
	H. Motif <i>Cacca Telah</i>	45
	I. Motif <i>Sek Melayah</i>	45
	J. Motif <i>Car Cenan</i>	46
	K. Motif <i>Panji Lentrek</i>	47
	L. Motif <i>Krocok</i>	48
	M. Motif <i>Raoan</i>	49
Bab 5	Pengolahan Limbah Batik.....	51
	A. Limbah Batik	51
	B. Kandungan Limbah Batik	53
	C. Karakteristik Limbah Cair Batik.....	54
	D. Metode Pengolahan Limbah Industri Batik.....	58
Bab 6	Instalasi Pengolah Air Limbah Batik Tulis Berbasis Pembangkit <i>Photovoltaic</i>	63
	A. Konsep Instalasi Pengolah Air Limbah.....	63
	B. Tahap Pengolahan Air Limbah	64
	C. Bak Pengolahan Air Limbah.....	66
	D. Pembangkit Photovoltaic Skala Rumah Tangga	71

Bab 7	Implementasi Instalasi Pengolah Air Limbah Batik Tulis.....	75
	A. Desain IPAL Batik Tulis	75
	B. Bak Pengendap dan Perata Aliran	76
	C. Bak Koagulasi	79
	D. Bak Absorpsi Arang Aktif dan Bak Kontrol Akhir	83
Bab 8	Implementasi Pembangkit Photovoltaic untuk Suplai Daya IPAL Batik Tulis.....	91
	A. Desain Teknologi Pembangkit <i>Photovoltaic</i>	91
	B. Tahapan Perencanaan Pembangkit <i>Photovoltaic</i>	92
	C. Implementasi Teknologi Pembangkit <i>Photovoltaic</i>	96
Bab 9	Penutup	103
	Daftar Pustaka	105
	Daftar Istilah.....	111
	Tentang Penulis	119
	Indeks	123



Daftar Gambar

Gambar 1.1	Kecamatan Tanjung Bumi (lingkaran A) terhadap Kabupaten Bangkalan.....	3
Gambar 1.2	Peta Jarak Google Maps Desa Paseseh dari Surabaya Sejauh 83,9 km.....	4
Gambar 1.3	Dusun Kramat Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi ..	6
Gambar 1.4	UMKM Zulpah Batik Madura.....	6
Gambar 1.5	Galeri UMKM Zulpah Batik Madura.....	7
Gambar 1.6	Ruang Penyimpanan Kain Batik Tulis Setengah Jadi	7
Gambar 1.7	Keluarga Pemilik UMKM Zulpah Batik Madura	8
Gambar 1.8	Keluarga Pemilik UMKM Zulpah Batik Madura	9
	bersama anak-anaknya.....	9
Gambar 2.1	Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna naphthol.....	17
Gambar 2.2	Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna indigosol.....	18
Gambar 2.3	Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna remasol	19
Gambar 2.4	Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna rapid.....	20
Gambar 3.1	Proses Pembuatan Batik Tulis Gentongan.....	24
Gambar 3.2	Tanaman Tarum (<i>Indigofera tinctoria</i>)	26

Gambar 3.3	Kayu Akasia (<i>Acacia Catechu</i>).....	26
Gambar 3.4	Kulit Pohon Tingi (<i>Ceriops Tagal</i>)	27
Gambar 3.5	Daun Ketapang (<i>Terminalia Catappa</i>).....	27
Gambar 3.6	Tiga Bahan Fiksasi Terdiri dari Tunjung, Tawas, dan Injet	29
Gambar 3.7	Batik Tulis Pewarnaan Alam Setelah Difiksasi	29
Gambar 3.8	Beberapa Bahan Pewarnaan Alam Batik Tulis dalam Bentuk Cairan.....	30
Gambar 3.9	Proses Rengreng pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis	31
Gambar 3.10	Proses Kurik pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis	31
Gambar 3.11	Proses <i>Essean</i> pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis..	32
Gambar 3.12	Proses <i>Nebbing</i> pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis..	33
Gambar 3.13	Proses Serreban pada Pewarnaan Kain Batik Tulis	33
Gambar 3.14	Proses Gentongan pada Pewarnaan Kain Batik Tulis	34
Gambar 3.15	Batik Gentongan Pewarnaan Alam dari Bahan Tangerang, Mangrove, dan Tingi	34
Gambar 3.16	Batik Gentongan Pewarnaan Alam dari Bahan Tangerang, Tunjung, dan Tingi	35
Gambar 4.1	Motif Lengkap <i>Gaja Sekerreng</i>	39
Gambar 4.2	Motif Lengkap <i>Tel Cantel</i>	40
Gambar 4.3	Motif Lengkap <i>Sabut</i>	41
Gambar 4.4	Motif Lengkap <i>Te-Sate</i>	42
Gambar 4.5	Motif Lengkap <i>Ajem Kateh</i>	43
Gambar 4.6	Motif Lengkap <i>Sekoh Bujel</i>	44
Gambar 4.7	Motif Lengkap <i>Vie Elvie</i>	44
Gambar 4.8	Motif Lengkap <i>Cacca Telah</i>	45
Gambar 4.9	Motif Lengkap <i>Sek Melayah</i>	46
Gambar 4.10	Motif Lengkap <i>Car Cenah</i>	47
Gambar 4.11	Motif Lengkap <i>Panji Letrek</i>	48
Gambar 4.12	Motif Lengkap <i>Krocok</i>	49
Gambar 4.13	Motif Lengkap <i>Raoan</i>	50

Gambar 5.1	Pengelompokkan Bahan yang Terkandung di dalam Limbah Batik	54
Gambar 5.2	Bagan Pembuatan Batik dan Sumber Limbah	55
Gambar 6.1	Tahapan Proses IPAL Batik Sesuai Standar BBKB Yogyakarta	67
Gambar 6.2	Bak Penangkap Lilin.....	68
Gambar 6.3	Bak Pengendap dan Perata Aliran	68
Gambar 6.4	Bak Koagulasi	69
Gambar 6.5	Bak Pengering Lumpur	70
Gambar 6.6	Bak Anaerobic Filter.....	70
Gambar 6.7	Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Briket Arang Kayu.....	71
Gambar 6.8	Model Solar Home System.....	73
Gambar 7.1	Desain IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit PV	76
Gambar 7.2	Desain Bak Pengendap dan Perata Aliran.....	77
Gambar 7.3	Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pemasangan Bata Dinding dan Sekat	77
Gambar 7.4	Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pemasangan Kayu Beton Penutup.....	78
Gambar 7.5	Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pengecoran Beton Penutup	78
Gambar 7.6	Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Bangunan Selesai	79
Gambar 7.7	Desain Bak Koagulasi.....	80
Gambar 7.8	Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Pasangan Batu Bata Dinding.....	81
Gambar 7.9	Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Plester Dinding	81
Gambar 7.10	Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi Penghalusan (Aci) Dinding.....	82
Gambar 7.11	Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Bangunan Bak Selesai	82
Gambar 7.12	Desain Bak Absorpsi Arang Aktif dan Bak Kontrol Akhir	84

Gambar 7.13	Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pasangan Batu Bata Dinding dan Sekat	84
Gambar 7.14	Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pengukuran Pasangan Kayu Alas Beton Penutup	85
Gambar 7.15	Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pemasangan Kayu Alas Beton Penutup	85
Gambar 7.16	Pekerjaan bangunan bak absorpsi karbon aktif dan bak kontrol akhir: bangunan bak selesai.....	86
Gambar 7.17	Pekerjaan memasukkan arang kayu ke dalam karung kasa.....	86
Gambar 7.18	Pekerjaan memasukkan karung arang kayu ke dalam bak absorpsi karbon aktif.....	87
Gambar 7.19	Pekerjaan Instalasi Pompa di Bak Pengendap dan Perata Aliran	87
Gambar 7.20	Instalasi pompa berfungsi menaikkan limbah batik dari bak pengendap dan perata aliran menuju bak koagulasi	88
Gambar 7.21	Papan Akrilik Desain dan Mekanisme Kerja IPAL Batik Tulis Berbasis Energi Matahari Terpasang di Zulpah Batik Madura (Mitra 1)	88
Gambar 7.22	Hasil Air Limbah di Bak Kontrol Akhir IPAL yang Relatif Bening dan Tidak Berbau	89
Gambar 7.23	Foto Bersama Tim Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa setelah Serah Terima Alat dan Pengoperasian IPAL di Area Bak Koagulasi.....	89
Gambar 7.24	Foto Bersama Tim Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa setelah Serah Terima Alat dan Pengoperasian IPAL di Area Bak Absorpsi Karbon Aktif.....	90
Gambar 8.1	Desain Pembangkit PV untuk Penggerak Pompa IPAL Batik Tulis.....	92
Gambar 8.2	Instalasi Panel PV Kapasitas 900 Wp.....	97
Gambar 8.3	Instalasi Inverter Hibrid 1000 W	97

Gambar 8.4	Display Digital Inverter Hibrid 1000 W Mode <i>On-Grid</i>	98
Gambar 8.5	Display Digital Inverter Hibrid 1000 W Mode <i>Off-Grid</i>	98
Gambar 8.6	Sakelar Hubung Bagi antara Panel PV, Baterai, PLN, dan Beban	99
Gambar 8.7	Empat Unit Baterai Kering Masing-Masing Bertegangan 12 V-100 Ah	99
Gambar 8.8	Pembangkit PV mampu menyalakan lampu rumah mitra ketika terjadi pemadaman listrik bergilir di wilayah Desa Paseseh Tanjung Bumi	100
Gambar 8.9	Foto Bersama Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa Pada Serah Terima dan Pengoperasian Alat di Area Panel PV	100
Gambar 8.10	Foto Bersama Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa pada Serah Terima dan Pengoperasian Alat di Area Inverter, Baterai, dan Sakelar Hubung Bagi PV	101



Daftar Tabel

Tabel 3.1	Bahan Pewarnaan Alam Kain Batik Tulis dari Tumbuhan.....	24
Tabel 3.2	Tahapan Pembuatan Bahan Pewarnaan Alam pada Kain Batik Tulis.....	36
Table 5.1	Karakteristik Air Limbah Industri Batik.....	56
Tabel 5.2	Baku Mutu Limbah Industri Tekstil dan Batik.....	58
Tabel 5.3	Metode Pengolahan Limbah Batik.....	59
Tabel 8.1	Biaya Komponen Pembangkit PV 900 Wp.....	94
Tabel 8.2	Desain Sistem Pembangkit PV	96



Pengantar Penerbit

Pengaplikasian teknologi tepat guna dalam keseharian membawa manfaat untuk kemudahan hidup masyarakat. Terlebih lagi, dalam dunia industri Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) penggunaan teknologi memegang peranan penting. Penyebarluasan praktik-praktik aplikasi teknologi menjadi hal yang penting dan utama dilakukan, agar menjadi model kebermanfaatannya. Upaya penyebarluasan terbitan yang dapat menjadi acuan praktik teknologi selanjutnya terus dilakukan oleh Penerbit BRIN. Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk turut serta membangun dunia industri UMKM dengan memberikan dukungan dari sisi terbitan ilmiah yang berkualitas. Salah satu pelaksanaannya adalah dengan menerbitkan buku ini.

Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya menunjukkan bagaimana praktik pelaksanaan teknologi tepat guna menyokong keberlangsungan industri UMKM. Dalam buku ini dipaparkan bagaimana tim penulis mengimplemetasikan pengolahan air limbah industri batik tulis menjadi suplai tenaga listrik cadangan. Di Tanjung Bumi, Madura, UMKM batik tulis sebelumnya tidak memiliki pengolahan limbah cair, yang merupakan residu dari produksi batik. Tim penulis memandang perlunya menerapkan instalasi pengolahan air limbah di daerah tersebut. Dengan pembiayaan dari berbagai pihak dan

kerja sama dengan mitra UMKM, tim penulis berhasil melakukan implementasi instalasi pengolahan air limbah berbasis tenaga surya di Tanjung Bumi, Madura.

Buku ini ditulis sebagai hasil pelaksanaan implementasi yang dilakukan oleh tim. Di dalam buku ini dipaparkan secara detail panduan instalasi pengolahan air limbah. Tim penulis juga menunjukkan implementasi pembangkit tenaga surya, yang kemudian diakui mitra dapat menjadi sumber daya cadangan. Tidak hanya memberikan panduan desain dan implementasi, buku ini juga menunjukkan kekhasan batik Madura yang populer dengan detail pembuatannya. Karakter batik Madura, konsep batik gentongan, dan berbagai motif batik asal Tanjung Bumi juga dipaparkan dalam buku ini.

Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya diharapkan dapat memberikan kontribusi tentang pemanfaatan teknologi ramah lingkungan bagi para pemerhati dan pegiat energi terbarukan. Kami berharap pengembangan industri batik tulis khususnya UMKM terus berjalan dan limbah industrinya menjadi dukungan tambahan, seperti yang ditunjukkan dalam buku ini. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Kata Pengantar

Posisi Kecamatan Tanjung Bumi yang berada di pantai utara (Pantura) Pulau Madura dan jauh dari Gardu Induk PLN menyebabkan wilayah ini sering mengalami pemadaman listrik bergilir. Kondisi ini tentu sangat menyulitkan aktivitas masyarakat, Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), dan para perajin yang bergerak pada usaha batik tulis lokal. Implementasi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Batik Tulis berbasis Teknologi Hijau yang digerakkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau *Photovoltaic* (PV) sangat membantu Mitra UMKM Batik Zulpah Madura. Ada tiga manfaat keberadaan teknologi ini, pertama IPAL membantu proses produksi batik karena mampu menghemat air yang digunakan selama proses mencuci malam (lilin) kain batik tulis. Proses tersebut selanjutnya dikenal dengan proses *pelorodan* kain batik tulis. Sebelum dipasang IPAL, air limbah untuk *melorod* kain biasanya selalu dibuang ke selokan dan kali sekitar sehingga dapat mencemari lingkungan. Sekarang, setelah melewati proses pemurnian pada IPAL, air buangan dapat dimanfaatkan kembali untuk *melorod* kain batik, menyiram tanaman, dan bak kontrol akhir juga digunakan untuk memelihara lele karena sudah bebas dari kandungan limbah. Manfaat kedua adalah perajin yang tergabung dalam mitra kelompok pembatik rumahan, pemasok bahan, dan penjahit di Desa Paseseh masih mampu membatik walaupun terjadi pemadaman listrik oleh Perusahaan Listrik Negara

(PLN). Selama mengalami pemadaman, pasokan listrik sementara disuplai oleh PLTS sebagai sumber penerangan di malam hari dan sekaligus sumber daya untuk canting listrik selama proses membatik. Manfaat ketiga adalah selama Mitra UMKM mengalami pemadaman listrik, IPAL masih mampu beroperasi karena PLTS juga dipakai untuk menggerakkan pompa IPAL yang berfungsi menaikkan air limbah dari bak pengendap menuju bak koagulasi dan menggerakkan motor pengaduk pada bak koagulasi.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) karena buku berjudul *Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya* mendapatkan kesempatan mengikuti Program Akuisisi Pengetahuan Lokal Buku Terbit-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) 2023. Saya berharap semoga buku ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi para pembaca di seluruh penjuru tanah air serta memberikan kontribusi bagi pengguna tentang pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dalam proses produksi dan pengembangan UMKM batik tulis. Selamat membaca.

Bangkalan, Desember 2023

Alim Hafidz
(Perajin dan Pemerhati BatikTulis Madura)



Ucapan Terima Kasih

Penyelesaian buku ini tentu membutuhkan dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Direktorat Pemanfaatan Riset dan Inovasi pada Kementerian/ Lembaga, Masyarakat, dan Usaha Mikro Kecil dan Menengah BRIN atas dukungan pendanaan kegiatan PTDM Tahun 2021 berjudul “Teknologi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Berbasis Pembangkit Photovoltaic (PV) untuk Proses Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi yang Ramah Lingkungan di Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur”.
- 2) Rektor, Kepala, dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Bhayangkara Surabaya yang telah memfasilitasi dan membantu kelancaran proses administrasi mulai tahap pengusulan proposal, proses administrasi penyusunan dokumen kontrak, pencairan dana, pelaksanaan kegiatan hingga pelaporan kegiatan kemajuan dan akhir Program PTDM 2021, termasuk memfasilitasi proses pengusulan dan implementasi kegiatan penulisan dan penerbitan buku dalam rangka Program Akuisisi Pengetahuan Lokal.

- 3) UMKM Zulpah Batik Madura (Mitra 1) dan Kelompok Pembatik Rumahan, Pemasok Bahan, dan Penjahit Dusun Kramat (Mitra 2) yang telah membantu kelancaran implementasi seluruh kegiatan program.
- 4) Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro dan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya yang telah membantu penyusunan pembuatan profil kegiatan di Youtube dan Desain IPAL Batik Tulis Berbasis Tenaga Surya.
- 5) Pengelola media massa cetak dan *online* atas berita dan promosi kegiatan PTDM antara lain Koran Bhirawa, Koran Radar Madura Jawa Pos, ubhara.ac.id, jatimpos.co, bidik.news, smnnews.co.id, bebas.co.id, bidiknasiona.com, dan jayakartanews.com.
- 6) Penerbit CV Media Jakad Publishing Surabaya atas rekomendasi kepada penulis untuk mengajukan buku berjudul *Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi Madura: Desain dan Implementasi IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit PV* mengikuti seleksi Program Akuisisi Pengetahuan Lokal.
- 7) Keluarga penulis, orangtua, isteri, dan anak-anak yang telah memberikan motivasi, dorongan, semangat, dan pengertian hingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan buku.

Surabaya, Desember 2023

Penulis



Prakata

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena penulis berhasil menyusun dan menerbitkan buku berjudul *Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis: Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya*. Tujuan penulisan buku ini adalah menyebarluaskan penggunaan teknologi IPAL batik tulis berbasis tenaga surya kepada masyarakat.

Buku ini terdiri dari sembilan bab. Bab 1 membahas Profil Kecamatan Tanjung Bumi, Sentra Batik Tanjung Bumi, Permasalahan Mitra, dan Urgensi IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit Photovoltaic. Bab 2 membahas Karakter Batik Madura, Kelompok Pembatik Madura, dan Pewarnaan Batik Tulis Tanjung Bumi. Bab 3 membahas Konsep Batik Gentongan, Proses Pembuatan Batik Gentongan dan Pewarnaan Alam. Bab 4 membahas motif asli batik tulis Tanjung Bumi meliputi: motif *Gaja Sekerrenge*, *Tel Cantel*, *Sabut*, *Te-Sate*, *Ajem Kateh*, *Sekoh Bujel*, *Vie-Elvie*, *Cacca Telah*, *Sek Melayah*, *Car Cenah*, *Panji Letrek*, *Krocok*, dan *Raoan*. Bab 5 membahas Kandungan, Karakteristik dan Metode Pengolahan Limbah Cair Batik, Bab 6 membahas Konsep Instalasi Pengolah Air Limbah, Tahap Pengolahan Air Limbah, Bak Pengolahan Air Limbah, dan Pembangkit Photovoltaic Skala Rumah Tangga. Bab 7 membahas Desain IPAL Batik Tulis, Bak Pengendap dan Perata Aliran, Bak Koagulasi, serta Bak Absorpsi Arang Aktif dan Bak Kontrol Akhir. Bab 8 membahas Desain Teknologi Pembangkit *Photovoltaic*, Tahapan Perencanaan Pembangkit *Photovoltaic*, dan

Implementasi Pembangkit *Photovoltaic*. Terakhir Bab 9 merupakan Penutup.

Semoga buku ini mampu memberikan kontribusi bagi para pemerhati lingkungan, pegiat IPAL, pegiat energi terbarukan, akademisi/mahasiswa di bidang teknik sipil/lingkungan/elektro tentang pemanfaatan teknologi hijau dan ramah lingkungan dalam pengembangan industri batik tulis. Selamat membaca.

Surabaya, Desember 2023

Penulis



Bab 1

Tanjung Bumi: Kondisi dan Permasalahan

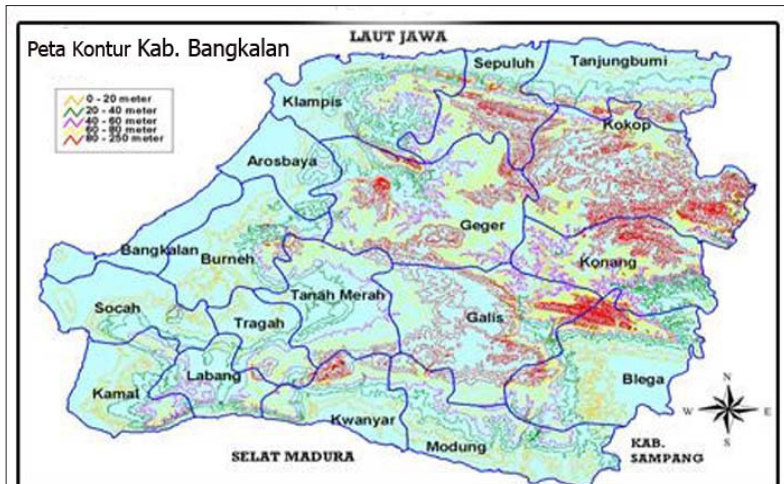
A. Profil Kecamatan Tanjung Bumi

Batik merupakan produk budaya bangsa Indonesia yang terus berkembang dalam lintasan sejarah yang panjang. Di setiap daerah kepulauan Indonesia, industri kecil menengah batik mempunyai ragam hias yang bermacam-macam dan memiliki identitas masing-masing. Batik merupakan produk budaya hasil cipta, rasa, dan karsa manusia untuk memenuhi kebutuhan yang terus tumbuh dan berkembang sesuai jaman dengan segala faktor pendukungnya. Batik yang semula merupakan estetis simbolis sebagai busana dan sarana adat berkembang menjadi kebutuhan interior, perabot rumah tangga lain, dan komoditas perdagangan. Batik Indonesia telah memperoleh pengukuhan Internasional dari United Nation Educational, Social and Cultural Organization (UNESCO) sebagai Masterpiece of Oral and Intangible Heritage of Humanity atau Mahakarya Pusaka Kemanusiaan Lisan dan takbenda di Abu Dhabi pada tanggal 2 Oktober 2009.

Batik adalah kerajinan tangan sebagai hasil pewarnaan secara perintang menggunakan malam (lilin batik) panas sebagai perintang warna, dengan alat utama pelekat lilin batik berupa canting tulis dan atau canting cap untuk membentuk motif tertentu yang memiliki

makna. Berdasarkan proses pembuatannya ada tiga produk batik yaitu batik tulis, batik cap, dan batik kombinasi. Batik tulis adalah batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting tulis sebagai alat melekatkan malam. Batik cap adalah batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting cap sebagai alat melekatkan malam. Batik kombinasi adalah batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting cap dan canting tulis (SNI 0239:2014). Salah satu wilayah di Indonesia yang dikenal sebagai sentra usaha batik tulis adalah Tanjung Bumi.

Kecamatan Tanjung Bumi terletak kurang lebih 40 km di sebelah utara Kecamatan (Kota) Bangkalan. Kecamatan ini terletak di perbatasan antara batas Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sampang. Secara geografis Kecamatan Tanjung Bumi sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Sepuluh, Kabupaten Bangkalan, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Banyuates, Kabupaten Sampang, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Kokop, Kabupaten Bangkalan, dan sebelah utara berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Kecamatan Tanjung Bumi mempunyai 14 desa antara lain: Aeng Tabar, Bandang Dajah, Banyusangka, Bumi Anyar, Bungkeng, Larangan Timur, Macajah, Paseseh, Planggiran, Tagungguh, Tambak Pocok, Tanjung Bumi, Telaga Biru, Tlangoh (BPS Kabupaten Bangkalan, t.t.). Luas wilayah Kecamatan Tanjung Bumi adalah 6.601.757 hektar dan memiliki panjang pantai 20 km. Dengan rincian sebagai berikut: luas pemukiman penduduk 911.066 hektar dan sawah atau pertanian 552.340 hektar, sedangkan yang berupa hutan 46.137 hektar dan 4.416.985 hektar berupa daerah tadah hujan. Untuk daerah pemukiman penduduk pesisir pantai yang berada di delapan desa luasnya sekitar 271.632 hektar (Mubarok, 2015). Gambar 1.1. menunjukkan peta wilayah Kecamatan Tanjung Bumi terhadap Kabupaten Bangkalan.



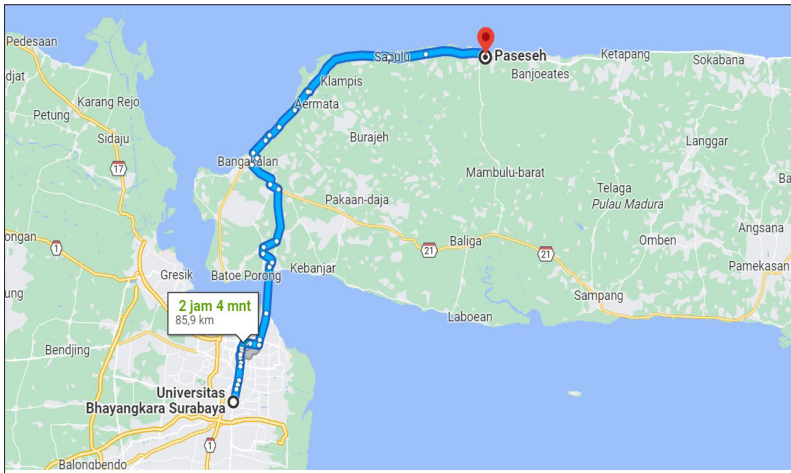
Sumber: Kementerian Kesehatan (2012)

Gambar 1.1 Kecamatan Tanjung Bumi (lingkaran A) terhadap Kabupaten Bangkalan

Tanjung Bumi dikenal sebagai salah satu menjadi kecamatan di Madura yang memproduksi batik sehingga popularitasnya sangat dikenal oleh penggemar batik di tanah air. Hingga sekarang di kecamatan ini ada 530 unit usaha batik dengan 1.000 lebih perajin. Jumlah tersebut belum termasuk para perajin yang mengerjakan secara perorangan yang sifatnya hanya sekadar kerajinan tangan saja. Usaha kecil menengah batik tersebut tersebar di Desa Paseseh, Desa Macajah, Desa Telaga Biru, dan Desa Bumi Anyar. Dahulu membatik menghabiskan waktu berbulan-bulan, bahkan khusus batik tulis gentongan bisa mencapai setahun proses, hanya untuk sepotong batik karena pembuatan motif yang sangat rumit dan detil. Proses tersebut merupakan sesuatu luar biasa dan benar-benar sebuah mahakarya sehingga sangat wajar jika harga jualnya bisa menembus nominal 5 juta rupiah untuk sepotong kain batik tulis. Ciri khas lain yang mengemuka dari batik Tanjung Bumi adalah seluruh proses pembuatannya 100% menggunakan tangan-tangan perajin (*handmade*), bukan melalui proses cap maupun *printing* (Melihat dari Dekat, 2015).

B. Sentra Batik Tanjung Bumi

Dusun Kramat Desa Paseseh merupakan salah satu sentra pembuatan dan usaha batik tulis di Kecamatan Tanjung Bumi Bangkalan. Kecamatan ini terletak kurang lebih 80 kilometer lebih dari Surabaya dan dapat ditempuh melalui Jembatan Suramadu dengan waktu sekitar 1,5 jam dengan rute berturut-turut mulai dari pertigaan Desa Tengkel (Kecamatan Burneh), Kota Bangkalan, Kecamatan Arosbaya, Kecamatan Klampis, Kecamatan Sepulu, dan Kecamatan Tanjung Bumi. Alternatif menuju Kecamatan Tanjung Bumi juga bisa ditempuh melalui perjalanan laut menggunakan penyeberangan (kapal feri) dari Pelabuhan Ujung Surabaya menuju Kamal selama kurang lebih 45 menit dan dilanjutkan dengan perjalanan darat sekitar 2 jam. Gambar 1.2 menunjukkan peta jarak Google Maps Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan dari Kota Surabaya.



Sumber: Google (t.t.).

Gambar 1.2 Peta Jarak Google Maps Desa Paseseh dari Surabaya Sejauh 83,9 km

Program Produk Teknologi yang Didesiminasikan ke Masyarakat (PTDM) menggandeng UMKM Zulpah Batik Madura sebagai Mitra 1. Mitra 1 merupakan salah satu UMKM yang bergerak di bidang pembuatan dan penjualan Batik Tulis Tanjung Bumi. Pemilik usaha batik tulis yang beralamat di Jalan Pelabuhan Sarimuna II Nomor 10 (Utara Polsek) Dusun Kramat Desa Peseseh Kecamatan Tanjung Bumi adalah Wurrotul Muhajjalah atau biasa dipanggil Ibu Wuri. Perempuan ini membuka usaha batik tulis “Zulpah Batik Madura” sebagai bagian konsistensi untuk mewujudkan kecintaannya terhadap seni budaya warisan leluhur Madura dan melanjutkan usaha kerajinan yang telah dirintis serta sudah dikembangkan secara turun temurun oleh kedua orangtuanya (Bapak dan Ibu Zulpah). Bersama dengan suaminya Ali Mortono, S.Psi (biasa dipanggil Bapak Alim Hafidz) sejak tahun 2008 mereka sudah merintis usaha Batik Tulis Tanjung Bumi. Usaha kerajinan batik tulis secara konsisten menggunakan teknik pembuatan dan motif batik Gentongan Tanjung Bumi dengan ciri khas warna lugas, tegas, mencolok, berwarna-warni (*colourful*), dan memiliki aroma rempah-rempah karena perendaman. Motif tersebut antara lain motif kembang randu, burung hong, sek melaya, ola’-ola’ dan sejumlah motif lainnya. Produk batik tulis dari usaha kecil Batik Tulis “Zulpah” antara-lain kain batik tulis tunggal (per potong), batik sarimbit (untuk pasangan suami istri), taplak meja, *samper* atau kain batik tulis panjang (Bahasa Jawa: *sewek*), dan batik tulis selendang lebar/panjang (*pasmina*).

Meskipun masih berskala UMKM, tetapi pemilik usaha yang mempekerjakan 6 orang karyawan inti dan 300 orang pekerja lepas ini mempunyai nilai dan tanggung jawab sosial yang tinggi. Zulpah Batik Madura ini memiliki fokus utama untuk andil dalam pemberdayaan masyarakat sekitar, melestarikan dan memperkenalkan Batik Tanjung Bumi dengan motif dan corak warna yang merefleksikan karakter masyarakat lokal. Zulpah Batik Madura juga sering memberikan pelatihan terkait teknik membatik kepada pelajar SD, SMP, SMA, hingga Mahasiswa yang datang langsung ke tempat produksi Zulpah Batik Madura (Zulfah Batik Madura, 2020). Gambar 1.3 dan Gambar 1.4 masing-masing menunjukkan Dusun Kramat Desa Paseseh

Kecamatan Tanjung Bumi dan UMKM Batik “Zulpah Batik Madura”.
Gambar 1.5 dan Gambar 1.6 masing-masing menunjukkan Galeri
Batik Tulis serta Ruang penyimpanan kain batik tulis setengah jadi.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 1.3 Dusun Kramat Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 1.4 UMKM Zulpah Batik Madura

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 1.5 Galeri UMKM Zulpah Batik Madura



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 1.6 Ruang Penyimpanan Kain Batik Tulis Setengah Jadi

Untuk menjalankan proses melukis di atas batik (membatik), Mitra 1 dibantu oleh pembatik berjumlah sekitar 300 orang dengan spesialisasi tugas antara lain: membentuk pola (*rengreng*), membuat motif kecil (*kurik*), mengisi motif (*essean*), menutup motif yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tidak ingin diwarnai (*nebbeng*). Mayoritas pembatik adalah para ibu rumah tangga di sekitar Dusun Kramat Desa Paseseh yang dibayar dengan upah sistem *borongan* berdasarkan spesialisasi tugas, waktu, dan tingkat kerumitan motif batik tulis yang dikerjakan oleh pembatik. Pembatik ibu rumah tangga ini selanjutnya dikenal dengan pembatik rumahan. Untuk suplai bahan pembuatan batik tulis (kain mori, lilin, bahan pewarna) UMKM Zulpah Batik Madura dibantu oleh para pemasok bahan dari Desa Paseseh atau desa tetangga di Kecamatan Tanjung Bumi. Para pembatik rumahan dan pemasok bahan pewarnaan alam tersebut, tergabung dalam Paguyuban atau Kelompok pembatik rumahan dan pemasok bahan batik tulis di Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi. Anggota kelompok selanjutnya berkembang termasuk di dalamnya penjahit baju batik karena semenjak pandemi Covid-19, Mitra 1 tidak hanya menjual kain batik tetapi juga menjual baju potong berbahan kain batik tulis Tanjung Bumi. Berkaitan dengan implementasi kegiatan, Program PTDM juga menggandeng kelompok pembatik rumahan, pemasok bahan, dan penjahit di Desa Paseseh sebagai Mitra 2. Keluarga Pemilik UMKM Zulpah Batik Madura ditunjukkan pada Gambar 1.8.



Foto: Alim Hafidz (2021)

Gambar 1.7 Keluarga Pemilik UMKM Zulpah Batik Madura

Gambar 1.7 dan Gambar 1.8 masing-masing menunjukkan keluarga pemilik UMKM Zulpah Batik Madura bersama anak-anaknya. Pemilik UMKM memiliki tiga orang anak terdiri dari seorang laki-laki dan dua orang perempuan.



Foto: Alim Hafidz (2021)

Gambar 1.8 Keluarga Pemilik UMKM Zulpah Batik Madura bersama anak-anaknya

C. Permasalahan Mitra

Dalam proses produksi batik tulis, salah satu dampak negatif yang diakibatkan oleh UMKM batik adalah adanya limbah batik khususnya limbah cair, yang merupakan hasil residu dari produksi batik. Limbah cair batik yang dibuang umumnya berasal dari proses pewarnaan, pencucian dan pelepasan malam (*pelorodan*). Limbah tersebut umumnya mengandung zat-zat pencemar yang kadarnya melebihi baku mutu (Indrayani, 2019). Survei lapangan pengusul ke lokasi menunjukkan hampir pada semua UMKM Batik Tulis di Kecamatan Tanjung Bumi termasuk UMKM Zulpah Batik Madura (Mitra 1) tidak mempunyai instalasi pengolahan limbah batik. Pasca proses produksi, khususnya batik tulis yang menggunakan bahan-bahan kimia, perajin biasanya langsung membuang air limbah begitu saja ke selokan atau sungai terdekat. Padahal pembuangan limbah batik langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan limbah terlebih dahulu, niscaya dapat mencemari lingkungan yaitu air dan tanah. Untuk mengatasi masalah Program PTDM menerapkan Teknologi Tepat Guna (TTG) instalasi pengolah air limbah (IPAL) residu proses produksi batik tulis kepada Mitra 1.

Kecamatan Tanjung Bumi merupakan salah satu wilayah pesisir utara di Kabupaten Bangkalan selain Kecamatan Arosbaya, Klampis, dan Sepulu. Permasalahan yang selalu terjadi secara berulang di sejumlah wilayah utara adalah gangguan pemadaman listrik (Listrik Sering Padam, 2018) Permasalahan tersebut dipicu karena pelanggan listrik wilayah utara letaknya relatif jauh dari gardu induk (GI) Bangkalan Kecamatan Burneh, dimana GI tersebut beroperasi di pesisir selatan Kabupaten Bangkalan. Total dua GI tersebut berkapasitas 150 Mega Volt Ampere (MVA) dan melayani pelanggan listrik seluruh kabupaten sebesar 80 MVA hingga 90 MVA. Jauhnya pelanggan listrik di Tanjung Bumi (di wilayah utara) dari GI (di wilayah selatan) menyebabkan tegangan jatuh (*drop*) yang relatif tinggi sehingga tegangan pada sisi pelanggan selatan turun dan pada kondisi tertentu PLN melakukan pemadaman listrik khususnya pada beban puncak (Jam 17.00–22.00 WIB). Di sisi lain IPAL batik tulis terdapat

pompa yang berfungsi menaikkan limbah dari Bak Pengendap dan Perata Aliran ke Bak Koagulasi dan beroperasi menggunakan listrik PLN. Kondisi lainnya adalah mayoritas pembatik rumahan di bawah koordinasi Kelompok Pembatik Rumahan Dusun Kramat (Mitra 2) umumnya melakukan aktivitas membatik dan membuat pola dengan menggunakan canting batik elektrik pada malam hari. Frekuensi dan durasi pemadaman listrik lama di wilayah Dusun Kramat menyebabkan mereka tidak dapat melakukan aktivitas membatik sehingga menurunkan produk hasil batik tulis. Berpijak pada kendala ini maka program PTDM menerapkan TTG Solar Home System (SHS) ke Mitra 1 menggunakan Pembangkit Photovoltaic (PV) mandiri skala rumah tangga. Pembangkit PV digunakan untuk suplai daya listrik IPAL supaya Mitra 2 tetap bisa melakukan aktivitas membatik walaupun listrik PLN di Desa Paseh mengalami pemadaman.

D. Urgensi dan Kebaruan IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit *Photovoltaic*

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan pada Sub Bab C, maka Program PTDM menetapkan dua kegiatan utama yaitu pembuatan dan penerapan IPAL Batik Tulis berbasis Pembangkit PV, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau Solar Home System (SHS). Rencana, tujuan, dan urgensi kegiatan sebelumnya sudah disepakati antara pelaksana dan mitra untuk menyelesaikan permasalahan yang dialami oleh Mitra 1 dan Mitra 2. Kegiatan pertama adalah penerapan TTG IPAL residu proses produksi batik tulis ke Mitra 1. Urgensi kegiatan adalah untuk mengolah residu cair bekas produksi batik supaya aman bagi lingkungan. Residu tersebut berupa air bekas rendaman, air bekas cucian, dan air bekas pewarnaan kain batik tulis yang umumnya menggunakan bahan-bahan kimia, terlebih dahulu ditampung dan diolah pada IPAL supaya mampu mencapai kadar aman, sebelum dibuang oleh perajin Mitra 1 ke lingkungan sekitar, seperti ke selokan, kali, atau sungai terdekat.

Penerapan TTG PLTS atau SHS ke Mitra 1 menggunakan pembangkit PV *stand alone* (mandiri) skala rumah tangga. Perangkat SHS yang rencana dipasang di Mitra 1 antara lain Panel PV 1000 Wp, Battery Energy Storage (BES), Solar Charge Controller (SCC), Inverter DC-AC, 4 buah titik lampu, 2 stop kontak, dan kabel instalasi. Urgensi penerapan teknologi pembangkit PV adalah energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS yang disimpan dalam baterai mampu menggerakkan pompa pengaduk (*mixer*) pada Bak Koagulasi IPAL Mitra 1. Urgensi lainnya adalah aktivitas membatik masih bisa dilakukan oleh Mitra 2 walaupun pasokan listrik PLN di Desa Paseseh mengalami gangguan akibat pemadaman. Solusi tersebut menjadi alternatif karena Desa Paseseh berada di wilayah Kecamatan Tanjung Bumi berlokasi yang berlokasi di pesisir utara Pulau Madura. Daerah pesisir ini relatif rentan mengalami gangguan pemadaman listrik karena gangguan jatuh tegangan akibat jauhnya jarak pelanggan listrik rumah tangga dari Gardu Induk 150 kV Burneh Bangkalan berlokasi di wilayah selatan berjarak hampir 60 km.

Buku ini diharapkan memberikan kebaruan bagi pembaca tentang TTG desain dan implementasi Pembangkit PV untuk menyediakan pasokan energi listrik selama 24 jam bagi operasional pompa IPAL Batik Tulis. Pembangkit PV juga dapat menjadi alternatif penerangan dan penggunaan canting listrik sehingga perajin masih mampu menjalankan aktivitas membatik walaupun pasokan energi listrik PLN di Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi seringkali mengalami pemadaman bergilir.



Bab 2

Batik Tanjung Bumi

A. Karakter Batik Madura

Berbicara tentang Madura biasanya langsung dikaitkan dengan carok, baju *Sakerah* dengan rompi hitam dan kaos loreng merah putih, *Odeng* atau ikat kepala, soto, sate, karapan sapi dan terakhir batik tulis. Batik tulis Madura sebenarnya sudah berumur lebih dari satu abad. Seni batik tulis ini diwariskan secara turun temurun dari leluhur hingga mencapai empat sampai lima generasi dari sekarang. Sebelum terjadi *booming* kain batik di negeri ini, barangkali hanya masyarakat lokal atau para pecinta setia batik dari kalangan tertentu saja yang mengetahui eksistensi batik Madura. Peningkatan popularitas batik juga didorong oleh klaim sepihak Malaysia, telah mendorong membangkitkan jiwa nasionalisme bangsa, akan kecintaan terhadap seni batik. Kondisi ini berlanjut ketika 14 tahun lalu (tahun 2009), United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO) secara resmi mengakui Batik Indonesia merupakan salah satu warisan dunia atau Intangible Cultural Heritage of Humanity. Pengakuan tersebut turut mengangkat nama batik Madura semakin dikenal luas oleh masyarakat selain batik Solo, Yogyakarta, Pekalongan, Lasem, dan batik lainnya yang lebih dahulu populer di kalangan masyarakat nusantara.

Secara umum teknik pembuatan batik atau selanjutnya disebut proses membatik ada tiga jenis yaitu batik tulis (lukis), batik cap, dan batik kombinasi. Batik tulis adalah kain yang dihias dengan tekstur dan corak batik dengan menggunakan tangan. Batik tulis dibuat dan dilukis langsung pada kain putih atau mori oleh perajin dengan waktu pembuatan kurang lebih 2 hingga 3 bulan. Batik cap adalah kain yang dihias dengan tekstur dan corak batik yang dibentuk dengan cap dan biasanya terbuat dari tembaga. Pembuatan batik jenis ini membutuhkan waktu kurang lebih 2 hingga 3 hari. Dengan waktu dan tenaga lebih banyak, menyebabkan harga batik tulis jauh lebih mahal dibandingkan dengan harga batik cap. Batik kombinasi dibuat dalam skala luas menggunakan alat utama canting cap dan canting tulis dengan bantuan mesin pabrik dalam bentuk rol atau gulungan (meteran). Salah satu motif batik yang paling banyak dibuat melalui dua proses terakhir adalah batik Solo.

Karakteristik batik tulis Madura secara garis besar dapat ditinjau dari dua hal yaitu berdasarkan warna dan motifnya. Dilihat dari aspek warna, batik tulis Madura cenderung memilih warna berani dan tegas, seperti warna Merah, Kuning, Hijau (*Biruh* dalam Bahasa Madura) serta warna biru sendiri. Ada beberapa alasan yang melatarbelakangi dalam pemilihan warna tertentu. Perlu diketahui, kebudayaan Madura sejatinya merupakan titisan kebudayaan Majapahit. Warna kebesaran yang digunakan oleh panji-panji Majapahit adalah warna merah dan putih, yang kemudian menjadi cikal bakal bendera Indonesia. Sementara itu warna hijau berhubungan dengan religi. Masa kejayaan Majapahit adalah masa kejayaan agama Hindu. Pada ajaran Hindu pepohonan termasuk bagian dari pemujaan terhadap para dewa. Sementara kuning dipilih menjadi penghargaan terhadap bulir-bulir (biji) padi sebagai penopang ekonomi masyarakat agraris. Dengan demikian pemilihan warna batik tulis Madura sebenarnya merupakan akulturasi antara Budaya Majapahit dan Budaya Madura.

B. Kelompok Pembatik Madura

Diperkirakan batik dari Madura ternyata sudah ada sejak abad ke-13 dan mulai dikenal luas pada abad ke-17. Ada dua kelompok di Madura yang secara tradisional mempunyai kemahiran membatik tulis dan kemampuannya diwariskan secara turun temurun. Kelompok pertama wilayah pedalaman seperti Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Kelompok kedua wilayah pesisir misalnya di Kecamatan Tanjung Bumi. Tanjung Bumi daerah pesisir pantai utara Pulau Madura, memiliki riwayat tersendiri dengan batiknya. Dahulu batik menjadi pekerjaan perempuan di daerah itu untuk mengisi waktu luang sambil menunggu suami mereka yang bekerja sebagai pelaut pergi ke daerah yang jauh, seperti ke Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Bagi perempuan Tanjung Bumi, menunggu kedatangan suami merupakan saat-saat panjang, menegangkan, dan melelahkan. Mereka selalu cemas dan khawatir apakah suaminya bisa pulang kembali dengan selamat dan membawa uang untuk menghidupi keluarga. Untuk mengurangi kekhawatiran tersebut, mereka mulai belajar membatik, walaupun hingga kini belum ada sumber yang dapat memastikan sejak kapan para istri tersebut mulai membatik.

Masyarakat Tanjung Bumi juga memiliki kebiasaan mengoleksi batik sebagai investasi atau simpanan sebagaimana emas atau tabungan. Batik tersebut juga disimpan untuk dijual kembali dengan harga mahal di kemudian hari atau diwariskan kepada anak dan cucu mereka, sebagai tanda kasih dan cinta dari orang tua. Batik menjadi salah satu sumber kekayaan dan kebanggaan mereka sehingga tidak mengherankan jika mereka melakukan aktivitas tersebut dengan sepenuh hati. Dalam perkembangannya, nilai ini semakin bergeser karena zaman, membatik bukan lagi sebagai tanda kasih dan cinta ibu, namun semata-mata untuk mencari uang. Nilai komersial inilah yang menjadi salah satu sebab mengapa hasil penggarapan batik tidak lagi sebagus dan sehalus batik tempo dahulu. Kegiatan yang semula ketika itu hanya dilakukan untuk membunuh waktu, sekarang sudah menjadi industri rakyat yang sudah berkembang cukup besar.

C. Pewarnaan Batik Tulis Tanjung Bumi

Motif kain batik Tulis Tanjung Bumi mayoritas sebelumnya adalah motif klasik berupa flora dan fauna dengan pewarnaan kuat dan terang misalnya merah, kuning, hijau, biru, atau coklat. Dalam perkembangannya motif kontemporer pada batik tulis Tanjung-Bumi mulai populer di kalangan konsumen. Motif batik ini tidak mengacu pada aturan baku atau pakem bentuk atau ornamen tertentu. Motif tersebut banyak dikembangkan oleh perajin ataupun desainer untuk mencari terobosan baru dalam mengembangkan batik dan mode pakaian dalam. Terobosan yang dilakukan industri yang bergelut di bidang batik untuk mencari jalan pembuatan batik yang dapat dijangkau oleh masyarakat banyak. Pola batik kontemporer cenderung bebas, dengan mengambil bentuk geometris, hewan, tumbuhan, ataupun berbagai bentuk abstrak lainnya, berbeda dengan motif klasik yang memiliki makna dan akar budaya yang kuat seperti kawung, parang, truntun. Batik klasik warna dan motif cenderung statis, tidak berubah-ubah sesuai dengan perkembangan jaman.

Untuk mendapatkan warna baju batik yang sesuai dengan yang diinginkan dapat melalui pewarna yang berasal dari alam atau pun bisa juga menggunakan pewarna yang berasal dari zat pewarna buatan. Batik tulis Tanjung Bumi rata-rata menggunakan bahan pewarna buatan atau kimia misalnya *remasol*, *naphthol*, *indogosol*, dan *rapid*. Alasan penggunaan bahan pewarna jenis tersebut karena lebih murah, mudah diperoleh, dan lebih mudah dikombinasikan dengan pewarna kimia lain dibandingkan dengan menggunakan bahan pewarna alam. Untuk sekarang dalam industri batik pada umumnya zat pewarna buatan lebih sering dipergunakan untuk mewarnai baju batik. Efek bahan pewarna kimia yang tidak dapat diproses oleh alam juga mendasari penulis untuk mengerjakan kegiatan penerapan IPAL batik tulis berbasis PLTS yang selanjutnya juga dibahas pada bab berikutnya di dalam buku ini.

Bahan pewarna buatan *naphthol* mayoritas sering dipakai oleh perajin batik. Alasannya bahan pewarna ini dapat digunakan untuk teknik celup secara cepat dan warna yang dihasilkannya lebih kuat

dibanding bahan pewarna lain. Zat pewarna naphthol terdiri dari dua unsur yaitu naphthol AS sebagai dasar warna dan garam diazonium sebagai sebagai pembangkit warna. Zat pewarna naphthol pada dasarnya tidak larut dalam air. Supaya mampu larut zat warna ini harus diberi sedikit tambahan kaustik soda atau menambah air mendidih, bahkan jika perlu dipanaskan hingga larut sempurna (berwarna bening). Naphthol dasar (penaphtholan) biasanya dipakai dalam proses pewarnaan. Jika dalam pencelupan pertama warna kain belum tampak dibutuhkan zat bernama larutan garam diazonium untuk memunculkan warna yang dikehendaki (Cara Penggunaan Naphthol, 2018) Gambar 2.1 menunjukkan kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna naphthol.



Foto: Amirullah (2022)

Gambar 2.1 Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna naphthol

Untuk mendapatkan warna yang menggunakan zat pewarna indogol diperlukan beberapa resep khusus sehingga warna yang kita inginkan dapat menempel dengan baik pada kain batik yang hendak dibuat. Pewarna indogol sebaiknya tidak menggunakan hidrogen klorida (HCL). Jika ukurannya tidak pas akan membuat bahaya dan dapat menyobekkan kain. HCL dapat digantikan kegunaannya dengan

menggunakan nitrit plus asam sulfat. Jika perajin ingin menggantinya dengan bahan yang ramah lingkungan dan sehat dapat menggunakan cuka dapur, cuka apel, atau sake. Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 masing-masing menunjukkan kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna naphthol dan indigosol.



Foto: Amirullah (2022)

Gambar 2.2 Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna indigosol

Zat pewarna buatan lainnya adalah zat pewarna remasol. Pewarna remasol mempunyai sifat antara lain warna cenderung terang atau cerah, mudah larut dalam air, mempunyai warna yang brilian dengan ketahanan luntur yang baik, dan mempunyai daya afinitasnya rendah. Untuk memperbaiki sifat tersebut pada pewarnaan batik, diatasi dengan cara kuwasan. Sebelum dilakukan proses difiksasi menggunakan natrium silikat atau biasa juga dikenal dengan nama *waterglass* untuk hasil yang terbaik sebaiknya kain didiamkan semalaman sehingga nanti warna yang dihasilkan dapat meresap rata keseluruhan bagian kain. Zat pewarna yang bersifat reaktif pada umumnya

bereaksi dan mengadakan ikatan langsung dengan serat sehingga akan menjadi satu kesatuan dengan serat tersebut. Zat pewarna remasol memiliki jenis yang cukup banyak dengan berbagai nama dan juga bermacam struktur kimia yang berbeda sesuai dengan pabrik yang membuatnya. Gambar 2.3 menunjukkan kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan pewarnaan remasol.



Foto: Amirullah (2022)

Gambar 2.3 Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna remasol

Zat warna rapid adalah naphthol yang telah dicampur dengan garam diazodium dalam bentuk yang tidak dapat digabung (koppelen). Untuk mendapatkan bahan pewarna ini, dilakukan dengan difiksasi dengan asam sulfat atau asam cuka. Tanpa difiksasi juga bisa, caranya hanya di angin-angin selama semalam sampai berubah warna. Dalam pewarnaan batik, zat warna rapid hanya dipakai untuk pewarnaan secara coletan. Warna yang tersedia adalah merah dan biru (5 Macam Bahan Pewarna, 2012). Gambar 2.4 menunjukkan kain Batik Tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna rapid.



Foto: Amirullah (2022)

Gambar 2.4 Kain batik tulis Tanjung Bumi menggunakan zat pewarna rapid



Bab 3

Batik Gentongan

A. Konsep Batik Gentongan

Kabupaten Bangkalan merupakan salah satu penghasil batik tradisional tepatnya di Kecamatan Tanjung Bumi. Sentra batik di Kecamatan Tanjung Bumi terdapat di Desa Tanjung Bumi, Telaga Biru, Paseseh, Bumi Anyar, Larangan, Tambak Pocuk, Bandang, Macajeh, Tlangoh, Tagungguk, dan Bangkeng. Batik dibuat dengan menggunakan teknik khusus yang biasa dikenal batik gentongan dan memberikan keunikan Batik Madura yang tidak ditemukan di daerah lain. Disebut gentongan karena proses pembuatannya yang menggunakan gentong sebagai alat untuk merendam kain. Perendaman batik dalam gentong dilakukan dalam waktu yang lama. Gentong yang sudah diberi air dan pewarna disimpan dalam ruang tertutup. Ruang tersebut harus benar-benar kedap cahaya. Perajin akan mencelupkan kain ke dalam rendaman selama 24 jam dan harus mengulangi proses yang sama keesokan harinya. Begitu seterusnya selama 6 bulan. Bahkan ada yang melakukan proses ini selama setahun non stop. Itu sebabnya, warna batik gentongan bisa tahan sangat lama, bahkan hingga puluhan tahun. Batik gentongan mempunyai ciri khas yang warna yang berani (*colourful*). Pengerjaan yang halus, semakin lama warnanya semakin

cerah meskipun kainnya sudah rapuh, dan memiliki aroma rempah-rempah karena perendaman (Keistimewaan Batik Gentongan, 2012).

B. Proses Pembuatan Batik Gentongan

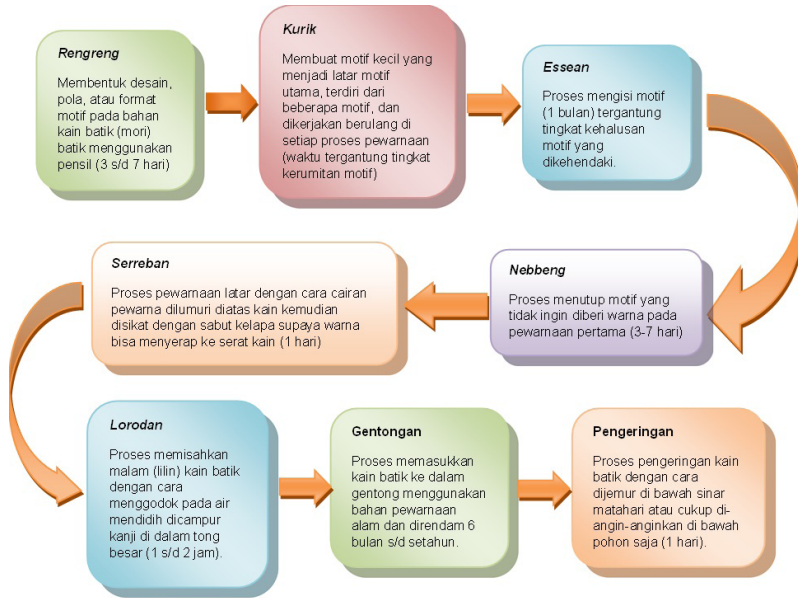
Proses pembuatan Batik Gentongan cukup unik. Tahap pertama adalah *Rengreng* yaitu proses membentuk desain, pola, atau format motif pada kain mori batik menggunakan pensil. Dibutuhkan waktu 3–7 hari untuk menghasilkan proses ini pada sehelai kain. Waktu yang dibutuhkan lebih cepat dari waktu rengreng batik Jawa karena motif batik Madura cenderung besar-besar dan jarang. Selesai mengerjakan motif besar kemudian dilanjutkan dengan *kurik* atau motif kecil dan menjadi latar motif utama. Membuat *kurik* cukup rumit karena terdiri dari beberapa motif dan dikerjakan secara berulang setiap kali proses pewarnaan. *Essean* merupakan proses selanjutnya dimana ini merupakan proses mengisi motif, biasanya membutuhkan waktu 1 bulan, tergantung kehalusan motif yang diinginkan. *Nebheng* menjadi proses berikut setelah *Essean* yakni proses menutup motif yang tidak ingin diberi warna pada proses pewarnaan pertama dan dibutuhkan waktu 3–7 hari untuk *me-nebheng*. Tahapan selanjutnya adalah *Sereben* yaitu proses pewarnaan latar. Cara ini sangat berbeda dengan proses pewarnaan batik konvensional, karena proses pewarnaan dilakukan dengan cara disikat. Cairan pewarna dilumuri di atas kain kemudian disikat dengan sabut kelapa agar warna bisa menyerap ke serat kain. Setelah tahapan proses pewarnaan selesai, kain ini dimasukkan untuk direndam ke dalam gentong besar. Sebelumnya kain batik perlu di-*lorod* (diluruhkan) malam-nya. Perajin Batik Madura memiliki resep rahasia untuk memudahkan proses melorot yaitu mencampurkan kanji ke air mendidih, kanji ini kemudian akan mengikat malam dari batik sehingga membentuk ampas dan mudah untuk disaring. Cara ini mampu menghemat air *lorod* hingga dapat digunakan sampai beberapa kali *pelorodan*.

Memasukkan kain batik ke dalam gentong merupakan bagian dari proses pewarnaan utama. Ciri khas batik gentongan adalah

warnanya justru semakin cemerlang dan tak akan pudar, walau sudah dicuci berkali-kali. Kualitas bisa diperoleh karena proses pewarnaan yang dilakukan secara intens dan berulang termasuk proses pewarnaan utama didalam gentong. Harga batik Gentongan Tanjung Bumi memang mahal karena dibuat secara hati-hati, lama dan halus, menggunakan pewarna alam serta memperhatikan kualitas. Secara kasat mata sangat sulit membedakan Batik Tulis Gentongan menggunakan pewarnaan sintetis (bahan kimia) terhadap yang menggunakan asli pewarnaan alami karena warnanya nyaris serupa. Mayoritas hanya perajin atau pedagang Batik Tulis Gentongan yang mampu membedakan jenis kain batik apakah termasuk kategori pewarnaan kimia atau pewarnaan alam (Gobel, 2013). Gambar 2.1 menunjukkan diagram proses pembuatan Batik Gentongan.

C. Pewarnaan Alam Batik Tulis

Untuk meningkatkan kualitas warna dan motif hasil batik tulis, selain menggunakan pewarnaan dengan bahan sintetis, sekitar enam tahun lalu, Mitra 1 melakukan inovasi menggunakan bahan pewarnaan alam. Bahan pewarnaan alam diperoleh dengan cara memanfaatkan bagian hewan (*lac dyes*) atau tumbuhan (pohon) antara-lain akar, kulit, daun, bunga, batang, atau buah sebagai pemberi warna dasar dan motif batik tulis. Dalam perkembangan lebih lanjut mayoritas perajin Batik Tulis Tanjung Bumi hanya memanfaatkan bahan pewarnaan alam dari tumbuhan karena tersedia melimpah dan mudah diperoleh dari sejumlah pengepul bahan baku tersebut di sekitar Desa Peseseh. Tabel 2.1 menunjukkan bahan pewarnaan alam kain batik dari tumbuhan (Sutungpol, 2013).



Gambar 3.1 Proses Pembuatan Batik Tulis Gentongan

Tabel 3.1 Bahan Pewarnaan Alam Kain Batik Tulis dari Tumbuhan

No.	Nama Umum	Nama Latin	Warna	Bagian
1	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	Hijau	Daun
2	Jelawe	<i>Terminalia belerica</i>	Hitam	Biji
3	Kayu Malam	<i>Aporosa frutescens</i>	Hitam	Kayu keras/kayu dalam
4	Kesumba	<i>Bixa orellana</i> Linn.	Oranye	Biji
5	Soga	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Kuning	Kulit batang
6	Akasia	<i>Acacia catecu</i>	Coklat	Kayu keras/kayu dalam
7	Tangeran	<i>Maclura cochinchinensis</i>	Kuning	Kayu teras akar
8	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	Merah	Kulit akar
9	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	Hitam	Kulit, daun, akar, buah muda
10	Tanaman Tarum	<i>Indigofera Tinctoria</i>	Biru	Daun

No.	Nama Umum	Nama Latin	Warna	Bagian
11	Pohon Tengar (Tingi)	<i>Ceriops tagal</i>	Hitam	Kulit kayu
12	Tanaman Plasa	<i>Butea monosperma.</i>	Kuning	Bunga
13	Tanaman Noja	<i>Peristrophe bivalvis.</i>	Merah	Daun, cabang muda
14	Tanaman Jirak	<i>Symplocos</i>	Kuning	Kulit
15	Gambir	<i>Uncaria gambir</i>	Hitam	Daun, cabang muda
16	Srigading	<i>Nyctanthes arbortristis L</i>	Kuning Krem	Daun
17	Secang	<i>Caesalpinia sappan Linn.</i>	Merah	Kayu keras
18	Mangrove	<i>Rhizophora Mucronata</i>	Hijau	Daun, buah

Sumber: Sutungpol (2013)

Batik Gentongan Tanjung Bumi rata-rata menggunakan tumbuhan nomor 1 s.d. 11 sebagai bahan pewarnaan alam. Jika dilihat sekilas batik tulis yang menggunakan pewarnaan alam terlihat kusam dan mudah pudar warnanya, dibanding dengan batik warna sintesis yang cenderung cerah, menyolok, dan variatif. Namun jika dilihat lebih teliti, produk kain batik pewarnaan alam lebih berkualitas karena lebih halus, awet, tahan lama, tidak merusak kain, dan tidak cepat luntur walaupun sudah digunakan selama bertahun-tahun. Selain itu penggunaan warna alam pada batik sangat bermanfaat untuk menjaga kelestarian alam dengan cara memanfaatkan pewarna bahan sandang yang alami, mudah diperoleh dari alam sekitar, dan ramah lingkungan. Pada Buku Keeksotisan Batik Jawa Timur, Memahami Motif dan Keunikannya yang ditulis oleh Dr. Yusak Anshari dan Adi Kusrianto, ada empat keuntungan ketika menggunakan bahan pewarna alami, yaitu: (1) Dari segi limbah prosesnya, pewarna alami ini lebih ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan karena zat-zat yang terkandung dalam pewarna alami ini mudah terurai sehingga tidak menimbulkan polusi, (2) Dari segi hasil pewarnaan, warna yang diperoleh memiliki sifat-sifat yang lembut, harmonis, senada, dan bahkan sebagian dapat disebut dengan warna pastel, (3) Pewarna alami biasanya mengandung aroma khas yang muncul ketika menyatu

dengan serat kapas, dan (4) Kain batik yang menggunakan pewarna alami memiliki nilai atau harga jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan pewarna kimia (Senja, 2016). Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 masing-masing menunjukkan tanaman tarum (*indigofera tinctoria*) dan kayu akasia (*acacia catechu*).



Sumber Foto: Wardoyo (2016)

Gambar 3.2 Tanaman Tarum (*Indigofera tinctoria*)



Foto: Wardoyo (2016)

Gambar 3.3 Kayu Akasia (*Acacia Catechu*)

Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 masing-masing menunjukkan kulit pohon tingi (*ceriops tagal*) dan daun ketapang (*terminalia catappa*).



Foto: Wardoyo (2016)

Gambar 3.4 Kulit Pohon Tingi (*Ceriops Tagal*)



Foto: Wardoyo (2016)

Gambar 3.5 Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*)

Proses pembuatan batik pewarnaan alam sebenarnya cukup mudah, hanya saja memerlukan ketelatenan dan kesabaran. Umumnya untuk menghasilkan warna yang dikehendaki diperlukan waktu yang tidak sebentar karena bisa membutuhkan waktu berhari-hari bahkan hingga hitungan minggu. Bahan pewarna alam umumnya berasal dari berbagai tumbuhan yang berada di sekitar kita. Bahan tersebut sendiri diperoleh dengan cara mengekstrak bagian-bagian dari tumbuhan penghasil celup. Pengekstrakan dapat dilakukan baik pada temperatur rendah maupun temperatur tinggi dengan menggunakan air sebagai pelarut. Pembuatan batik warna alam terbagi tiga jenis yaitu direbus dalam bejana, fermentasi (pembusukan), dan *direct* (langsung). Agar bahan-bahan yang digunakan bisa menempel kuat pada kain, proses pewarnaan harus dibantu dengan fiksasi. Jenis fiksasi ada tiga macam yaitu:

- 1) Tawas dosis 70 gram per liter. Biarkan mengendap dan ambil larutan beningnya. Tawas akan memberikan warna sesuai dengan warna aslinya.
- 2) Kapur tohor (CaCO_3) atau injet dosis 50 gram per liter. Biarkan mengendap dan ambil larutan beningnya. Kapur akan memberikan warna lebih tua dari aslinya
- 3) Tunjung (FeSO_4) dosis 20 gram per liter. Biarkan mengendap dan ambil larutan beningnya. Tunjung akan memberikan warna kearah gelap atau tua.

Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 masing-masing menunjukkan tiga bahan fiksasi dan produk kain batik tulis pewarnaan alam setelah difiksasi.

Gambar 3.8 menunjukkan beberapa bahan pewarnaan alam batik tulis dalam bentuk cairan. Gambar 3.9 dan Gambar 3.10 menunjukkan Proses *Rengreng* dan *Kurik* pada pembuatan motif kain batik tulis.

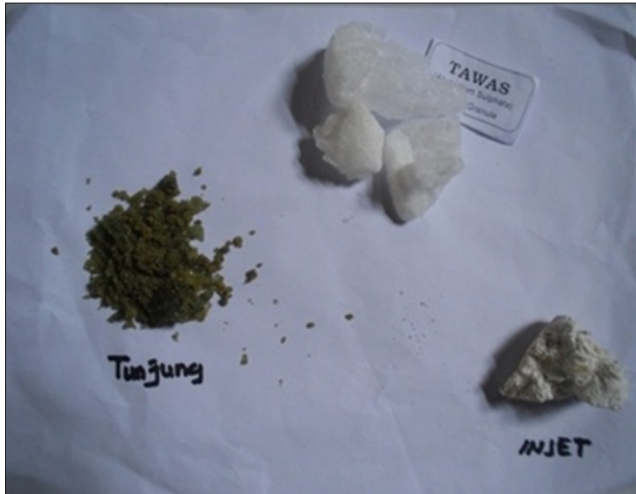


Foto: Wardoyo (2016)

Gambar 3.6 Tiga Bahan Fiksasi Terdiri dari Tunjung, Tawas, dan Injet



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.7 Batik Tulis Pewarnaan Alam Setelah Difiksasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.8 Beberapa Bahan Pewarnaan Alam Batik Tulis dalam Bentuk Cairan

Sebelum proses pematikan sebaiknya kain diproses *mordanting* terlebih dahulu. Bisa dikatakan, berhasil atau tidaknya suatu proses pewarnaan tergantung dari proses *mordanting*. Oleh sebab itu *mordanting* harus dilakukan secara hati-hati, akurat, dan tidak terlalu cepat, agar menghasilkan warna yang stabil. *Mordanting* adalah proses perebusan kain dengan garam logam seperti tawas. Penggunaan *mordant* berfungsi mengurangi kelunturan warna kain terhadap pengaruh pencucian, mengikat warna sehingga tidak mudah luntur, meningkatkan daya tarik zat warna alam terhadap kain sehingga menghasilkan kerataan dan ketajaman warna yang baik. Pembuatan larutan pewarna alam perlu disesuaikan dengan berat bahan yang akan diproses sehingga jumlah larutan zat warna alam yang dihasilkan dapat mencukupi untuk mencelup. Banyaknya larutan warna alam yang diperlukan tergantung pada jumlah kain yang akan diwarnai. Perbandingan yang biasa digunakan adalah 1 : 30, misalnya berat kain 100 gram maka kebutuhan warna alam 3 liter. Bahan tekstil kain batik tulis (*mori*) yang bisa diwarnai dengan warna alam adalah bahan-bahan yang berasal dari serat alam contohnya sutera, wol dan

kapas (katun). Untuk bahan sintetis biasanya tidak bisa menyerap zat warna alam.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.9 Proses *Rengreng* pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.10 Proses *Kurik* pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis

Kendala dalam penggunaan warna alam adalah variasi warnanya sangat terbatas dan ketersediaan bahannya tidak siap pakai sehingga diperlukan sejumlah proses khusus untuk dapat dijadikan larutan pewarna sehingga kurang praktis dalam penggunaannya. Keterbatasan warna alam kadang disiasati oleh perajin dengan mencampur warna alam dengan warna sintetis dalam satu potong kain batik tulis. Kelebihan batik pewarnaan alam adalah ramah lingkungan, memiliki potensi pasar yang tinggi sebagai komoditas unggulan produk Indonesia untuk memasuki pasar global dengan daya tarik dengan karakteristik yang unik, etnik dan eksklusif serta memiliki daya jual yang lebih tinggi dari pada batik warna sintetis. Manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan tumbuh-tumbuhan sebagai bahan pewarna alam adalah ikut mendorong budidaya tanaman-tanaman yang kurang dikenal masyarakat yang dapat dijadikan sumber warna alam sehingga ikut mendorong pelestarian keanekaragaman hayati. Sumber warna juga dapat diperoleh pula secara gratis dari pasar tradisional atau swalayan berupa daun, sayuran atau buah-buahan yang sudah tidak layak jual. Melalui proses daur ulang bahan tersebut dapat berguna dan dipakai kembali sebagai bahan pewarnaan alam (Keistimewaan Batik Warna 2012). Gambar 3.11 dan Gambar 3.12 masing-masing menunjukkan Proses *Essean* dan *Nebbeng* pada pembuatan motif kain batik tulis.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.11 Proses *Essean* pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.12 Proses *Nebbeng* pada Pembuatan Motif Kain Batik Tulis

Gambar 3.13 dan Gambar 3.14 masing-masing menunjukkan Proses *Serreban* dan *Gentongan* pada pewarnaan kain batik tulis.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.13 Proses *Serreban* pada Pewarnaan Kain Batik Tulis

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 3.14 Proses *Gentongan* pada Pewarnaan Kain Batik Tulis

Gambar 3.15 Produk akhir kain batik tulis *Gentongan* menggunakan pewarnaan alam dari bahan Tangerang, Mangrove, dan Tingi.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.15 Batik *Gentongan* Pewarnaan Alam dari Bahan Tangerang, Mangrove, dan Tingi

Gambar 3.16 Produk akhir kain batik tulis *Gentongan* menggunakan pewarnaan alam dari bahan Tangerang, Tunjung, dan Tingi.



Foto: Tri Wardoyo (2016)

Gambar 3.16 Batik *Gentongan* Pewarnaan Alam dari Bahan Tangerang, Tunjung, dan Tingi

Tabel 3.2 menunjukkan tahapan yang ditempuh untuk membuat bahan pewarnaan alam pada kain batik tulis.

Tabel 3.2 Tahapan Pembuatan Bahan Pewarnaan Alam pada Kain Batik Tulis

Proses Mordanting	Cara Membuat Pewarnaan Alam	Teknik Pewarnaan Alam Cara Dichelup	Cara Pencelupan Fiksasi
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resep Mordan untuk 500 gram kain katun. 2. Kain direndam dalam larutan 2 gram/liter deterjen selama semalam. 3. Kain dicuci bersih dan diperas 4. Rebus (mendidih) dalam 17 liter air yang mengandung 100 gram tawas dan 30 gram selama 1 jam, sambil dibolak-balik kainnya. 5. Setelah itu, matikan api biar kan kain tetap dalam larutan tersebut selama semalam 6. Pagi harinya kain dicuci bersih dan diangin-anginkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Timbang bahan warna alam yang dikehendaki, misalnya kulit kayu pohon ketapang. 2. Tiap 1 kg bahan warna alam direbus dengan 10 liter air. 3. Rebus dengan api panas hingga rebusan tadi menjadi $\frac{1}{2}$ nya 4. Setelah rebusan menjadi $\frac{1}{2}$, biarkan larutan warna menjadi dingin, setelah larutan sudah dingin kemudian disaring lalu digunakan untuk mewarna kain. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kain batik direndam dalam larutan Nilu selama minimal 30 menit, lalu tiriskan 2. Jika kain sudah setengah kering dicelup sambil dibollik-balik selama minimal 15 menit, lalu diangin anginkan 3. Dalam keadaan setengah kering dicelupkan lagi pada larutan warna yang sama. Lakukan pencelupan ini berulang-ulang sesuai kebutuhan warna yang diinginkan 4. Setelah warna yang diinginkan kan sudah dicapai, langkah selanjutnya adalah proses fiksasi dengan cara dicelupkan pada larutan Fiksasi (tawas, kapur, tunjung) 5. Kemudian dicuci bersih dan keringkan. Kain batik siap untuk ditutup (dibatik lagi) atau siap untuk di-lorod (direbus untuk menghilangkan lilin). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambil Kain kering yang sudah dicelup warna 2. Ambil 3 liter salah satu larutan fiksasi yang diinginkan 3. Kain batik dicelupkan pada larutan fiksasi tersebut, lakukan proses ini sesuai kebutuhan intensitas warna yang dikehendaki. 4. Lalu cuci bersih perlahan dan bilas, lalu diangin-anginkan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Bab 4

Motif Batik Tanjung Bumi

Dari bab sebelumnya telah dipaparkan cara batik tulis Tanjung Bumi diproses, baik pembuatannya maupun pewarnaannya. Pembuatan batik tersebut menghasilkan beragam motif batik. Sebagaimana batik tulis Madura pada umumnya, produk batik asal pulau ini mempunyai keindahan yang berbeda dengan motif batik lainnya. Batik tulis Madura merupakan hasil kearifan lokal masyarakat di Pulau Garam yang diwariskan secara turun temurun. Banyak makna tersembunyi yang dibatikkan di atas kain sehingga batik tulis Madura mempunyai nilai eksotis diantara batik motif lainnya. Batik Madura juga mempunyai corak dan warna yang khas. Corak-corak yang dibatikkan banyak melambangkan kebiasaan masyarakat Madura. Sedangkan warna-warna yang kuat sebagai warna asli pewarnaan alam melambangkan keberanian masyarakat Madura menghasilkan sebuah karya seni.

Setiap daerah yang ada di Madura mempunyai ciri khas motif batik masing-masing. Motif batik tersebut meliputi Motif Tanjung Bumi (Bangkalan), Sampang, Pamekasan dan, Sumenep. Masing-masing motif mempunyai nilai dan filosofi yang berbeda sesuai dengan asal wilayah. Bab ini akan menunjukkan berbagai motif batik

Tanjung Bumi tersebut mulai Subbab 4.1 s.d. Subbab 4.13. Pada setiap subbab akan dibahas secara detail 13 motif asli batik tulis Tanjung Bumi ditinjau dari warna, corak, makna, dan filosofi yang terkandung dalamnya. Motif batik tersebut meliputi motif *Gaja Sekerrenge*, *Tel Cantel*, *Sabut*, *Te-Sate*, *Ajem Kateh*, *Sekoh Bujel*, *Vie-Elvie*, *Cacca Telah*, *Sek Melayah*, *Car Cenah*, *Panji Letrek*, *Krocok*, dan *Raoan* (Rozie, et al., 2018). Selain menggunakan motif asli, perajin Tanjung Bumi seringkali juga mengerjakan batik tulis dengan kombinasi dari motif-motif asli yang sudah pernah ada sebelumnya. Penggunaan motif asli maupun motif kombinasi pada batik tulis oleh pengrajin setempat bertujuan semata untuk mempertahankan kelestarian, ciri-khas, dan identitas batik tulis Tanjung Bumi dari pengaruh motif batik tulis Madura lainnya ataupun luar Madura.

A. Motif *Gaja Sekerrenge*

Gaja Sekerrenge berarti gajah dalam hutan. *Gaja Sekerrenge* merupakan salah satu motif batik klasik yang sangat melekat dengan karakter batik tulis Tanjung Bumi. Sebenarnya motif hewan ini tidak menggambarkan kondisi alam Tanjung Bumi, karena wilayah ini tidak mempunyai hutan apalagi gajah. Namun kurang lebih sekitar 30 km ke arah barat Tanjung Bumi tepatnya di Kecamatan Arorbaya terdapat pemakaman raja-raja muslim Madura Barat atau yang biasa dikenal dengan sebutan *Ratoh Ebuh*. Pemakaman *Ratoh Ebuh* mempunyai banyak batu nisan bergambar gajah. Kondisi ini yang diduga menjadi cikal bakal adanya motif *Gaja Sekerrenge*. Asumsi ini diperkuat dengan adanya hubungan kekerabatan yang sangat dekat antara Tanjung Bumi dengan Arosbaya. Pada motif ini terdapat gambar gajah yang memiliki banyak belalai dikurung dalam hutan. Hal ini menunjukkan bahwa motif ini adalah motif klasik yang mempunyai nilai historis yang tinggi. Gambar 4.1 menunjukkan motif lengkap *Geje Sekerrenge*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.1 Motif Lengkap *Gaja Sekereng*

B. Motif *Tel-Cantel*

Motif *Tel-Cantel* menggambarkan jari telunjuk yang membengkok dan merupakan lambang sebuah komitmen akan sebuah janji yang disepakati. Makna dari motif *Tel-Cantel* menggambarkan sebuah komitmen antara suami istri bahwa selama perjalanan atau berlayar ke wilayah seberang untuk mencari nafkah, sang suami akan selalu setia, begitu pula dengan sang istri yang ditinggalkan akan selalu setia menunggu suaminya pulang. Gambar 4.2 menunjukkan motif lengkap *Tel-Cantel*.

Batik dengan motif *Tel-Cantel* biasanya berbentuk sebuah gendongan. Bagi masyarakat Tanjung-Bumi, gendongan merupakan salah satu bentuk kasih sayang seorang nenek kepada cucunya. Pada umumnya, seorang ibu akan sibuk membatik gendongan ketika mengetahui anaknya hamil. Aktivitas tersebut selanjutnya menjadi sebuah pengharapan sekaligus penghargaan bagi cucu yang akan lahir. Pada motif ini warna dominan adalah warna biru, merah, dan hitam.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.2 Motif Lengkap *Tel Cantel*

C. Motif *Sabut*

Sabut berarti kulit buah kelapa. Pada jaman dahulu, sabut kelapa banyak dijumpai sepanjang pesisir pantai Tanjung Bumi, baik yang berasal dari pohon kelapa setempat maupun yang berasal yang berasal dari pulau seberang. Pada saat musim angin kencang jika terjadi ombak besar, terdapat banyak sabut kelapa di sepanjang pesisir pantai Tanjung Bumi. Keberadaan sabut kelapa ini selanjutnya menginspirasi perajin batik tulis Tanjung Bumi untuk membuat motif *Sabut*. Motif ini mempunyai tingkat kesulitan yang relatif tinggi dalam pengerjaannya. Kondisi tersebut dapat dilihat dari jenis canting batik yang menggunakan canting kecil dan ditulis secara penuh di atas kain batik. Gambar 4.3 menunjukkan motif lengkap *Sabut*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.3 Motif Lengkap *Sabut*

D. Motif *Te-Sate*

Te-sate berarti sate, merupakan makanan khas yang berasal dari Madura. Sebenarnya penamaan motif *Te-sate* dan motifnya sangatlah berbeda. Namun, perajin batik menganggap bahwa proses membatik motif ini menyerupai pembuatan sate, yaitu membuat tangkai menyerupai tusuk sate yang ditajamkan ujung serta membuat garis kecil-kecil menyerupai daging sate yang ditusuk. Kondisi inilah yang selanjutnya menginspirasi penamaan motif *Te-sate* pada batik tulis Tanjung Bumi. Pada motif ini warna dominan adalah warna biru, coklat dengan warna dasar hitam. Gambar 4.4 menunjukkan motif lengkap *Te-Sate*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.4 Motif Lengkap *Te-Sate*

E. Motif *Ajem Kateh*

Ajem Kateh berarti ayam kate (mungil). Jenis ayam ini memang bukan merupakan ayam asli Madura, namun keberadaannya banyak ditemui di pulau ini. *Ajem Kateh* memiliki sifat sangat jinak dan hanya berkeliaran di teras-teras rumah, serta seringkali menemani perajin saat membatik. Hal inilah yang menginspirasi para pembatik untuk membuat motif *Ajem Kateh*, yang menggambarkan ayam kate dalam posisi berjejer. Maknanya adalah melambangkan sebuah kehidupan berkelompok dalam masyarakat kelihatan guyub dan rukun. Pada motif batik ini, warna yang digunakan adalah pewarna alam berasal dari tumbuh-tumbuhan sehingga hasil warna terlihat sangat natural. Warna dominan pada batik motif ini adalah biru, merah, hitam, dengan warna dasar putih tulang. Gambar 4.5 menunjukkan motif lengkap *Ajem Kateh*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.5 Motif Lengkap *Ajem Kateh*

F. Motif *Sekoh Bujel*

Sekoh Bujel artinya siku yang memiliki udel (pusar perut). Udel dalam Bahasa Jawa berarti pusar. *Sekoh bujel* merupakan salah satu motif batik yang dalam pengerjaannya memiliki tingkat kesulitan tinggi. Tingkat kesulitannya terletak pada saat membuat garis tipis menggunakan canting kecil dengan cara menembok menggunakan lilin malam dan tidak boleh terputus. Warna yang digunakan menggunakan pewarna alam dengan teknik pewarnaan yang sangat baik sehingga hasilnya sangat natural. Teknik semacam ini disebut *durien tebbengan* (*duren temboan*). Batik tulis dengan motif *Sekoh Bujel* biasanya dikenakan oleh orang kaya. Oleh sebab itu batik tulis jenis ini dibandrol dengan harga yang sangat mahal sesuai dengan proses yang dihasilkan. Gambar 4.7 menunjukkan motif lengkap *Sekoh Bujel*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.6 Motif Lengkap *Sekoh Bujel*

G. Motif *Vie-Elvie*

Motif *Vie-Elvie* sebenarnya merupakan motif gunung (gunung) yang terdapat pada sepanjang pinggiran bawah kain. Masyarakat Tanjung Bumi menyebutnya tandanan. Pemberian nama *Vie-Elvie* terinspirasi dari ratu dangdut, Elvie Sukaesih. Pada tahun 1980-an, Elvie Sukaesih hadir untuk mengisi resepsi orang terkaya di Tanjung Bumi. Ketika itu, Sang Ratu Dangdut mengenakan rok dengan pinggiran bawah bermotif gunung. Hal ini selanjutnya menginspirasi perajin batik tulis Tanjung Bumi untuk membuat motif *Vie-Elvie*, yang motif lengkap ditunjukkan di Gambar 4.7 sempat populer dan menjadi tren ketika itu.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.7 Motif Lengkap *Vie Elvie*

H. Motif *Cacca Telah*

Cacca Telah berarti potongan ketela rambat. Pada jaman dahulu, makanan pokok masyarakat Madura antara lain nasi, nasi jagung, serta ketela rambat yang dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan atau yang biasa dikenal dengan *nasek sella telah*. *Nasek sella telah* telah biasanya disajikan dengan sayur daun *mronggih* (kelor), ikan asin, dan sambal terasi. Potongan ketela rambat pada *nasek sella telah inilah* yang selanjutnya menginspirasi perajin Batik Tulis Tanjung Bumi untuk membuat motif *Cacca Telah*. Motif makanan pokok ini juga bermakna kesederhanaan masyarakat Madura dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Dalam motif batik ini warna yang muncul adalah warna biru, merah, hitam, dengan dasar putih kecoklatan. Gambar 4.8 menunjukkan motif lengkap *Cacca Telah*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.8 Motif Lengkap *Cacca Telah*

I. Motif *Sek Melayah*

Motif *Sek Melayah* menggambarkan ombak pantai yang berkelok-kelok. Menurut legenda, motif ini merupakan motif batik tulis pertama yang ada di Tanjung Bumi. Motif ini mencerminkan perasaan istri ketika memandangi lautan dengan harapan tidak terjadi ombak besar yang membahayakan suami. Motif *Sek Melayah* juga menggambarkan letak geografis Tanjung Bumi yang berbentuk

Tanjung. Letak geografis yang sangat strategis ini menjadikan Tanjung Bumi memiliki pelabuhan Telaga Biru. Pelabuhan ini digunakan untuk perdagangan antar pulau, dimana menjadi pedagang antar pulau merupakan salah satu mata pencaharian masyarakat Tanjung Bumi yang dilakukan secara turun menurun. Pada masa penjajahan Belanda, pelabuhan Telaga Biru tidak luput menjadi perhatian dari penjajah. Pelabuhan ini digunakan sebagai tempat mengangkut kayu dari Kalimantan menuju Pulau Madura dan Pulau Jawa. Motif *Sek Melayah* yang sangat populer biasanya dipadukan dengan motif *kurik sisik* dan motif *carcenah*. Perpaduan tersebut membuat batik tulis ini sangat indah. Gambar 4.9 menunjukkan motif lengkap *Sek Melayah*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.9 Motif Lengkap *Sek Melayah*

J. Motif *Car Cenah*

Car Cenah berarti pacar cina, merupakan salah tanaman perdu yang banyak terdapat di Tanjung Bumi. Motif *Car Cenah* merupakan salah satu jenis kurik dengan tingkat kesulitan. Hal ini juga yang menyebabkan batik dengan motif ini berharga mahal karena sesuai dengan tingkat kesulitan dan kerumitan pembuatan batik. Motif *Car Cenah* banyak dijumpai pada tumpal sarung. Selain itu, motif ini juga sering disandingkan dengan sisik pada motif *Sek Melayah*. Seperti

yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa motif *Sek Melayah* adalah motif tertua di Tanjung Bumi, maka motif *Car Cenah* juga dapat dikatakan sebagai motif klasik yang sudah sangat lama ada di Tanjung Bumi. Gambar 4.10 menunjukkan motif lengkap *Car Cenah*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.10 Motif Lengkap *Car Cenah*

K. Motif *Panji Letrek*

Letrek atau biasa dikenal dengan sebutan kartu, merupakan permainan yang biasa dilakukan oleh awak kapal untuk mengisi waktu luang ketika mengarungi lautan luas. Bermain kartu juga merupakan salah satu cara mengalihkan rasa rindu, sepi, dan takut yang seringkali menghantui awak kapal ketika mengarungi lautan. Hal tersebut juga selaras dengan filosofi para pelaut Madura yaitu “*A Bental Ombak Asapok Angen*”, yang berarti berbantalkan ombak berselimutkan angin. Dalam motif ini ada 3 warna dominan yaitu biru gelap, merah, coklat tua dengan warna dasar putih kecoklatan. Gambar 4.11 menunjukkan motif lengkap dan detail *Panji Letrek*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.11 Motif Lengkap *Panji Letrek*

L. Motif *Krocok*

Motif batik tulis *Krocok* merupakan motif yang mempunyai filosofi berasal dari pohon kelapa yang akan berbuah. Pohon kelapa ini biasanya mengeluarkan tunas menyerupai jantung. Selanjutnya, jantung tersebut akan mekar dan muncul tangkai-tangkai. Masyarakat Madura menyebutnya krocok. Tanjung Bumi yang sebagian besar merupakan daerah pesisir banyak ditumbuhi oleh pohon kelapa. Hal inilah yang menginspirasi masyarakat Tanjung Bumi untuk menggambarkan motif krocok pada kain batik tulis. Motif ini mayoritas berbentuk garis-garis diagonal dengan perpaduan motif dan warna yang menarik berkarakter warna kuat yang melambangkan masyarakat Madura. Gambar 4.12 menunjukkan motif lengkap *Krocok*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.12 Motif Lengkap *Krocok*

M. Motif *Raoan*

Motif *Raoan* berasal dari kata *arao*, yaitu kegiatan mencabut rumput pengganggu tanaman padi. Walaupun terletak di pesisir utara Pulau Madura, wilayah Tanjung Bumi juga mempunyai sawah. Pada jaman dahulu, persawahan di Tanjung Bumi sangat produktif tetapi kurang diminati oleh masyarakat setempat, karena masyarakat setempat lebih memilih untuk merantau. Kegiatan *arao* biasanya dilakukan sejajar dan bersama-sama oleh petani dengan berjalan mundur. Bekas tapak kaki atau jejak kaki petani yang melakukan *arao* akan terlihat seperti garis-garis panjang. Garis-garis inilah yang menjadi inspirasi para perajin batik untuk menciptakan motif *raoan*. Pada saat ini, motif *raoan* Tanjung Bumi sudah jarang ditemukan. Hal tersebut disebabkan motif ini mempunyai tingkat ketelatenan yang sangat tinggi. Selain itu para perajin batik tulis Tanjung Bumi masih menggunakan canting bermata satu dalam proses membatik sehingga motif ini membutuhkan waktu pengerjaan yang cukup lama. Gambar 3.13 menunjukkan motif lengkap *Raoan*.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 4.13 Motif Lengkap *Raoan*



Bab 5

Pengolahan Limbah Batik

A. Limbah Batik

Batik adalah seni budaya Indonesia. Batik sudah diakui oleh UNESCO sebagai warisan budaya dunia. Industri batik banyak meningkatkan pendapatan negara dan meningkatkan perekonomian. Perkembangan industri batik semakin meningkat dari masa ke masa karena industri ini merupakan karya seni budaya bangsa Indonesia yang sudah dikerjakan dan diwariskan secara turun-temurun. Dalam industri batik, pewarnaan adalah proses yang sangat penting dan tidak mungkin ditinggalkan. Proses ini menggunakan pewarna tekstil yang menghasilkan limbah dan dapat mencemari lingkungan.

Pencemaran terutama bersumber dari limbah cair yang berupa zat warna yang dihasilkan sisa bahan pewarna, proses pencucian dan pembilasan kain batik. Pada umumnya limbah industri batik terdiri dari dari sisa mori, ceceran lilin, sisa air pewarnaan, sisa lilin dan air pelorodan. Proses produksi batik menghasilkan limbah berwujud gas dan cairan. Limbah cair dihasilkan saat mengolah kain, pewarnaan, pelepasan lilin, pencucian, perendaman, maupun pembilasan. Limbah cair hasil proses pelepasan lilin masih mengandung lilin sisa yang memiliki kandungan minyak dan lemak (Apriyani, 2018). Limbah akan

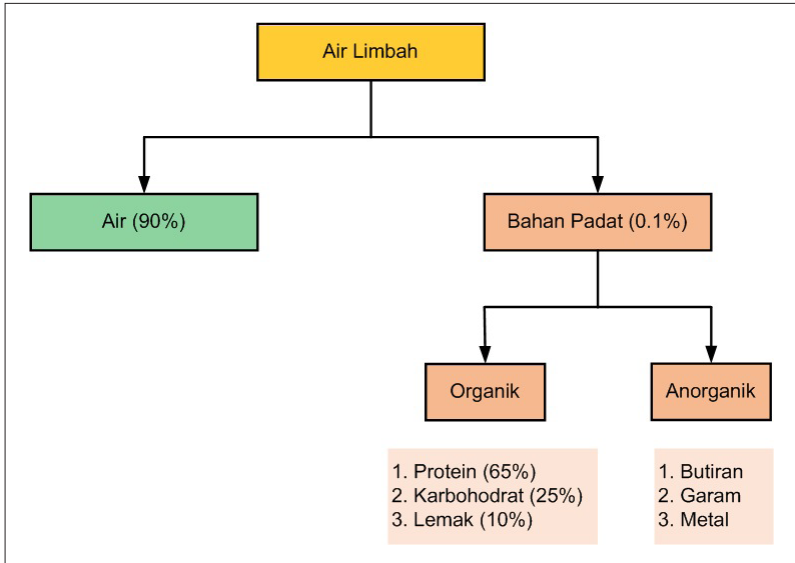
lebih berbahaya saat memakai bahan pewarna sintetis. Namun, para perajin lebih sering memakai pewarna sintetis karena warnanya lebih stabil, penggunaannya praktis, dan mudah diperoleh. Kekurangan pewarna sintetis adalah sulit terurai di lingkungan sehingga menjadi polutan dan mengganggu ekosistem air. Tidak jarang di dalam pewarna sintetis terkandung logam berat seperti krom (Cr), Timbal (Pb), mangan (Mn), Nikel (Ni), dan tembaga (Cu). Dampak senyawa logam berat adalah menyebabkan kanker, meningkatkan COD (*Chemical Oxygen Demand*), serta BOD (*Biological Oxygen Demand*) yang mengganggu ekosistem perairan (Jannah & Muhimmatin, 2019).

Saat ini banyak bermunculan industri batik rumah tangga. Cara pengolahan limbah yang selama ini dilakukan adalah menampung limbah cair batik di dalam bak-bak khusus yang berfungsi untuk mengendapkan limbah dan selanjutnya dibiarkan meresap ke tanah tanpa pengolahan lanjutan, atau ada pula yang dibuang ke sungai. Limbah batik yang berasal dari proses pewarnaan memiliki kandungan zat warna (Jannah & Muhimmatin, I., 2019). Beberapa pendapat menyatakan bahwa proses pewarnaan lebih aman menggunakan pewarna alami supaya tidak mengalami masalah dalam pengolahan limbah di kemudian hari (Mahfudloh & Lestari, 2017). Sebagian besar industri batik rumah tangga tidak mempunyai IPAL. Perajin batik langsung membuang limbah ke selokan dan sungai. Air sungai yang tercemar limbah akan menyebabkan akumulasi racun pada sisik ikan. Genangan limbah mengganggu penetrasi sinar matahari ke air sungai, bahkan merusak kehidupan air, dan menyebabkan rasa gatal pada kulit jika penduduk menggunakan air sungai untuk mandi ataupun mencuci pakaian. Penelitian menunjukkan bahwa limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan akumulasi toksin pada sisik ikan nila, termasuk benih ikan (Andriani & Hartiani, 2017). Limbah cair yang dibuang ke sungai akan merusak kondisi fisik, biologi, dan kimiawi sungai (Apriyani, 2018). Berdasarkan masalah yang muncul akibat pembuangan limbah batik tanpa pengolahan terhadap kondisi tanah maupun air sungai dan kehidupan hewan air (terutama ikan), maka dibutuhkan metode mitigasi pengolahan

limbah batik yang akurat untuk mencegah semakin masifnya pencemaran terhadap tanah, air tanah, atau air permukaan.

B. Kandungan Limbah Batik

Umumnya, limbah cair industri batik dengan kandungan bahan organik yang tinggi yang ditunjukkan oleh konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Nilai BOD berasal dari proses basah yang meliputi proses penghilangan kanji (*desizing*), penggelantangan (*bleaching*), pelepasan *wax* (*scouring*), dan pencelupan (*dyeing*). Prosesnya sangat kompleks dan kualitas air limbah yang dihasilkan juga sangat bervariasi. Umumnya konsentrasi BOD 200–500 mg/liter dan konsentrasi SS (*Suspended Solid*) 50–400 mg/liter. Air limbah umumnya mengandung zat padat tersuspensi serta mengandung senyawa polutan zat organik maupun anorganik. Oleh karena itu, senyawa polutan tersebut harus dihilangkan seminimal mungkin sampai standar yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Secara garis besar zat yang terkandung dalam limbah cair batik adalah 99,9% air dan 0,1% padatan. Komponen kimia yang terkandung dalam limbah cair batik yaitu zat warna (*dye stuff*), sisa pewarnaan dan sisa pencucian. Kandungan limbah cair mengandung 90% air yang dihasilkan dari proses pencucian dan 0,1% bahan padat yang dihasilkan dari proses pewarnaan. Senyawa organik dan anorganik yang dihasilkan dari bahan padat dihasilkan dari proses pewarnaan yang terkandung pada zat pewarna. Bahan yang terkandung di dalam limbah batik dikelompokkan dalam Gambar 5.1 (Alba, 2019).

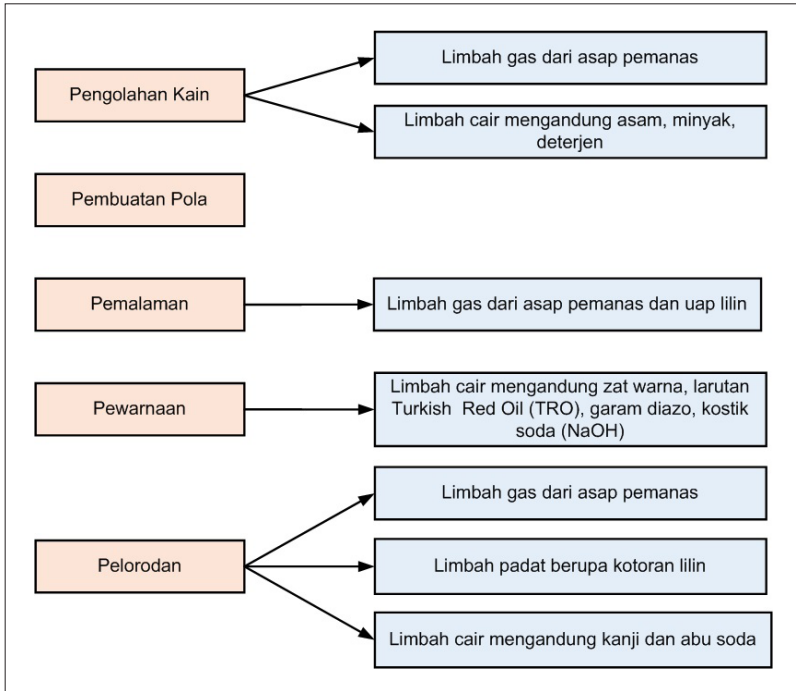


Sumber: Alba, (2019)

Gambar 5.1 Pengelompokan Bahan yang Terkandung di dalam Limbah Batik

C. Karakteristik Limbah Cair Batik

Karakteristik limbah cair industri batik merupakan gabungan atau campuran air dan bahan pencemar yang terbawa oleh air baik dalam keadaan terlarut maupun suspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan) dan sumber industri. Gambar 5.2 menunjukkan hasil limbah industri batik berupa limbah cair, padat dan gas. Pada skema Gambar 5.2, diketahui bahwa limbah cair industri batik berasal dari kegiatan pengolahan kain, pewarnaan, dan pelorotan (Apriyani, 2018). Proses pengolahan kain dan pewarnaan, menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat kimia yang berpotensi meningkatkan nilai COD dan warna air limbah. Sedangkan pada kegiatan pelorotan, limbah cair yang dihasilkan memberikan kontribusi meningkatnya BOD air limbah.



Sumber: Apriyani, 2018

Gambar 5.2 Bagan Pembuatan Batik dan Sumber Limbah

Logam berat hadir di seluruh proses produksi batik, karena proses tersebut membutuhkan penggunaan bahan kimia dan meninggalkan sampah yang masih mengandung logam berat. Umumnya air limbah dari produksi batik mengandung kadar organik tinggi dan bersifat basa. Karena sifatnya yang berpori dan tahan terhadap kerusakan oksidatif dari sinar matahari yang cerah, pigmen dalam air limbah dari batik biasanya sulit terurai. Karakteristik air limbah industri batik dapat digolongkan dalam karakteristik fisik, karakteristik kimia, dan karakteristik biologi serta secara detail ditunjukkan pada Tabel 5.1 (Apriyani, 2018).

Table 5.1 Karakteristik Air Limbah Industri Batik

No.	Karakteristik Air Limbah	Parameter	Keterangan
1	Karakteristik Fisik.	Warna	Warna disebabkan adanya partikel terlarut <i>dissolved</i> , tersuspensi <i>suspended</i> , dan senyawa koloidal.
		Suhu	Suhu dapat memengaruhi kadar <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) dalam air. Kenaikan suhu sebesar 10°C dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen sebesar 10%.
		Bau	Adanya bau yang lain pada air limbah, menunjukkan adanya komponen-komponen lain di dalam air.
		Padatan	Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi <i>floating</i> , <i>settleable</i> , <i>suspended</i> atau <i>dissolved</i> , berbau menyengat, dan kontaminan akan membuat air menjadi keruh. Adanya indikator-indikator tersebut cukup menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi cukup tinggi (Wardhana, 2001).
2	Karakteristik Kimia	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	COD merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi. Nilai COD yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin buruk kualitas air,

No.	Karakteristik Air Limbah	Parameter	Keterangan
		<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	DO merupakan ukuran banyaknya kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut ini merupakan hal yang paling penting untuk kelangsungan hidup biota air. Kematian biota air karena menurunnya kandungan oksigen dalam air dapat merupakan salah satu indikator tercemarnya air. DO optimum untuk ikan adalah 5- 6 mg/L, sedangkan kadar DO minimum paling tidak adalah 3 mg/L.
		pH	pH adalah ukuran derajat keasaman dalam 8 perairan. Ikan dapat hidup pada kisaran pH 5-9. Ikan akan mati apabila pH dalam air dibawah dari 4 ataupun diatas dari 11.
3	Karakteristik Biologi	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	Limbah cair industri batik dengan kandungan bahan organik yang tinggi yang ditunjukkan oleh konsentrasi BOD berasal dari proses basah yang meliputi proses penghilangan kanji (<i>desizing</i>), penggelantangan (<i>bleaching</i>), pelepasan wax (<i>scouring</i>), dan pencelupan (<i>dyeing</i>). Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 105-108 organisme/mL. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air (Purwaningsih, 2008).

Berdasarkan standar baku mutu air yang dikeluarkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang nilai baku mutu limbah industri tekstil ditunjukkan pada Tabel 5.2 (Amira & Slamet, 2018).

Tabel 5.2 Baku Mutu Limbah Industri Tekstil dan Batik

No.	Parameter	Kadar maksimal
1.	Temperatur	38°C
2.	BOD	60 mg/L
3.	COD	150 mg/L
4.	TSS	50 mg/L
5.	Fenol Total	0,5 mg/L
6.	Khrom Total (Cr)	1,0 mg/L
7.	Amoniak Total	8 mg/L
8.	Sulfida	0,3 mg/L
9.	Minyak dan Lemak	3,0 mg/L
10.	pH	6–9

D. Metode Pengolahan Limbah Industri Batik

Berbagai metode telah dikembangkan sebagai upaya mengatasi permasalahan yang diakibatkan oleh industri batik, baik secara fisika, kimia dan biologi seperti sistem lumpur aktif, adsorpsi, proses oksidasi lanjutan, elektrodegradasi, fotodegradasi, elektrokoagulasi, phytotreatment. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengolah limbah batik, di antaranya reaksi fotokatalitik, adsorpsi, dan koagulasi. Metode-metode tersebut selanjutnya dapat dilihat dan dijelaskan pada pada Tabel 5.3 (Apriyani, 2018; Yuliana, 2021).

Tabel 5.3 Metode Pengolahan Limbah Batik

No.	Metode (Jenis)	Peneliti
1.	Sistem lumpur aktif (Biologi)	Penghilangan bahan organik terlarut oleh mikroorganisme / biomassa yang ditumbuhkan secara aerob dalam jumlah dan jenis yang beragam Pengolahan secara aerob menggunakan lumpur aktif menggunakan bakteri indigenous (bakteri proteolitik dan selulolitik). Bakteri ini akan mempercepat degradasi senyawa organik. Pengolahan secara aerob menurunkan kadar COD lebih baik dibandingkan dengan anaerob (76,59% berbanding 69,43%) (Grady et.al, 1999; Ratnani, 2008; Jannah dan Muhimmatin, 2019).
2.	Adsorpsi dan absorpsi (Fisika dan Kimia)	Menempelnya suatu molekul (adsorbat) pada permukaan suatu padatan penjerap (adsorben) atau pada seluruh bagian padatan penjerap yang disebut adsorben. Metode ini menggunakan perbedaan pH agar dapat menyisahkan zat berbahaya seperti Cr (Suprihatin dan N. S. Indrasti, 2010; Ghomri, et.al, 2013; Putra, et.al., 2014)
3.	Proses oksidasi lanjutan (Fisika dan Kimia)	Proses oksidasi menggunakan oksidator kuat seperti ozon dan hidrogen peroksida, yang lebih dikenal dengan proses Advance Oxidation Processes (AOPs) (Nugroho dan Ikbal, 2005; Agustina, et.al, 2011).
4.	Elektrodegradasi (Fisika dan Kimia)	Proses degradasi kontinyu menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrolisis, yaitu gejala dekomposisi elektrolit dengan logam Al-Zn. Prinsip kerja elektrodegradasi yaitu pemanfaatan reaksi redoks pada kedua elektroda (Sigit Nugroho, 2013; Panizza, et.al, 2006; Rajkumar dan Kim, 2006; Ghalwa dan Latif, 2005).
5.	Elektrokoagulasi (Fisika dan Kimia)	Proses destabilisasi suspense, emulsi dan larutan yang mengandung kontaminan dengan cara mengalikan arus listrik searah (DC) Lestari dan Agung; Rahmawati, et.al, 2009)

No.	Metode (Jenis)	Peneliti
6.	Phytotreatment (Biologi)	Pemanfaatan tumbuhan untuk membersihkan kontaminan yang terkandung di dalam air atau tanah. Proses phytotreatment menggunakan sistem phytostabilization, rhizofiltration, rhizodegradation, phytoextraction, phytodegradation dan phytovolatilization. Phytotreatment juga bisa dilakukan dengan menggunakan tanaman khusus seperti <i>Scirpus grossus</i> dan <i>Iris pseudacorus</i> (Valderrama et.al, 2013; Erakhrumen dan Agbontalor 2007; Puspita, et.al, 2011, Octarina, 2015; Ningsih, 2017).
7.	Fotodegradasi (Fisika dan Kimia)	Proses peruraian suatu senyawa zat kimia organik dengan bantuan energi foton atau cahaya dalam bentuk reaksi fotokatalitik (Riyani, et.al, 2012; Aditya dan Sutanto, 2014)

Sejumlah usaha perlu dilakukan dalam mengolah limbah industri batik, yaitu usaha preventif dan usaha represif (Yuliana, 2021). Usaha preventif dilakukan melalui penyuluhan dan sosialisasi pada pelaku industri batik serta menggunakan bahan pewarna alam. Langkah ini akan mengurangi jumlah dan masalah limbah batik. Usaha represif, dilakukan dengan membangun IPAL baik secara komunal dan/atau rumah tangga. Dengan demikian, diharapkan perajin batik dapat mengolah limbahnya dahulu dan tidak langsung dibuang ke saluran terdekat. Kondisi yang perlu diperhatikan dalam pengolahan limbah batik melalui sistem IPAL adalah dengan memisahkan limbah cair proses pewarnaan dengan limbah cair dari pelepasan malam (pelorodan). Upaya ini penting untuk dilakukan agar mudah menyaring minyak dan lemak pada tahap awal. Tanaman jamur, *Eichornia Crassipes*, dan *Salvinia Molesta* berperan sebagai fitoremediator karena dapat mengakumulasi logam berat Cr. Limbah yang sudah melalui tahapan pemisahan dan pengurangan konsentrasi logam berat akan lebih mudah untuk diolah di IPAL. Proses akhir setelah melewati IPAL adalah dapat dibakar, ditutup di tanah, ataupun dibuang ke laut. Dengan demikian, pengelolaan IPAL yang baik dapat

mengurangi debit air limbah yang ada di sungai. Peran aparat penegak hukum, masyarakat, dan sinergi antar perajin batik diperlukan supaya peranan IPAL lebih maksimal.



Bab 6

Instalasi Pengolah Air Limbah Batik Tulis Berbasis Pembangkit *Photovoltaic*

A. Konsep Instalasi Pengolah Air Limbah

Air limbah sebelum dilepas ke pembuangan akhir harus menjalani pengolahan terlebih dahulu. Untuk dapat melaksanakan pengolahan air limbah yang efektif diperlukan rencana pengolahan yang baik. Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) umumnya mengacu kepada rancangan Balai Besar Kerajinan dan Batik (BBKB) Yogyakarta yang dalam implementasinya biasanya disesuaikan dengan kondisi usaha para perajin batik tulis. Pada prinsipnya desain IPAL batik tulis dilaksanakan dengan metode fisika, kimia dan biologi dengan tujuan untuk menurunkan kadar parameter pencemar supaya residu atau limbah yang dihasilkan aman atau bersifat ramah lingkungan. Ada tiga elemen penting pada sistem IPAL batik tulis yaitu pengolahan fisika, pengolahan kimia, dan pengolahan biologi. Sistem pengolahan limbah adalah pengolahan fisika dengan proses sedimentasi, pengolahan kimia dengan proses koagulasi dan flokulasi, pengolahan biologi dengan memanfaatkan bakteri anaerob, serta dilanjutkan dengan pengolahan fisika-kimia dengan adsorpsi arang.

B. Tahap Pengolahan Air Limbah

Sistem pengolahan air limbah batik tulis secara keseluruhan adalah terdiri dari 9 (sembilan) tahap (Indriyani, 2019). Tahapan tersebut antara lain penangkap limbah lilin batik, ekualisasi dan sedimentasi awal, pengolahan kimia, pengering lumpur, pengolahan secara biologi pada kondisi *anaerob*, pengolahan fisika-kimia dengan absorpsi arang, kontrol akhir limbah, dan sumur resapan. Tahapan pertama adalah proses penangkapan limbah lilin batik. Penangkap ini berbentuk bak penangkap lilin batik (*wax trap tank*) terdapat di dekat instalasi *lorodan*. Limbah lilin dari bak pencucian setelah *lorodan* dialirkan dan didiamkan pada bak ini. Limbah lilin batik yang mengapung ataupun yang mengendap secara berkala dikeluarkan secara manual untuk diolah kembali menjadi lilin. Selain berfungsi sebagai penangkap limbah lilin batik, bak ini juga berfungsi untuk menangkap padatan inorganik seperti pasir, tanah, dan lain-lain. Tutup dari bak ini dibuat dari plat *stainless steel* supaya ringan, karena frekuensi buka dan tutupnya sering. Air limbah dari bak *wax trap* selanjutnya masuk ke bak perata dan pengendap (*equalitation and sedimentation tank*).

Tahap kedua adalah proses ekualisasi dan sedimentasi awal serta berlangsung dalam bak penampungan. Bak penampungan ini berfungsi untuk meratakan kandungan organik maupun anorganik dalam air limbah dari proses pembatikan. Bak ekualisasi dikombinasi dengan bak sedimentasi untuk mengendapkan padatan organik dalam air limbah sehingga total padatan tersuspensi dalam limbah (TSS) akan turun dan meringankan sistem pengolahan selanjutnya. Bak ini juga berfungsi sebagai bak tandon. Bila sudah penuh, air limbah dalam bak ini baru dipompa masuk ke bak pengolahan kimia (*coagulation and mixing tank*).

Tahap ketiga adalah proses pengolahan kimia (*coagulation and mixing tank*). Dari bak sedimentasi awal, air limbah masuk ke bak pompa, dimana air limbah akan dipompakan masuk ke bak pengolahan kimia (*coagulation and mixing tank*). Pompa memakai jenis pompa celup untuk air kotor/*sewage pump*, dengan motor 1/3 – ½ HP dan head >7 m. Dalam bak pengolahan kimia dilengkapi

dengan peralatan pengaduk (*mixer*) otomatis yang digunakan sebagai pengaduk untuk menjaga homogenitas limbah. Pengolahan kimia yang dilakukan pada bak ini meliputi proses netralisasi, koagulasi dan flokuasi. Pada proses netralisasi air limbah setelah melewati berbagai macam proses, setelah dikumpulkan pada pengolahan kimia, perlu diperiksa pH-nya dan dinetralkan. Jika air limbah bersifat basa perlu ditambah asam, dan sebaliknya jika air limbah bersifat asam perlu diberi basa untuk jadi netral ($\text{pH} = 7$).

Tahap keempat adalah proses koagulasi. Proses ini merupakan tingkat pengolahan dengan cara menambahkan atau mencampurkan bahan kimia (*koagulan*) pada air limbah dan selanjutnya diaduk cepat dalam bentuk larutan tercampur. Koagulan yang sering dipakai $\text{Al}_2(\text{SO})_4 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ yang di pasaran lebih dikenal dengan nama Tawas. Pemilihan koagulan ini dengan alasan mudah didapat dan harganya relatif murah. Proses flokulasi dilakukan dengan cara mengaduk koagulan secara lambat guna menstabilkan koloid dan padatan tersuspensi yang halus sehingga inti massa partikel secara perlahan membentuk mikroflok dikenal dengan istilah flokulasi. Flokulasi digunakan untuk memperkuat efek tarik menarik antar partikel sehingga formasi flok dari proses koagulasi menjadi lebih besar dan kuat supaya tidak mudah terurai.

Tahap kelima adalah proses pengeringan lumpur (*sand bed dryer*). Proses ini berlangsung di bak pengeringan lumpur. Bak pengering berfungsi untuk mengeringkan lumpur yang dihasilkan dari proses koagulasi dan flokulasi. Konstruksinya terdiri dari bak dengan bagian bawah diberi tumpukan batu (kurang lebih 10 cm) dan di atas batu diberi lapisan pasir kasar, sehingga kandungan air pada lumpur basah akan diperas secara gravitasi. Air perasan dimasukkan pada unit pengolahan sedangkan lumpurnya tinggal di permukaan pasir dan terjemur matahari menjadi kering.

Tahap keenam adalah proses pengolahan secara biologi pada kondisi anaerob. Proses ini berlangsung di Bak Biologi menggunakan teknologi *Anaerobic Filter*. Waktu tinggal pada pengolahan anaerob adalah 48 jam, dan terdiri dari 2 buah bak *anaerobic filter*. Pada

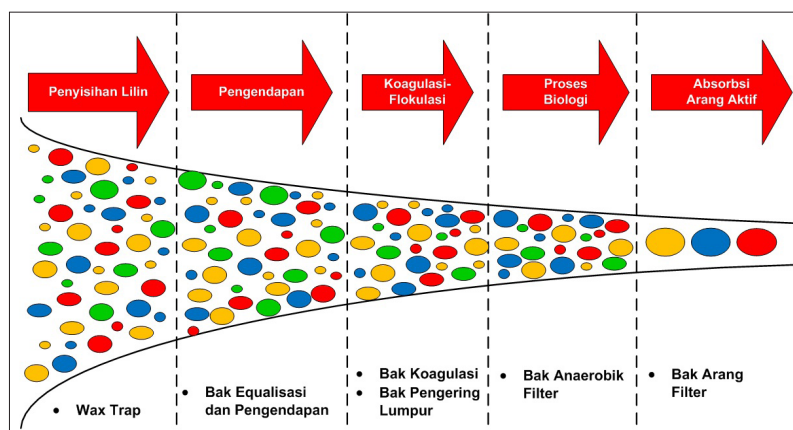
anaerobic filter tumbuh mikroba anaerob yang pertumbuhannya melekat (*attached*) sehingga di dalam bak ini akan dimasukkan media *biofilm* (*biofilter*). Adapun media *biofilm* yang dipakai adalah tipe DD-01 dengan *specific surface area* 160 m²/m³ dan *void ratio*-nya 95%.

Tahap ketujuh adalah pengolahan fisika-kimia dengan absorpsi arang. Pengolahan adsorpsi arang dimaksudkan sebagai tambahan untuk mengikat logam berat dan zat pewarna, supaya kualitas efluennya lebih baik. *Adsorben* yang akan digunakan adalah arang kayu atau arang batok kelapa, dengan bentuk blok 5 cm. Tahap kedelapan adalah penampungan akhir limbah pada Bak Kontrol. Fungsi bak kontrol adalah untuk memudahkan pengambilan sampel air limbah akhir dalam rangka pengujian kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Tahap kesembilan atau terakhir berlangsung di Sumur Resapan. Karena tidak ada sungai ataupun *sewer* untuk pembuangan efluen, maka dibuat sumur resapan yang berfungsi untuk membuang air limbah yang telah diproses kembali ke alam.

C. Bak Pengolahan Air Limbah

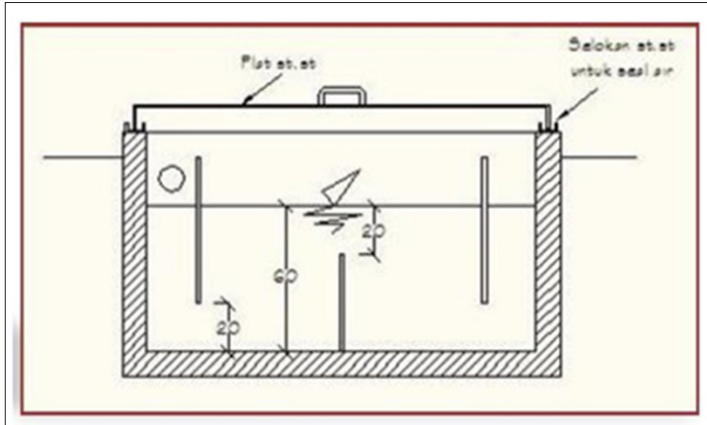
Berdasarkan standar BBKB Yogyakarta proses pengelolaan air limbah batik tulis meliputi proses kimia, fisika, dan biologi. Proses Kimia yaitu proses pengolahan air limbah dengan menggunakan bahan kimia (koagulasi-flokulasi). Proses Fisika yaitu proses pengolahan air limbah dengan pemisahan (Filtrasi, Sedimentasi dan sebagainya). Proses Biologi yaitu proses pengolahan air limbah dengan bantuan mikroorganisme (Aerob dan Anaerob). Gambar 6.1 menunjukkan tahapan instalasi IPAL batik tulis sesuai standar BBKB Yogyakarta, detail fungsinya dijelaskan pada Gambar 6.2 s/d 6.12 (Hoyyi, et al., 2018).

Fungsi setiap bak pada tahapan proses pengolahan air limbah dijelaskan sebagai berikut (Hoyyi, et al., 2018). Pada bak penyisihan lilin air limbah dari proses industri batik dialirkan dan didiamkan pada bak penangkap lilin. Sisa lilin batik secara berkala dikeluarkan secara manual untuk didaur ulang. Tutup dari bak lilin ini dibuat dari plat *stainless steel* supaya ringan, karena frekuensi buka dan tutupnya sering. Air limbah dari bak *wax trap* selanjutnya masuk ke bak ekualisasi (*equalitation and sedimentation tank*). Gambar 6.2 menunjukkan bak penangkap lilin. Bak pengendapan berfungsi untuk meratakan volume dan karakteristik limbah dan mengendapkan padatan besar dalam limbah. Bak ini juga berfungsi sebagai bak tandon. Bila sudah penuh, air limbah dalam bak ini baru dipompa masuk ke bak pengolahan kimia. Gambar 4.3 menunjukkan bak pengendap dan perata aliran.



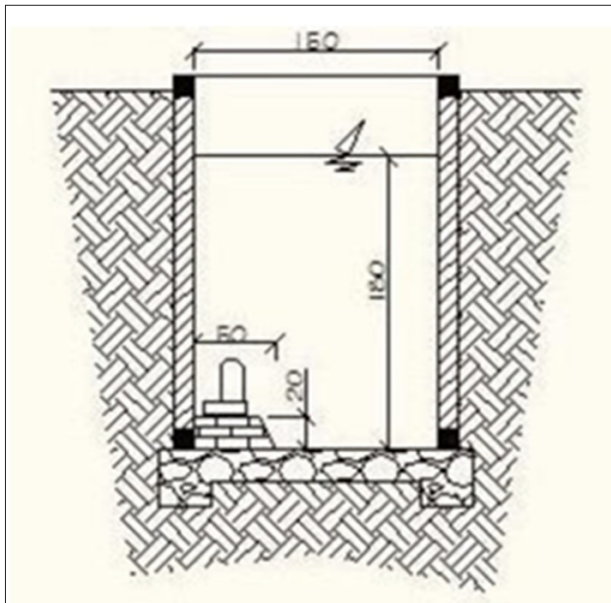
Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

Gambar 6.1 Tahapan Proses IPAL Batik Sesuai Standar BBKB Yogyakarta



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

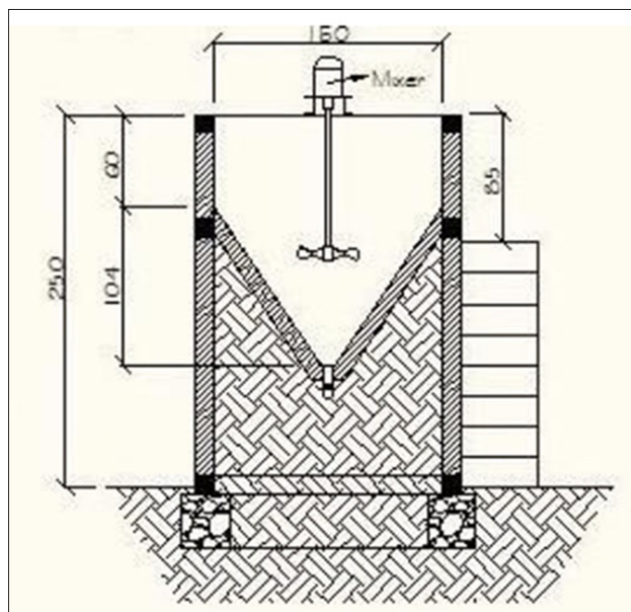
Gambar 6.2 Bak Penangkap Lilin



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

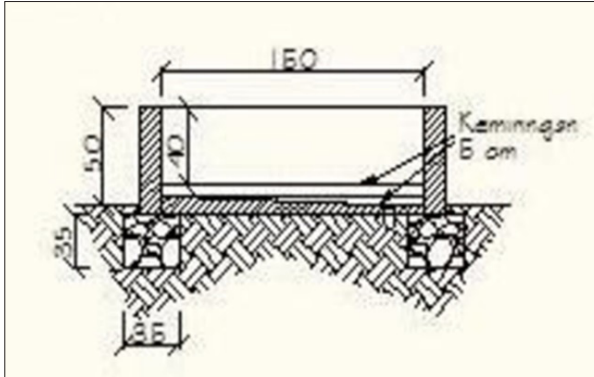
Gambar 6.3 Bak Pengendap dan Perata Aliran

Bak selanjutnya adalah Bak Koagulasi dan Flokulasi. Pada Bak Koagulasi terjadi proses pembubuhan zat kimia penetral pH (asam sulfat, kostik) dan Koagulan (tawas atau kapur). Kemudian proses pengadukan menggunakan *mixer*. Setelah pengadukan berhenti, limbah dibiarkan agar mengendap. Pada proses pengendapan menghasilkan lumpur dan beningan. Selanjutnya lumpur dialirkan ke bak pengering lumpur sedangkan beningan dialirkan ke bak *Anaerobic Filter*. Gambar 6.4 menunjukkan bak koagulasi. Bak Flokulasi terdiri dari bak dengan bagian bawah diberi tumpukan batu (10 cm), di atas batu diberi lapisan pasir kasar sehingga kandungan air dalam lumpur terserap ke bawah. Bak ini berfungsi untuk mengeringkan lumpur dari proses koagulasi. Air perasan akan diolah dalam bak *Anaerobic Filter* sedangkan sisa lumpur dibiarkan terjemur hingga kering. Gambar 6.5 menunjukkan bak pengering lumpur.



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

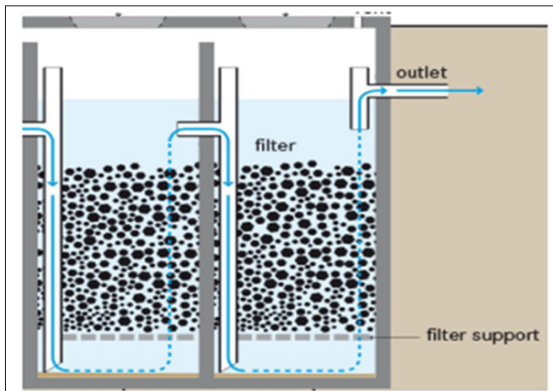
Gambar 6.4 Bak Koagulasi



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

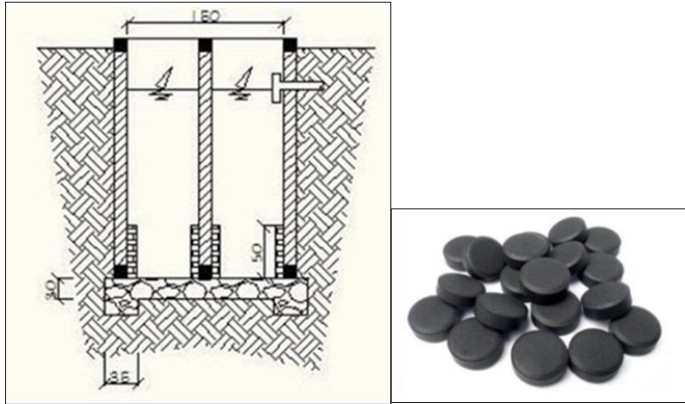
Gambar 6.5 Bak Pengering Lumpur

Bak Proses Biologi menggunakan bola-bola plastik yang pada permukaannya ditumbuhi bakteri. Saat air limbah mengalir pada filter, bakteri-bakteri tersebut menguraikan zat-zat dalam limbah. Waktu tinggalnya adalah 48 jam, terdiri dari 2 buah bak anaerobic filter. Gambar 6.6 menunjukkan bak anaerobic filter. Bak Absorpsi Arang Aktif berfungsi menyerap warna dan logam berat yang masih tersisa dalam air limbah. Media yang digunakan adalah arang kayu atau arang batok kelapa berbentuk blok 5 cm. Gambar 6.7 menunjukkan bak absorpsi karbon aktif dan briket arang kayu.



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

Gambar 6.6 Bak Anaerobic Filter



Sumber: Hoyyi, et al., (2018)

Gambar 6.7 Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Briket Arang Kayu

D. Pembangkit *Photovoltaic* Skala Rumah Tangga

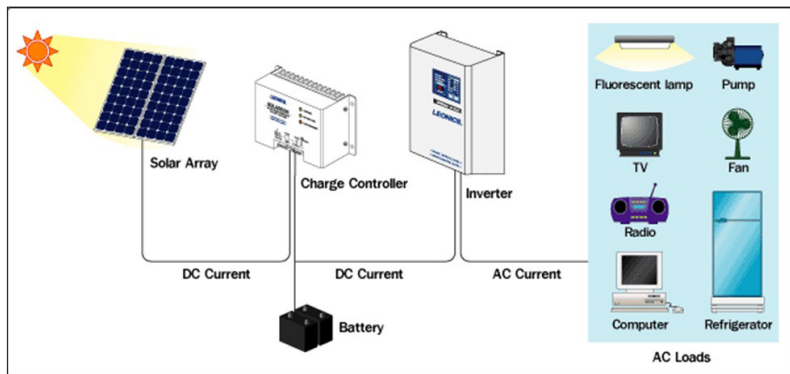
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Photovoltaic (PV) Skala Rumah Tangga atau *Solar Home System (SHS)* merupakan salah satu dari implementasi program listrik bagi daerah pelosok (*remote area*) atau ke desa-desa. Tujuan program untuk negara berkembang ada dua yaitu aspek ekonomi dan aspek sosial. Penggunaan listrik untuk tujuan produktif (ekonomi) difokuskan pada perlistrikan desa dan umumnya dipetakan pada usaha-usaha untuk membangkitkan atau meningkatkan kegiatan-kegiatan produktif masyarakat. Penggunaan listrik bisa untuk melakukan kegiatan seperti pompa irigasi, industri atau UMKM pedesaan, bengkel kecil, peralatan pertanian, fasilitas pendingin, dsb. Penggunaan listrik untuk program program misi sosial dimaksudkan untuk membantu kelompok masyarakat tidak mampu, menjaga keberlangsungan dalam upaya perluasan akses pelayanan listrik pada wilayah yang belum terjangkau listrik, dan mendorong pembangunan dan pertumbuhan ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan rakyat pedesaan.

Pemanfaatan energi surya pada skala luas di Indonesia adalah sebagai sistem penerangan rumah secara individual adalah dalam bentuk SHS. SHS adalah salah satu aplikasi sistem PLTS untuk pelistrikan desa sebagai sistem penerangan rumah secara individual atau desentralisasi dengan daya terpasang relatif kecil yaitu sekitar 48-55 Wp ditunjukkan pada Gambar 4.8. Jumlah daya sebesar 50 Wp per rumah tangga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan penerangan, informasi (TV dan Radio) dan komunikasi (Radio komunikasi). Pemilihan sistem tersebut dalam penerapannya di pedesaan didasarkan atas kajian pertimbangan faktor-faktor berikut (Rahayuningtyas, et al., 2014):

- 1) Pola pemukiman antara rumah di desa cukup menyebar.
- 2) Sulit untuk mendapatkan transportasi darat atau laut.
- 3) Belum memerlukan integrasi dengan pembangkit lain.
- 4) Modular, dan mudah dikembangkan.
- 5) Kapasitas kecil sehingga mudah untuk di instalasi.
- 6) Harga terjangkau.
- 7) Radiasi matahari sebagai sumber energi mencukupi.
- 8) Tidak tergantung terhadap BBM.

Data Kementerian ESDM tahun 2019 menunjukkan bahwa rasio elektrifikasi atau angka perbandingan jumlah rumah tangga (RT) pelanggan listrik PLN terhadap jumlah total RT di Indonesia sudah mencapai angka 98,3 persen. Artinya masih ada 1,7 persen atau 1,8 juta pelanggan RT di tanah air yang belum menikmati layanan listrik PLN. Angka ini sekaligus juga menunjukkan bahwa program SHS sudah mulai dirasakan manfaatnya oleh masyarakat di penjurus tanah air. Di sisi lain dengan meningkatnya gaya hidup dan keinginan untuk melakukan efisiensi konsumsi daya listrik kini sejumlah sudah dilakukan pelanggan dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap (*Roof-Top*) dan mengkoneksikan dengan jaringan distribusi tegangan rendah 220/380 V PLN dan selanjutnya dikenal

dengan PLTS *Roof Top On-Grid*. Penelitian tentang dampak integrasi pembangkit surya kepada kualitas daya pelanggan pada kondisi sudah dilakukan oleh penulis (Amirullah, et al., 2016; Amirullah & Kiswanto, 2016). Selain mensuplai daya ke pelanggan PV *roof top* juga menghasilkan gangguan berupa harmonisa arus dan tegangan sehingga menimbulkan gelombang terdistorsi pada sumber. Distorsi harmonisa ini harus di mitigasi oleh filter aktif, pasif, hybrid untuk mengatasi sekaligus menurunkan level harmonisa atau THD supaya tetap dalam batas aman bagi konsumen listrik sebesar 5%. Gambar 6.8 menunjukkan model *Solar Home System* (SHS) (Solar Photovoltaic-Solar, 2021).



Sumber: Solar Photovoltaic-Solar (2012)

Gambar 6.8 Model *Solar Home System*

SHS terdiri dari 5 (lima) bagian utama yaitu panel surya, *battery energy storage (BES)*, solar charge *maximum power point tracking (MPPT)* kontroler, inverter DC-AC, dan beban listrik rumah tangga. Sistem pembangkit PV atau modul surya adalah salah satu pembangkit listrik energi terbarukan yang terbuat dari silikon dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utamanya. Ketika sinar matahari mencapai permukaan panel surya, maka photon dengan tingkat energi tertentu akan diserap sehingga membebaskan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

elektron dari ikatan atomnya dan mengalirkan arus listrik searah (DC). Dari panel PV, arus DC mengalir ke baterai yang berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik ketika tidak ada sinar matahari melalui kontroler pengisian. Kontroler berfungsi mengatur pengisian arus DC dari panel PV kepada baterai atau sebaliknya dan menuju beban DC secara langsung. Jika kapasitas baterai tersisa 20% s.d. 30%, regulator akan memutuskan beban. Regulator baterai juga berfungsi mengatur kelebihan pengisian baterai dan kelebihan tegangan dari panel surya. Alat ini juga bermanfaat untuk menghindari *full discharge*, *over loading*, dan memonitor suhu baterai, karena kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai. Kontroler dilengkapi dengan diode pelindung supaya arus DC baterai tidak masuk kembali ke panel PV. Inverter daya selanjutnya akan mengubah arus DC panel surya menjadi arus AC untuk mensuplai beban atau peralatan listrik rumah-tangga (lampu penerangan, TV, radio, kipas angin, pompa air, komputer, atau kulkas), sesuai dengan kapasitas daya pembangkit PV (Rahayuningtyas, et al., 2014).



Bab 7

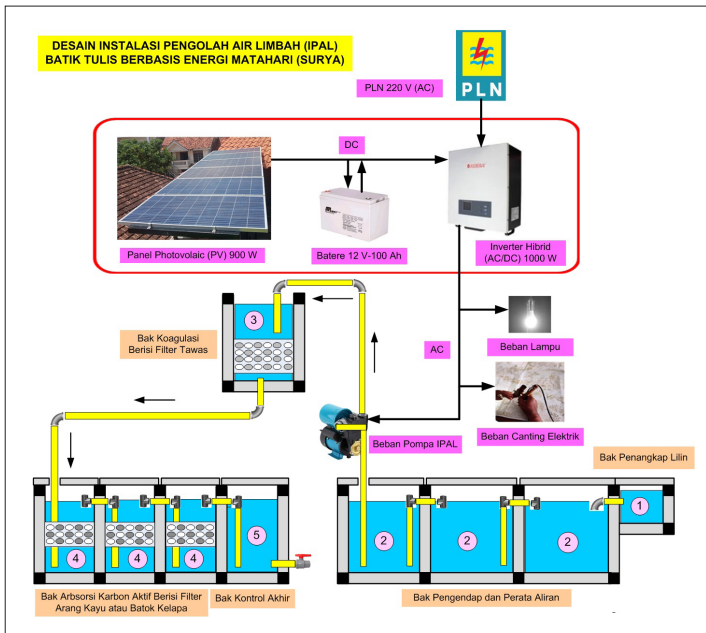
Implementasi Instalasi Pengolah Air Limbah Batik Tulis

A. Desain IPAL Batik Tulis

Gambar 6.1 menunjukkan lima bagian bangunan IPAL yaitu (1) Bak penangkap lilin, (2) Bak pengendap dan perata aliran berjumlah tiga buah, (3) Bak koagulasi berisi filter tawas, (4) Bak absorpsi karbon aktif berisi filter arang kayu atau batok kelapa berjumlah tiga buah, dan (5) bak kontrol akhir. Jika mengacu pada desain Standar Balai Besar Kerajinan Batik (BBKB) Yokyakarta ada dua buah bak yang prosesnya diabaikan dan diganti menjadi Bak Absorpsi yaitu Bak Proses Biologi atau Bak *anaerobic filter*. Proses filter limbah pada kedua bak tersebut menggunakan bola-bola plastik yang pada permukaannya ditumbuhi bakteri. Saat air limbah mengalir pada filter, bakteri-bakteri tersebut menguraikan zat-zat dalam limbah (Hoyyi, et al., 2018). Kendalanya adalah pelaksana dan mitra tidak kesulitan mendapatkan bakteri *anaerobic filter* yang dibutuhkan di Tanjung Bumi. Disisi lain arang kayu atau arang batok kelapa untuk pengisi filter di Bak absorpsi relatif mudah diperoleh dengan harga terjangkau. Gambar 7.1 menunjukkan desain IPAL batik tulis berbasis pembangkit photovoltaic (PV).

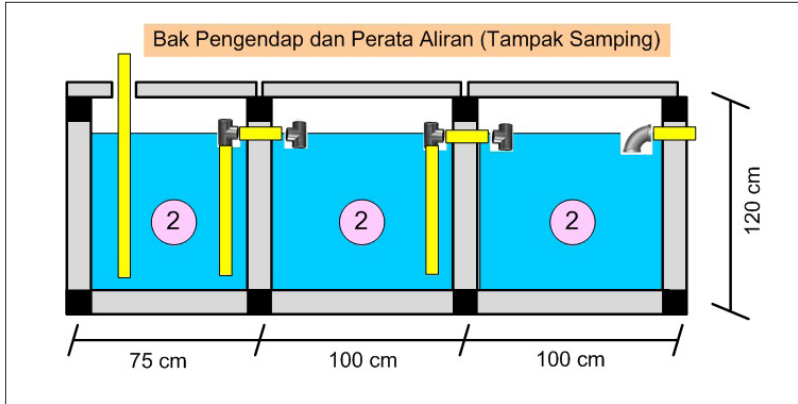
B. Bak Pengendap dan Perata Aliran

Mitra 1 sebelumnya sudah mempunyai bak penangkap lilin (Bak 1). Dengan dibantu Mitra 1, pelaksana kegiatan selanjutnya mengerjakan pekerjaan fisik bangunan Bak 2 sampai dengan Bak 5. Gambar 7.2 menunjukkan desain tiga buah bak pengendap dan perata aliran (tampak samping). Bak ini berada di dalam tanah dengan panjang total bak adalah 275 cm, lebar, 140 cm, dan dalam 120 cm. Panjang ketiga bak dari kanan masing-masing 100 cm, 100 cm, dan 75 cm. Bak pengendap berfungsi untuk meratakan volume dan karakteristik limbah dan mengendapkan padatan besar dalam limbah. Bak ini juga berfungsi sebagai bak tandon. Bila sudah penuh, air limbah dalam bak ini baru dipompa masuk ke bak pengolahan kimia. Gambar 7.3 sampai dengan Gambar 7.6 menunjukkan tahapan pekerjaan bangunan bak pengendap dan perata.



Sumber: Desain Amirullah, *et al.* (2021)

Gambar 7.1 Desain IPAL Batik Tulis Berbasis Pembangkit PV



Sumber: Desain Wardoyo & Yulianto (2021)

Gambar 7.2 Desain Bak Pengendap dan Perata Aliran



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.3 Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pemasangan Bata Dinding dan Sekat



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.4 Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pemasangan Kayu Beton Penutup



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.5 Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Pengecoran Beton Penutup

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

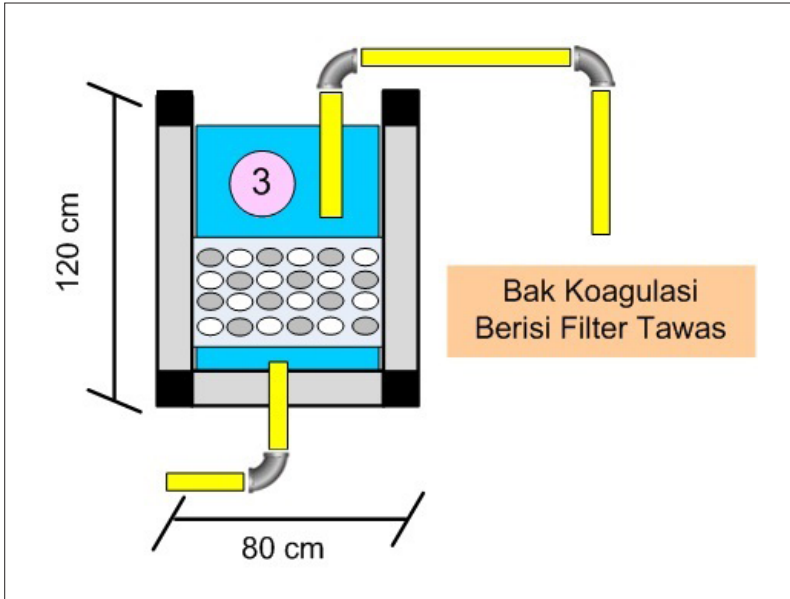
Gambar 7.6 Pekerjaan Bak Pengendap dan Perata: Bangunan Selesai

C. Bak Koagulasi

Gambar 7.7 menunjukkan desain bak koagulasi (tampak samping). Bak ini berada pada ketinggian di lantai dua IPAL dengan tinggi dari atas permukaan tanah sebesar 425 cm. Sedangkan ukuran bak koagulasi sendiri adalah panjang 150 cm, lebar, 80 cm, dan tinggi 120 cm. Bak koagulasi merupakan tempat proses pembubuhan zat kimia penetral pH (asam sulfat, kostik) dan koagulan (tawas atau kapur) yang berfungsi menghilangkan residu batik tulis-dilanjutkan proses pengadukan menggunakan pompa mixer. Air limbah pada bak koagulasi berasal dari bak pengendap yang dinaikkan ke atas menggunakan pompa induksi. Pada bak ini pengadukan limbah dilakukan secara manual menggunakan tongkat. Pertimbangannya adalah air limbah pada fase ini sudah tidak mengandung lilin sehingga kepekatannya tidak terlalu tinggi (lebih encer). Lilin sudah dipisahkan di bak penangkap lilin (Bak 1) dan jika masih ada sisa, komponen malam ini akan turun dan selanjutnya mengendap ke dasar Bak 2. Volume limbah pada Bak Koagulasi (Bak 3) juga tidak terlalu besar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan proses pengadukannya relatif sebentar karena setelah tercampur merata air-limbah akan segera dialirkan langsung ke Bak absorpsi karbon aktif (Bak 4) berisi arang kayu yang posisi-nya lebih rendah. Gambar 7.8 sampai dengan Gambar 7.11 menunjukkan pekerjaan bangunan Bak Koagulasi (Bak 5).



Sumber: Desain Wardoyo &Yulianto (2021)

Gambar 7.7 Desain Bak Koagulasi



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.8 Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Pasangan Batu Bata Dinding



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.9 Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Plester Dinding



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.10 Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi Penghalusan (Aci) Dinding

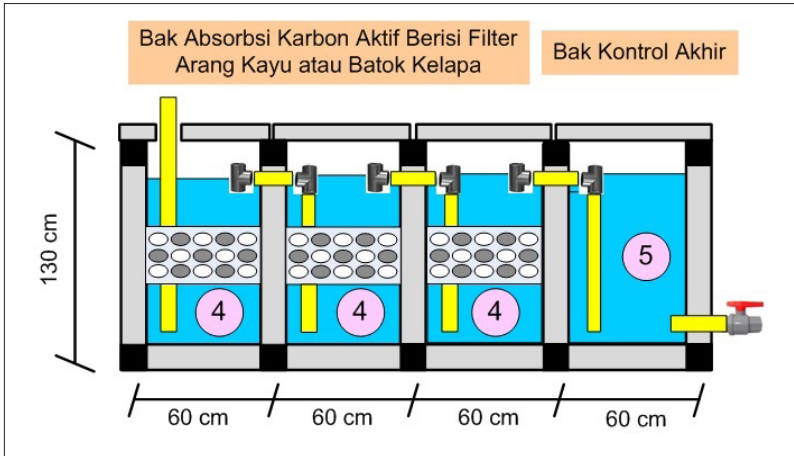


Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.11 Pekerjaan Bangunan Bak Koagulasi: Bangunan Bak Selesai

D. Bak Absorpsi Arang Aktif dan Bak Kontrol Akhir

Gambar 7.12 adalah bak absorpsi arang aktif berjumlah 3 buah dan sebuah bak kontrol akhir (tampak samping). Ukuran tiga bak absorpsi dan bak kontrol akhir adalah panjang total 240 cm, lebar 130 cm, dan dalam 130 cm. Panjang masing-masing bak adalah sama sebesar 60 cm. Bak 4 berfungsi menyerap warna dan logam berat yang masih tersisa dalam air limbah. Media absorpsi padat yang digunakan adalah arang kayu atau arang batok kelapa berbentuk blok 5 cm. Setelah melewati filter berjenjang pada tiga buah bak absorpsi selanjutnya air limbah mengalir menuju bak pemungkas yaitu bak kontrol akhir (Bak 5). Bak ini adalah air limbah terakhir yang relatif aman bagi lingkungan sebelum dibuang ke saluran selokan atau sungai. Berdasarkan hasil diskusi antara pelaksana dengan mitra, jika uji IPAL berhasil beroperasi dengan normal, mitra akan memanfaatkan air limbah bak kontrol untuk dipakai lagi melorod malam kain batik, dan menyiram tanaman. Indikator keamanan air buangan akhir limbah bagi lingkungan dilakukan dengan memasukkan ikan lele ke dalam bak kontrol. Gambar 7.13 sampai dengan Gambar 7.16 menunjukkan tahapan pekerjaan bangunan bak absorpsi karbon aktif (Bak 4) dan bak kontrol (Bak 5) dilanjutkan pemasangan arang kayu dan instalasi pompa listrik hingga pengujian dan serah terima alat ditunjukkan pada Gambar 7.17 sampai dengan Gambar 7.24.



Sumber: Desain Wardoyo & Yulianto (2021)

Gambar 7.12 Desain Bak Absorpsi Arang Aktif dan Bak Kontrol Akhir



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.13 Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pasangan Batu Bata Dinding dan Sekat



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.14 Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pengukuran Pasangan Kayu Alas Beton Penutup



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.15 Pekerjaan Bangunan Bak Absorpsi Karbon Aktif dan Bak Kontrol Akhir: Pemasangan Kayu Alas Beton Penutup



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.16 Pekerjaan bangunan bak absorpsi karbon aktif dan bak kontrol akhir: bangunan bak selesai



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.17 Pekerjaan memasukkan arang kayu ke dalam karung kasa

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.18 Pekerjaan memasukkan karung arang kayu ke dalam bak absorpsi karbon aktif



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.19 Pekerjaan Instalasi Pompa di Bak Pengendap dan Perata Aliran



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.20 Instalasi pompa berfungsi menaikkan limbah batik dari bak pengendap dan perata aliran menuju bak koagulasi

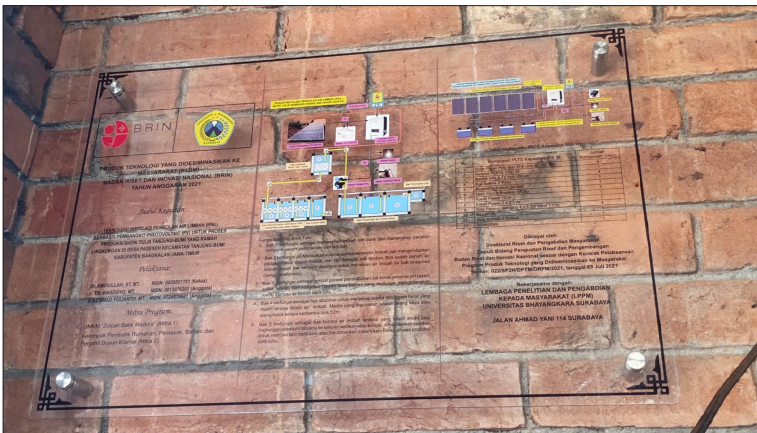


Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.21 Papan Akrilik Desain dan Mekanisme Kerja IPAL Batik Tulis Berbasis Energi Matahari Terpasang di Zulpah Batik Madura (Mitra 1)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.22 Hasil Air Limbah di Bak Kontrol Akhir IPAL yang Relatif Bening dan Tidak Berbau



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.23 Foto Bersama Tim Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa setelah Serah Terima Alat dan Pengoperasian IPAL di Area Bak Koagulasi



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 7.24 Foto Bersama Tim Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa setelah Serah Terima Alat dan Pengoperasian IPAL di Area Bak Absorpsi Karbon Aktif



Bab 8

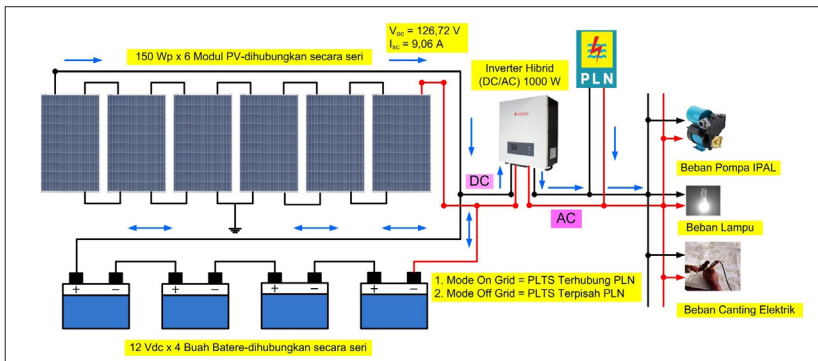
Implementasi Pembangkit *Photovoltaic* untuk Suplai Daya Ipal Batik Tulis

A. Desain Teknologi Pembangkit *Photovoltaic*

Gambar 8.1 menunjukkan desain penerapan teknologi pemanfaatan energi terbarukan matahari berupa panel PV berkapasitas 900 Wp. Panel surya terdiri dari 6 buah modul PV masing-masing berkapasitas 150 Wp. Pembangkit ramah lingkungan ini berfungsi menggerakkan pompa untuk mengangkat air dari bak pengendap dan perata aliran ke bak koagulasi (Gambar 5.3) pada IPAL di Mitra 1. Fungsi selanjutnya Mitra 2 masih mampu melakukan aktivitas membatik walaupun pasokan listrik PLN di Desa Paseseh mengalami gangguan akibat pemadaman. Pertimbangannya adalah kegiatan membatik membutuhkan penerangan lampu dan listrik untuk pemanas malam (malam) yang memadai baik ketika membuat motif atau isian warna pada kain batik. Kegiatan yang dilakukan adalah inovasi dan penerapan TTG *Solar Home System (SHS)* menggunakan pembangkit PV skala rumah tangga ke Mitra 1 dan 2.

Desain pembangkit PV yang dipasang adalah ada dua mode. Mode pertama bersifat mandiri pada siang hari cuaca cerah, kapasitas baterai penuh, dan beban listrik sesuai dengan kapasitas PV sehingga mampu lepas (*off-grid*) dengan jaringan listrik PLN 220 Volt (Ari

Rahayuningtyas, et.al, 2014). Mode kedua bersifat *on-grid* pada siang hari cuaca mendung atau malam hari sehingga PV tidak mampu mengisi baterai secara penuh dan sebagian energinya disuplai oleh sumber listrik PLN melalui hibrid inverter (Amirullah, et.al, 2016; Amirullah & Kiswantonono, 2016). Komponen pendukung pembangkit PV meliputi Panel Surya 900 Wp, Baterai 100 Ah/12 V, Hibrid Inverter AC-DC-AC, 2 Stop kontak berdaya masing-masing 300 VA. Di dalam hibrid inverter ada komponen MPPT solar charge controller, inverter, dan grid. MPPT solar charge controller mengatur proses pengisian dan pelepasan energy listrik antara panel PV dan baterai. Inverter DC/AC mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC. Grid inverter mengubah gelombang tegangan/arus AC yang masih mengandung komponen harmonisa menjadi tegangan/arus sinusoida murni.



Sumber: Desain Amirullah (2021)

Gambar 8.1 Desain Pembangkit PV untuk Penggerak Pompa IPAL Batik Tulis

B. Tahapan Perencanaan Pembangkit *Photovoltaic*

Tahapan perencanaan sistem pembangkit PV mode *off-grid* untuk mendapatkan desain PV optimal sesuai kebutuhan IPAL Batik Tulis di Mitra 1 dijelaskan dengan prosedur sebagai berikut (Kamal, 2017):

- 1) Langkah pertama menentukan tegangan total dan arus total keluaran Panel PV sesuai Persamaan 1 dan 2. Panel PV 900 Wp

terdiri dari 6 modul PV masing-masing berkapasitas 150 Wp. Modul PV yang digunakan adalah Merk STC dengan tegangan hubung terbuka (V_{oc}) sebesar 21,12 V dan arus hubung singkat (I_{sc}) sebesar 9,06 A.

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Total Panel PV} &= \text{Jumlah Modul PV} \times \text{Tegangan Modul PV Hubung Terbuka (Voc)} \\ &= 6 \times 21,2 = 126,72 \text{ V} \\ \text{Arus Total Panel PV} &= \text{Arus Modul PV Hubung Singkat (Isc)} = 9,06 \text{ A} \end{aligned}$$

- 2) Langkah kedua adalah menghitung kebutuhan energi masing-masing peralatan sesuai

Persamaan 3.

Pompa IPAL 200 W menyala selama 1 jam

$$\text{Energi Harian} = \text{Daya} \times \text{waktu (jam)} = 200 \times 1 = 200 \text{ Watt - hour (Wh)}$$

Beban lampu 150 W menyala selama 6 jam membutuhkan energi 900 Wh. Beban canting elektrik 150 W digunakan selama 6 jam membutuhkan energi 900 Wh. Total kebutuhan energi harian sistem PLTS adalah 2000 Wh. Daya panel PV yang dibutuhkan sesuai Persamaan 4.

$$\begin{aligned} \text{Daya Panel PV yang dibutuhkan} &= \text{Energi Harian (Wh)} / \text{Jumlah jam efektif} \\ &= 2000 / 4 = 500 \text{ W} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dipilih panel PV berkapasitas 900 Wp karena terdiri dari 6 modul PV masing-masing berkapasitas 150 Wp. Pemilihan daya PV sebesar 900 Wp dilakukan berdasarkan pemilihan daya terpasang langganan PLN terdekat diatasnya sebesar 900 VA

- 3) Langkah ketiga adalah menghitung jumlah kebutuhan baterai berdasarkan jumlah konsumsi energi harian sesuai Persamaan 5.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Batere} &= \text{Energi Harian (Wh)} / \text{Nilai DoD} \\ &= 2000 / 0.4 \\ &= 5000 \text{ Wh} \\ &= 5000 \text{ VAh} \\ &= 4 \times 12 \times 100 \text{ Ah} = 4800 \text{ VAh} \approx 5000 \text{ WAh} \end{aligned}$$

Nilai *Depth of Discharge (DoD)* adalah jumlah muatan atau energi yang dikeluarkan atau dipakai dari baterai. *DoD* dinyatakan dengan persentase dari kapasitas nominal baterai (Sianipar, 2014). Berdasarkan perhitungan kapasitas baterai maka dibutuhkan 4 buah baterai masing-masing bertegangan 12 *Vdc* dan 100 *Ah*.

- 4) Langkah keempat adalah menentukan durasi pemanfaatan pembangkit PV berdasarkan nilai investasi atau *Break Even Point (BEP)* dengan prosedur sebagai berikut. Tabel 8.1 menunjukkan biaya komponen pembangkit PV 1000 W.

Tabel 8.1 Biaya Komponen Pembangkit PV 900 Wp

No.	Komponen PLTS 1000 W	Jumlah Komponen (Unit)	Harga per-unit (Rp)	Biaya (Rp)
1.	Solar Panel Poly 900 W-6 Unit @ 150 Wp	6	900.000	5.400.000
2.	Inverter Hybrid 1000 W	1	3.850.000	3.850.000
3.	Baterai VRLA 12 Volt 100 Ah	4	2.300.000	9.200.000
4.	Box Baterai 2 Pintu	1	900.000	900.000
5.	Balancing Baterai 24 Volt	1	235.000	235.000
6.	MCB	1	628.000	628.000
7.	Kabel Power10 m	1	80.000	80.000
8.	Kabel Power 2 x 1,5 m	1	415.000	415.000
9.	Besi Persegi Panjang 4 x 6 cm tebal 1 mm	4	250.000	1.000.000
10.	Box MCB	1	130.000	130.000
11.	Stop Kontak 2 Output	1	66.000	66.000
12.	Accecories	1	100.000	100.000
13.	Paket Instalasi, Pengujian PLTS, Selesai	1	5.000.000	5.000.000
14.	PPn 10% Paket PLTS	1	2.700.400	2.700.400
			Total Biaya	29.704.400

Energi listrik yang dihasilkan dari instalasi pembangkit PV sesuai Persamaan 6.

$$\begin{aligned} \text{Energi Listrik yang Dihasilkan} \\ &= \text{Kapasitas Panel Surya Terpasang} \times \text{Jumlah Jam Efektif} \\ &= 900 \times 4 = 3600 \text{ Wh per hari} = 3.6 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan tarif listrik terbaru PLN periode April–Juni 2021, tarif rumah tangga kelas daya 900 VA harganya adalah Rp.1352/*kWh* (Ratriani, 2021) sehingga tarif listrik sesuai

Persamaan 7.

$$\begin{aligned} \text{Tarif Listrik} &= \text{Jumlah kWh/hari} \times \text{harga listrik/kWh} \\ &= 3.6 \times \text{Rp. 1352} = \text{Rp4868} \end{aligned}$$

Durasi pemanfaatan pembangkit PV berdasarkan nilai investasi atau *break even point* (BEP) diperoleh sesuai Persamaan 8.

$$\begin{aligned} \text{Waktu BEP} &= \text{Biaya Investasi PLTS/Tarif Listrik} \\ &= 29.704.400/4868 = 6102 \text{ hari} \approx 16 \text{ Tahun 8 Bulan} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisis BEP diperoleh bahwa instalasi pembangkit PV dapat dimanfaatkan untuk melayani beban di Mitra 1 selama 16 tahun 8 bulan. Kalkulasi tersebut dihitung dengan asumsi tidak ada pergantian komponen baterai selama waktu BEP. Jika komponen umur efektif pemakaian baterai rata-rata sebesar 5 tahun atau dilakukan penggantian baterai setiap 5 tahun sekali, waktu BEP akan semakin lama (Putra et al., 2019).

Hasil perancangan sistem pembangkit PV untuk suplai daya IPAL Batik Tulis selanjutnya disajikan pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2 Desain Sistem Pembangkit PV

No.	Parameter	Nilai Desain
1.	Tegangan Panel PV Hubung Terbuka (V_{oc})	126,72 V
	Arus Panel PV Hubung Singkat (I_{sc})	9,06 A
2.	Daya Panel PV	900 Wp
	Daya Modul PV	150 Wp
	Jumlah Modul	6 Unit
	Hubungan Rangkaian Modul PV	Seri
3.	Daya Inverter Hibrid	1000 W
4.	Jumlah Baterai	4 Unit
	Tegangan Setiap Baterai	12 Vdc
	Kapasitas Baterai	100 Ah
	Hubungan Rangkaian Baterai	Seri
5	Beban Pompa IPAL Batik Tulis	200 W
	Beban Lampu Penerangan	150 W
	Beban Canting Batik	150 W
6	Waktu <i>BEP</i> Sistem Pembangkit PV	tahun 8 Bulan

C. Implementasi Teknologi Pembangkit *Photovoltaic*

Berdasarkan Pembangkit PV yang sudah didesain pada Tabel 8.2, maka selanjutnya pelaksana program menunjuk kontraktor instalasi PV untuk melakukan pengadaan material dan pemasangan instalasi Pembangkit PV di Mitra 1. Ada empat pekerjaan yang sudah dilaksanakan yaitu: (1) Pekerjaan pembuatan rangka besi penyangga panel PV, (2) Pekerjaan instalasi panel surya daya 900 Wp pada rangka besi, (3) Pekerjaan instalasi kotak (box) besi baterai dan baterai PV, (4) Pekerjaan instalasi inverter hibrid 1000 W, (5) pekerjaan pemasangan MCB dan stup kontak sistem pembangkit PV, (6) Penyambungan instalasi sistem pembangkit PV ke beban pompa IPAL dan beban lampu penerangan, dan (7) Pengujian kinerja instalasi sistem pembangkit PV terhubung ke beban. Instalasi pembangkit PV ditunjukkan Gambar 8.2 sampai dengan Gambar 8.8 dilanjutkan pengujian kinerja dan serah terima alat pada Gambar 8.9 dan Gambar 8.10.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.2 Instalasi Panel PV Kapasitas 900 Wp



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.3 Instalasi Inverter Hibrid 1000 W



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.4 Display Digital Inverter Hibrid 1000 W Mode *On-Grid*



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.5 Display Digital Inverter Hibrid 1000 W Mode *Off-Grid*

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.6 Sakelar Hubung Bagi antara Panel PV, Baterai, PLN, dan Beban



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.7 Empat Unit Baterai Kering Masing-Masing Bertegangan 12 V-100 Ah

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.8 Pembangkit PV mampu menyalakan lampu rumah mitra ketika terjadi pemadaman listrik bergilir di wilayah Desa Paseseh Tanjung Bumi



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.9 Foto Bersama Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa Pada Serah Terima dan Pengoperasian Alat di Area Panel PV



Foto: Amirullah (2021)

Gambar 8.10 Foto Bersama Pelaksana, Mitra, dan Mahasiswa pada Serah Terima dan Pengoperasian Alat di Area Inverter, Baterai, dan Sakelar Hubung Bagi PV



Bab 9

Penutup

Teknologi Tepat Guna (TTG) IPAL berbasis Pembangkit PV adalah teknologi baru pengolahan residu proses produksi batik tulis yang bersifat ramah lingkungan di Kecamatan Tanjung Bumi. Teknologi hijau ini mampu mengolah residu cair bekas pengolahan produksi batik (air bekas rendaman, air bekas cucian, atau air bekas pewarnaan) yang umumnya menggunakan bahan-bahan kimia. Residu cair terlebih dahulu ditampung dan selanjutnya diolah oleh IPAL agar mencapai kadar aman, sebelum dibuang oleh perajin ke lingkungan sekitar misalnya selokan atau sungai terdekat. Air limbah akhir dari bak kontrol juga dapat dimanfaatkan untuk menyiram tanaman atau digunakan kembali untuk proses *me-lorod* malam kain batik tulis. Indikator keamanan air buangan akhir bagi lingkungan dilakukan dengan memasukkan ikan lele ke dalam bak kontrol.

Beberapa langkah dapat dilakukan untuk menyempurnakan teknologi hijau ini antara melengkapi sejumlah kekurangan pada IPAL misalnya bak pengolahan biologi, dan pompa pengaduk pada bak koagulasi. Alternatif menambah lapisan kerikil pantai dan lapisan ijuk pada bak absorpsi arang aktif juga dapat dilakukan, sebagai alternatif jika keberadaan bahan mikroba anaerob atau bakteri biofilter sulit

diperoleh di sekitar wilayah Kecamatan Tanjung Bumi Bangkalan. Selanjutnya untuk memastikan bahwa air limbah di bak kontrol akhir aman bagi lingkungan sampel air limbah dapat diuji di laboratorium kimia analitik. Jika hasil uji kadar limbah sudah memenuhi baku mutu, TTG IPAL berbasis pembangkit PV dapat diusulkan untuk meraih sertifikat paten dari Dirjen Karya Ilmiah (DJKI) Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (Kemenkumham) Republik Indonesia.

Untuk menjaga keberlanjutan program pengabdian masyarakat oleh LPPM Universitas Bhayangkara Surabaya, maka perlu dilakukan sinergi kegiatan PTDM dengan Pemerintah Kabupaten Bangkalan dan Pemerintah Provinsi Jawa Timur. Bentuknya dapat berupa pelatihan, pendampingan lebih lanjut, promosi, dan partisipasi pada pameran baik pada skala lokal, regional, atau nasional. Langkah tersebut perlu terus diupayakan mewujudkan Dusun Kramat Desa Paseseh sebagai sentra UMKM Batik Tulis Tanjung Bumi ramah lingkungan dan Batik Zulpah Madura mampu menjadi UMKM percontohan untuk mendukung pengembangan Desa Wisata Kampung Edukasi Batik baik di Kabupaten Bangkalan atau Provinsi Jawa Timur.



Daftar Pustaka

5 Macam Bahan Pewarna Alam untuk Batik, (8 Desember 2012), Diakses pada 28 September 2022 dari <https://fitinline.com/article/read/pewarna-sintetis/>

Alba, A.M. (2019). *Studi Penurunan Bahan Pencemar Organik pada Limbah Cair Pabrik Batik “R” di Sokaraja Kulon oleh Bakteri Indigenous*, Tugas Akhir Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Diakses pada 24 April 2022 dari <https://repository.ump.ac.id/8821/>.

Amirullah, Penangsang, O., & Soeprijanto, A. (2016), *Power Quality Analysis of Integration Photovoltaic Generator to Three Phase Grid under Variable Solar Irradiance Level*, TELKOMNIKA, Vol.14, No. 1, pp. 29–38, March 2016, Diakses pada 22 November 2021 dari <http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/3298>, DOI: <http://dx.doi.org/10.12928/telkomnika.v14i1.3298>.

Amirullah & Kiswantono, A. (2016), *Power Quality Enhancement of Integration Photovoltaic Generator to Grid under Variable Solar Irradiance Level using MPPT-Fuzzy*, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 6, No. 6, pp. 2629–2642, December 2016, Diakses pada 22 November 2021 dari <http://ijece.iaescore.com/index.php/IJECE/article/view/5874>, DOI: <http://doi.org/10.11591/ijece.v6i6.pp2629-2642>.

Andriani, R., & Hartiani. (2017), *Toksisitas Limbah Cair Industri Batik Terhadap Morfologi Sisik Ikan Nila Gift (Oreochomis Niloticus)*, Jurnal Sain Health, Volume 1, Nomor 2, Hal. 32–40, Diakses pada 24 April 2023 dari <https://e-journal.umaha.ac.id/index.php/sainhealth/article/view/108>.

Apriyani, N. (2018). *Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya*. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, Volume 3, Nomor 1, Hal. 21–29, Februari 2018, Diakses pada 24 April 2023 dari <https://journal.umpr.ac.id/index.php/mitl/article/view/640>, DOI: <https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>.

Amira, V.R., & Slamet, A. (2018), *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Air Limbah Batik dari Industri Kecil Menengah di Kota Pekalongan*, Tugas Akhir, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya, Diakses pada 24 April 2023 dari <https://repository.its.ac.id/53309/1/03211440000033%20-%20Undergraduate%20Thesis.pdf>.

Batik - Pengertian dan Istilah, Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 0239 Tahun 2014, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Cara Penggunaan Naphthol pada Proses Pewarnaan Kain Batik, (23 Maret 2018), Diakses pada 28 September 2022 dari <https://fitinline.com/article/read/cara-penggunaan-naphthol-pada-proses-pewarnaan-kain-batik/>.

Google. (t.t.). [Lokasi Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi]. Diakses pada 1 Oktober 2022 dari: <https://www.google.co.id/maps/dir/Universitas+Bhayangkara+Surabaya,+Jl.+Ahmad+Yani+Frontage+Road+Ahmad+Yani+No.114,+Ketintang,+Kec.+Gayungan,+Kota+SBY,+Jawa+Timur+60231/Paseseh,+Kec.+Tj.+Bumi,+Kabupaten+Bangkalan,+Jawa+Timur/@7.10424,112.6301039,10z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x2dd7fb6e9ecf3a7b:0xfb373fa4ca06ffd2!2m2!1d112.7320547!2d7.3213728!1m5!1m1!1s0x2dd83ed0e550c699:0xe99afe89470dbabel!2m2!1d113.0875719!2d-6.8956951>

Gobel, A.T. (26 Desember 2013), *Keindahan Batik Gentongan Tanjung Bumi*, Diakses pada 22 November 2021 dari <https://www.kompasiana>.

com/amriltg/552985ba6ea8340668552d00/keindahan-batik-gentongan-tanjung-bumi?page=all.

- Hoyyi, A., Sugito, & Yasin, H. (2018), *Sosialisasi Pengelolaan Limbah Industri Batik pada Program IbPUD Kerajinan Batik Bakaran di Kabupaten Pati Jawa Tengah*, E-DIMAS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 9(2), 158–166, 2018, Diakses pada 22 November 2021 dari <http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas/article/view/1785>, DOI: <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v9i2.1785>.
- Indrayani, L. (2019), *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Batik dengan IPAL BBKB Sebagai Salah Satu Alternatif Percontohan bagi Industri Batik*, Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta, 25 April 2019, Hal. H8-1 s/d H8-9, ISSN 1693–4393, Diakses pada 22 November 2021 dari: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/2847>.
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). *Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Mikroorganism di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi*. *Warta Pengabdian*, Volume 13. Nomor 3, Hal. 106–115. Diakses pada 24 April 2023 dari <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/WRTP/article/view/12262>. DOI: <https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i3.12262>.
- Kamal, A. (2017), *Materi Workshop Green Energy: Pemilihan Instalasi dan Sistem Kontrol Roof Top Solar Panel*, Politeknik Negeri Malang, 20 Oktober 2017.
- Keistimewaan Batik Gentongan Khas Madura*, (12 November 2012), Diakses pada 22 November 2022 dari <https://fitinline.com/article/read/batik-gentongan/>
- Keistimewaan Batik Warna Alam dan Cara Pewarnaannya*, (1 Desember 2012), Diakses pada 22 November 2022 dari <https://fitinline.com/article/read/batik-warna-alam>
- Listrik Sering Padam, Warga Arosbaya Resah*, (2018), Diakses pada 22 November 2022 dari <https://advokasi.co/listrik-sering-padam-warga-arosbaya-resah>.

- Mahfudloh, & Lestari, H. (2017). Strategi Penangan Limbah Industri Batik di Pekalongan. *Journal of Public Policy and Management Review*, Volume 6, Nomor 3, Hal. 54–69, Diakses pada 24 April 2023 dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/16598/15972>.
- Maulidya Prahara Senja, A.M. (2 Oktober 2016), *Batik dengan Pewarna Alami Bernilai Lebih Tinggi*, Diakses pada 22 November 2021 dari: <https://lifestyle.kompas.com/read/2016/10/02/143000720/batik.dengan.pewarna.alami.bernilai.lebih.tinggi>.
- Mubarok, H., (2015), *Kesenian Tradisi Sandur di Desa Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan dan Pengaruhnya Terhadap Pengembangan Islam*, Skripsi Jurusan Sejarah dan Kebudayaan Islam, Fakultas Adab dan Humaniora, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Diakses pada 1 Oktober 2022 dari <http://digilib.uinsa.ac.id/4211/>
- Melihat dari Dekat Pewarnaan Batik Gentongan Tanjung Bumi*. (2015), Diakses pada 22 November 2021 dari <http://radarmadura.co.id/2015/03/melihat-dari-dekat-pewarnaan-batik-gentongan-tanjung-bumi/>
- Profil Kesehatan Kabupaten Bangkalan, Tahun 2012* (2012), Diakses dari link: https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/profil/PROFIL_KAB_KOTA_2012/3526_Jatim_Kab_Bangkalan_2012.pdf.
- Putra, S., & Rangkuti, Ch. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal, Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan 2016, Hal. 23.1–23.7, Diakses pada 22 November 2021 dari <https://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/semnas/article/view/907>, DOI: <https://doi.org/10.25105/semnas.v0i0.907>.
- Rahayuningtyas, A. Kuala, S.I & Ign. Ari, F.A., (2014), *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Listrik (PLTS) Skala Rumah Tangga Sederhana di Daerah Pedesaan sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan dan Energi Terbarukan*, Prosiding SNaPP2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan ISSN 2089-3582, EISSN 2303-2480, Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna, LIPI, Diakses pada 22 November 2021 dari http://proceeding.unisba.ac.id/index.php/sains_teknologi/article/view/592.

- Ratriani, V. (5 April, 2021), *Cek, Daftar Tarif Listrik PLN Terbaru Periode April-Juni 2021*, Diakses pada 22 November 2021 dari <https://industri.kontan.co.id/news/cek-daftar-tarif-listrik-pln-terbaru-periode-april-juni-2021>.
- Rozie, F., Wulandari, R., & Ningsih, P.R. (2018), *Eksotisme Batik Madura*.
- Senja, A. M. M. P. (2016, 2 Oktober). Batik dengan pewarna alami bernilai lebih tinggi. *Kompas.com*. <https://lifestyle.kompas.com/read/2016/10/02/143000720/batik.dengan.pewarna.alami.bernilai.lebih.tinggi>
- Sutungpol, N., (2013), *Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan Kampung Batik Vertikal di Panggunharjo, Sewon, Bantul*, “Sebuah Integrasi Ruang Hunian, Produksi, dan Galeri yang Selaras”, Tugas Akhir S1, Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Diakses pada 22 November 2021 dari: <https://e-journal.uajy.ac.id/3875/>.
- Sianipar, R. (2014), Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, *JETri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Volume 11, Nomor 2, Februari 2014, Hal. 61–78, Diakses pada 22 November 2021 dari <https://www.e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jetri/article/view/1445>, DOI: <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v11i2.1445>.
- Solar Photovoltaic-Solar Home System*, (t.t.), Diakses pada 22 November 2021 dari http://leonics.com/system/solar_photovoltaic/solar_home_system/solar_home_system_en.php.
- Tanjung Bumi, Bangkalan*, (t.t). Diakses pada 1 Oktober 2022 dari https://id.wikipedia.org/wiki/Tanjung_Bumi,_Bangkalan
- Yuliana, (2021) Strategi Pengolahan Limbah Batik: Studi Pustaka, *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik Membangun Industri Kerajinan dan Batik yang Tangguh di Masa Pandemi Yogyakarta*, Hal. E01-1-7. 6–7 Oktober 2021, Diakses pada 24 April 2023 dari <https://proceeding.batik.go.id/index.php/SNBK/article/view/138>.

Zulpah Batik Madura, Kolaborasi Pemberdayaan antara BUMN dan UMKM, Jakarta, (20 Maret 2020), Diakses pada 22 November 2021 dari <https://pembimbingansni.bsn.go.id/article/zulpah-batik-madura>.



Daftar Istilah

- Ajem Kateh* : Motif batik klasik Tanjung Bumi berarti ayam kate (mungil)
- Anaerobic filter tank* : Bak biologi menggunakan teknologi penyaring bakteri *anaerobic*
- Adsorben filter tank* : Bak karbon arang aktif berisi susunan arang kayu atau arang batok kelapa
- AC* : *Alternating Current* adalah sistem arus listrik bolak balik
- Array* : Sekumpulan panel pembangkit PV
- Batik : Kerajinan tangan sebagai hasil pewarnaan secara perintang menggunakan malam (lilin batik) panas sebagai perintang warna dengan alat utama pekat lilin batik berupa canting tulis dan atau canting cap untuk membentuk motif tertentu yang memiliki makna

Batik Tulis	:	Batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting tulis sebagai alat melekatkan malam
Batik Cap	:	batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting cap sebagai alat melekatkan malam
Batik Kombinasi	:	Batik yang dibuat dengan menggunakan alat utama canting cap dan canting tulis
<i>Borongan</i>	:	Sistem pembayaran upah berdasarkan spesialisasi tugas, waktu, dan tingkat kerumitan motif batik tulis yang dikerjakan oleh pembatik
<i>BES</i>	:	Battery Energy Storage
BBKB	:	Balai Besar Kerajinan Batik
<i>BEP</i>	:	Break Even Point
<i>Cacca Telah</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk potongan ketela rambat
<i>Car-Cenah</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi menggambarkan pohon pacar cina, salah tanaman perdu yang banyak terdapat di wilayah ini
<i>Control tank</i>	:	Bak kontrol akhir
<i>Coagulation and mixing tank</i>	:	Bak koagulasi dan pencampur
<i>DC</i>	:	<i>Dirrect Current</i> adalah sistem arus listrik searah
<i>DoD</i>	:	Depth of Discharge

<i>Essean</i>	:	Proses mengisi motif diatas kain mori batik
<i>Equalitation and sedimentation tank</i>	:	Bak perata dan pengendapan
<i>Full Discharge</i>	:	Pengisian BES berlebih
<i>Gaja Sekerreng</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk gajah di hutan
<i>Gentongan</i>	:	Proses pembuatan dan pewarnaan menggunakan gentong sebagai alat untuk merendam kain batik tulis. Gentong berisi kain yang sudah diberi air dan pewarna selanjutnya disimpan dalam ruang kedap cahaya selama enam bulan
<i>Hibrid Inverter</i>	:	Inverter dengan satu masukan (DC) dan dua luaran (AC dan DC)
<i>Indogosol</i>	:	Zat pewarna batik tulis dari bahan kimia yang menggunakan beberapa resep khusus sehingga warna dikehendaki dapat menempel dengan baik pada kain batik tulis. Bahan campuran pewarna ini dapat berupa nitrit dikombinasikan dengan asam sulfat (bahan kimia) atau cuka dapur, cuka apel, dan sake (bahan alam)
<i>IPAL</i>	:	Instalasi Pengolah Air Limbah
<i>Kaustik</i>	:	Dapat terbakar, berkarat, hancur, atau rusak akibat peristiwa kimia
<i>Kurik</i>	:	Proses membuat motif kecil diatas kain mori batik

<i>Krocok</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi yang mempunyai makna filosofi berasal dari pohon kelapa yang akan berbuah
<i>Mordanting</i>	:	Proses perebusan kain dengan garam logam contohnya tawas
Mixer	:	Pompa pengaduk di bak koagulasi dan pencampur
<i>Mode-On Grid</i>	:	Kondisi Pembangkit PV terhubung pada jaringan listrik PLN dan beroperasi bersama melayani beban
<i>Mode-Off Grid</i>	:	Kondisi Pembangkit PV terpisah dari jaringan listrik PLN dan melayani beban secara mandiri
Modul	:	Sekumpulan sel pembangkit PV
<i>MPPT</i>	:	Maximum Power Point Tracking
<i>Nebbeng</i>	:	Proses menutup motif pada bagian kain mori batik yang tidak ingin diwarnai menggunakan lilin (malam)
Naphthol	:	Zat pewarna batik tulis dari bahan kimia terdiri dari dua unsur yaitu naphthol AS sebagai dasar warna dan garam diazonium sebagai sebagai pembangkit warna.
<i>Odeng</i>	:	Ikatan kepala
<i>Over Loading</i>	:	Pembebanan BES berlebihan
PTDM	:	Produk Teknologi yang Didesiminasikan ke Masyarakat

<i>Pelorodan</i>	:	Proses pencucian dan pelepasan malam pada kain batik tulis yang sudah diwarnai menggunakan air yang dilakukan secara berulang-ulang
<i>PV</i>	:	Photovoltaic
<i>PLTS</i>	:	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
<i>Panji Letrek</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk kartu domino, merupakan permainan yang biasa dilakukan oleh awak kapal untuk mengisi waktu luang ketika mengarungi lautan luas.
<i>PLN</i>	:	Perusahaan Listrik Negara
<i>PLTS Roof Top</i>	:	Pembangkit Tenaga Listrik Surya Atap
<i>PLTS Roof Top-On Grid</i>	:	Pembangkit Tenaga Listrik Surya Atap Terhubung PLN
<i>Rengreng</i>	:	Proses membuat pola diatas kain mori batik
<i>Remasol</i>	:	Zat pewarna batik tulis dari bahan kimia yang mempunyai sifat antara lain warna cenderung terang atau cerah, mudah larut dalam air, mempunyai warna yang brilian dengan ketahanan luntur yang baik, dan mempunyai daya afinitasnya rendah
<i>Rapid</i>	:	Zat warna rapid batik tulis dari bahan kimia berupa naphthol yang telah dicampur dengan garam diazodium dalam bentuk yang tidak dapat digabung (koppelen)

<i>Raoan</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi yang berasal dari kata arao yang bermakna kegiatan mencabut rumput pengganggu tanaman padi
Panel	:	Sekumpulan modul pembangkit PV
<i>Samper</i>	:	Kain batik tulis panjang biasanya dipakai untuk menutupi badan perempuan dari perut hingga mata-kaki
<i>SHS</i>	:	Solar Home System
<i>Stand Alone</i>	:	Mandiri
SCC	:	Solar Charge Controller
<i>Sakerah</i>	:	Tokoh asal Madura yang identik dengan kumis tebal, sorot mata tajam, memakai ikat kepala, memakai rompi hitam dan kaos loreng merah putih
<i>Serebben</i>	:	Proses pewarnaan latar kain batik tulis setelah proses <i>nebbeng</i> yang dilakukan dengan cara disikat menggunakan sabut kelapa supaya warna mampu menyerap ke dalam kain.
<i>Sabut</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk kulit buah kelapa.
<i>Sekoh Bujel</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk siku yang memiliki udel (pusar perut)
<i>Sek Melayah</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi menggambarkan ombak pantai yang berkelok-kelok

<i>Sewage pump</i>	:	Pompa celup untuk air kotor
<i>Sand bed dryer tank</i>	:	Bak proses pengeringan lumpur
Sel	:	Sel pembangkit PV
TTG	:	Teknologi Tepat Guna
<i>Tel Cantel</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi menggambarkan jari telunjuk yang membengkok dan merupakan lambang sebuah komitmen akan sebuah janji yang disepakati
<i>Te-Sate</i>	:	Motif batik klasik Tanjung Bumi berbentuk sate merupakan makanan khas yang berasal dari Madura
TSS	:	Total padatan tersuspensi dalam limbah
UMKM	:	Usaha Mikro Kecil Menengah
UNESCO	:	<i>United Nation Educational, Social and Cultural Organization</i> atau organisasi internasional dibawah PBB yang bergerak pada bidang pendidikan, ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Lembaga dunia ini secara resmi mengakui Batik Indonesia sebagai Masterpiece of Oral and Intangible Heritage of Humanity atau Mahakarya Pusaka Kemanusiaan Lisan dan Takbenda pada tahun 2009
<i>Wax trap tank</i>	:	Bak penangkap lilin batik
<i>Wp</i>	:	Wattpeak

- Waterglass : Zat yang berfungsi untuk memperkuat dan mengunci warna batik. Zat ini juga dikenal juga dengan istilah *Sodium Silikat* atau *Solubel Glass*
- Vie-Elvie* : Motif batik klasik Tanjung Bumi merupakan motif gunungan (gunung) yang terdapat pada sepanjang pinggiran bawah kain



Tentang Penulis



Amirullah, lahir di Sampang, Jawa Timur pada 20 Mei 1977. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Teknik Elektro-Teknik Sistem Tenaga tahun 2000 dan Magister (S2) Teknik Elektro-Teknik Sistem Tenaga tahun 2008 masing-masing dari Universitas Brawijaya Malang dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selanjutnya pendidikan Doktor (S3) Teknik Elektro diselesaikan penulis di ITS Surabaya tahun 2019. Sejak tahun 2002 hingga sekarang, penulis mengajar

di Program Studi (Prodi) Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya. Penulis pernah menjabat Ketua Prodi Teknik Elektro (2009–2012), Kepala Lembaga Kerjasama (Dalam dan Luar Negeri) (2013–2016), dan Kepala Bagian Penelitian LPPM (2019–Sekarang). Penulis memiliki 18 publikasi di jurnal internasional terindeks Scopus dengan h-index 8. Minat penelitiannya meliputi pemodelan dan simulasi distribusi daya, kualitas daya, mitigasi harmonisa, desain filter/koreksi faktor daya, dan energi terbarukan. Kegiatan penelitian dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemenristek Dikti/BRIN antara lain: Pengembangan Model Pembangkit PV Terhubung Grid Terhadap Kualitas Daya Jaringan Distribusi Tegangan Rendah Menggunakan Kendali Kecerdasan Buatan Fuzzy-MPPT (2016), Peningkatan Kualitas Daya Listrik Akibat Beban Non Linier di Industri (2016), dan Peningkatan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah Menggunakan Sistem UPQC-BES Disuplai oleh Pembangkit PV dengan Kendali Logika Fuzzy

Tipe 2 (2019–2020), Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Fasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic-Battery Energy Storage (PV-BES) untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (2022–2023). Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dibiayai oleh DRPM Kemenristek Dikti/BRIN antara lain: Pemberdayaan Kelompok Petani Garam di Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang (2015), Pemberdayaan UMKM Kerupuk Puli “Aneka Rasa” di Kelurahan Polagan Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang (2015), Desain dan Implementasi Mesin Pengepres Batang Eceng Gondok Otomatis pada UMKM Eceng Gondok "Sulam Pita" di Kelurahan Kebraon Kecamatan Karangpilang Kota Surabaya (2016), Pemberdayaan Masyarakat Dalam Rehabilitasi Hutan Bakau di Kelurahan Polagan Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang (2019), Desain dan Implementasi Mesin Pemotong Otomatis Kain Tebal pada UMKM Jilbab dan Baju Muslim “Rira Clothing” di Kelurahan Rungkut Menanggal Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya (2019), Teknologi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) berbasis Pembangkit PV untuk Proses Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi yang Ramah Lingkungan (2021), dan Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dan Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Batik Tulis Motif Sampang di Desa Tanggumong Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang, Jawa Timur (2023–Sekarang). Sejak 2019, penulis menjadi anggota IEEE. Pada tahun 2016, penulis pernah mengikuti kursus-singkat The 9th Asian School of Renewable Energy, di Universiti Kebangsaan Malaysia-diselenggarakan oleh Solar Energy Research Institute bekerjasama dengan UNESCO. Penulis juga pernah mengikuti workshop penulisan jurnal nasional terakreditasi (2010), jurnal internasional bereputasi (Terindeks Scopus pada 2017 dan 2018) yang diselenggarakan oleh DRPM Kemenristek-Dikti. *Email:* amirullah@ubhara.ac.id



Tri Wardoyo, lahir di Kediri, Jawa Timur pada 13 Juli 1963. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Teknik Sipil tahun 1988 dan Magister (S2) Teknik Sipil-keduanya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya masing-masing pada tahun 1988 dan tahun 2000. Sejak tahun 1990 hingga sekarang, penulis mengajar di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya. Penulis pernah menjabat sebagai Pembantu

Dekan I Fakultas Teknik (2000–2006), Kepala Badan Penjaminan Mutu (2007–2009), Dekan Fakultas Teknik (2009–2013), Ketua Prodi Teknik Sipil (2014–2019), dan Wakil Rektor II (2020–2023), dan Ketua Prodi Teknik Sipil (2023–Sekarang). Bidang keahlian penulis meliputi: Struktur Bangunan Bertingkat, Struktur Bangunan Kayu, Desain Beton Pracetak, Struktur Beton Tahan Gempa, dan Struktur Jembatan. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat yang didanai oleh DRPM Kemenristek-Dikti/BRIN antara lain: Desain dan Implementasi Tungku Hemat Energi Pelorodan Malam Kain untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batik Tulis Gentongan Pewarnaan Alam Tanjung Bumi (2016), Pemberdayaan Masyarakat Dalam Rehabilitasi Hutan Bakau di Kelurahan Polagan Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang (2019), Teknologi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Berbasis Pembangkit PV untuk Proses Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi Madura yang Ramah Lingkungan (2021), dan Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dan Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Batik Tulis Motif Sampang di Desa Tanggumong, Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang, Jawa Timur (2023–Sekarang). *Email*: triwardoyo_ubhara@yahoo.co.id



Achmad Yulianto, lahir di Surabaya, Jawa Timur pada 24 Juli 1966. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Teknik Sipil tahun 1993 dan Magister (S2) Teknik Sipil tahun 2012 masing-masing dari Universitas Bhayangkara Surabaya dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Sejak tahun 1992 hingga sekarang, penulis mengajar di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya. Penulis pernah menjabat sebagai Kepala Laboratorium Teknik Sipil (2000–2008) dan Wakil Dekan II Fakultas

Teknik (2021–Sekarang). Bidang keahlian penulis meliputi Struktur Metode Matrik, Statistika Teknik, dan Manajemen Konstruksi. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat yang didanai oleh DRPM Kemenristek Dikti/BRIN antara lain Desain dan Implementasi Tungku Hemat Energi Pelorodan Malam Kain untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batik Tulis Gentongan Pewarnaan Alam Tanjung Bumi (2016), dan Teknologi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Berbasis Pembangkit PV untuk Proses Produksi Batik Tulis Tanjung Bumi yang Ramah Lingkungan (2021), dan Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dan Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Batik Tulis Motif Sampang di Desa Tanggumong Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang, Jawa Timur (2023–Sekarang). *Email*: ayuli4nt@gmail.com



Indeks

- AC*, 11, 73, 74, 92, 111, 113
Adsorben filter tank, 111
Ajem Kateh, xiii, 38, 42, 43, 111
Anaerobic filter tank, 111
Array, 111
- Batik, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12,
13, 14, 15, 16, 19, 21, 22,
23, 24, 25, 29, 31, 32, 33,
34, 35, 36, 37, 39, 43, 45,
51, 53, 54, 55, 56, 58, 59,
63, 67, 75, 76, 91, 92, 95,
96, 104, 105, 106, 107, 108,
109, 110, 111, 112, 118
- Batik Cap, 112
Batik Kombinasi, 112
Batik Tulis, 5, 6, 9, 11, 12, 16, 19,
23, 24, 31, 33, 34, 36, 45,
75, 76, 91, 92, 95, 96, 104,
112
- BBKB, 63, 66, 67, 75, 107, 112
BEP, 94, 95, 96, 112
BES, 11, 73, 112, 113, 114
- Borongon*, 112
- Cacca Telah*, 38, 45, 112
Car Cenah, 38, 46, 47, 112, 119
Coagulation and mixing tank, 112
Control tank, 112
- DC*, 11, 59, 73, 74, 92, 112, 113
DoD, 93, 94, 113
- Equalitation and sedimentation tank*,
113
Essean, 22, 32, 113
- Full Discharge*, 113
- Gaja Sekerreng*, 38, 39, 113
Gentongan, 5, 21, 22, 23, 24, 25, 33,
34, 35, 106, 107, 108, 113
- Hibrid Inverter*, 92, 113

Indogosol, 113

IPAL, 10, 11, 12, 16, 52, 60, 61, 63, 66, 67, 75, 76, 79, 83, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 103, 104, 106, 107, 113

Kaustik, 113

Krocok, 38, 48, 49, 114

Kurik, 28, 31, 114

Mixer, 114

Mode-Off Grid, 114

Mode-On Grid, 114

Modul, 93, 96, 114

Mordanting, 30, 36, 114

MPPT, 73, 92, 105, 114

Naphthol, 17, 106, 114

Nebheng, 22, 32, 114

Odeng, 13, 114

Over Loading, 114

Panji Letrek, 38, 47, 48, 115

Pelorodan, 115

PLN, 10, 11, 12, 72, 91, 92, 93, 95, 99, 109, 114, 115

PLTS, 11, 16, 71, 72, 73, 93, 94, 95, 108, 115

PLTS *Roof Top*, 73, 115

PLTS *Roof Top-On Grid*, 115

PTDM, 5, 8, 10, 11, 104, 114

PV, 10, 11, 12, 71, 73, 74, 75, 76, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 101, 103, 104, 111, 114, 115, 116, 117

Raoan, 38, 49, 50, 116

Rapid, 115

Remasol, 115

Rengreng, 22, 23, 28, 115

Sabut, 38, 40, 41, 116

Sakerah, 13, 116

Samper, 116

Sand bed dryer tank, 117

SCC, 11, 116

Sek Melayah, 38, 45, 46, 47, 117

Sekoh Bujel, 38, 43, 44, 117

Sel, 117

Serebben, 116

Sewage pump, 117

SHS, 10, 11, 71, 72, 73, 91, 116

Stand Alone, 116

Tel Cantel, 38, 39, 40, 117

Te-Sate, 38, 41, 42, 117

TSS, 58, 64, 117

TTG, 10, 11, 12, 91, 103, 104, 117

UMKM, 5, 6, 7, 8, 9, 71, 104, 110, 117

UNESCO, 1, 13, 51, 118

Vie-Elvie, 38, 44, 118

Waterglass, 118

Wax trap tank, 118

Wp, 11, 72, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 118

Batik merupakan kerajinan tangan hasil pewarnaan secara perintang menggunakan malam (lilin batik) panas sebagai perintang warna, dengan alat utama pelekat lilin batik berupa canting tulis dan atau canting cap untuk membentuk motif tertentu yang memiliki makna. Dalam proses produksi batik tulis, salah satu dampak negatif yang diakibatkan oleh perajin batik adalah limbah cair hasil residu dari produksi batik. Limbah cair batik yang dibuang langsung ke selokan umumnya berasal dari proses pewarnaan, pencucian dan pelepasan malam (pelorodan). Pembuangan limbah batik langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan limbah terlebih dahulu, niscaya dapat mencemari lingkungan sekitarnya yaitu air dan tanah.

Buku *Teknologi Hijau Produksi Batik Tulis Desain dan Implementasi IPAL Berbasis Tenaga Surya* memberikan solusi untuk mengatasi kendala tersebut, dengan teknologi tepat guna berupa teknologi hijau yang mengimplementasikan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) berbasis Pembangkit *Photovoltaic (PV)* atau dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk proses produksi batik tulis yang ramah lingkungan. Pembangkit PV berfungsi menangkap dan mengkonversi cahaya matahari menjadi energi untuk sumber listrik IPAL batik tulis dan sudah dimanfaatkan oleh Mitra Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Batik Zulpah Madura di Kecamatan Tanjung Bumi Kota Bangkalan, Madura.

Buku ini diharapkan memberikan kebaruan bagi pembaca tentang teknologi tepat guna desain dan implementasi pembangkit PV, karena selain untuk menyediakan pasokan energi listrik selama 24 jam bagi operasional pompa IPAL batik tulis, pembangkit PV juga dapat menjadi alternatif penerangan dan penggunaan canting listrik sehingga perajin tetap dapat menjalankan aktifitas membatik walaupun pasokan energi listrik PLN di Desa Paseseh Kecamatan Tanjung Bumi seringkali mengalami pemadaman bergilir.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.730



ISBN 978-623-8372-57-7



9 786238 372577