

DOKUMEN INTERNAL PERPUSTAKAAN

JUDUL RISET
PIRANTI CERDAS PENGHASIL MOTIF TENUN NUSANTARA

Oleh:
Dr. Arlinta Christy Barus, ST, M.InfoTech



Institu Teknologi Del

Tahun 2015

DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN	4
BAB II STATE OF THE ART RISET	11
BAB III METODE RISET.....	16
BAB IV LUARAN.....	24

ABSTRAK

Tenun adalah unsur budaya yang berasal dari keterampilan yang diturunkan dari generasi ke generasi. Begitu banyak potensi ekonomi yang bisa dikembangkan dengan tenun. Perajin tenun yang selama ini hanya mengerjakan tenun yang penggunaannya terbatas pada kesempatan seremonial adat, diharapkan dapat mengembangkan desain motif yang lebih modern dan populer sehingga dapat mengembangkan pemasaran dan meluaskan pemakaian tenun kepada orang awam.

Penelitian ini merupakan kolaborasi multidisiplin antara kesenian dan keterampilan tradisional menenun yang digabungkan dengan kecanggihan teknologi yang dapat membantu memudahkan proses desain dan mengembangkan desain tenun. Dalam penelitian ini, berbagai bidang ilmu yaitu matematika-geometri, sains computer (*Machine learning dan pattern recognition*) dan seni (baik berupa *audio* maupun *visual*) dikaji mendalam guna menghasilkan piranti cerdas berbasis mobile yang dapat membantu perajin tenun tradisional dalam menghasilkan motif tenun yang baru.

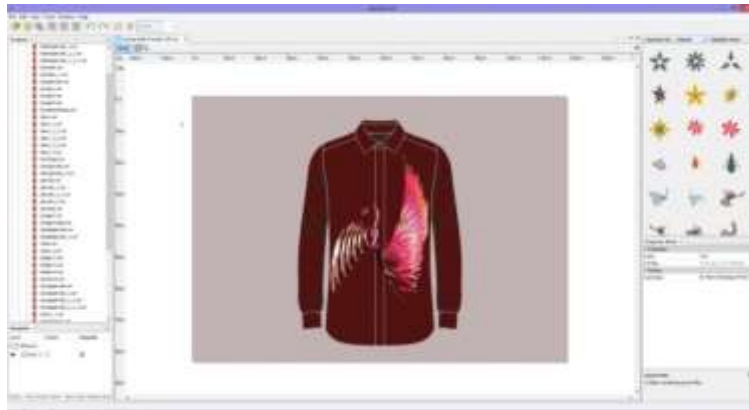
Penelitian ini diharapkan mampu mengolah dan mengembangkan serta mewariskan nilai budaya tenun sebagai salah satu nilai budaya luhur Indonesia kepada generasi muda dan menjadi bukti perjalanan sejarah kreativitas desain tenun Nusantara. Penelitian ini juga diharapkan dapat mengembangkan industri tenun tradisional Indonesia yang akhirnya mampu meningkatkan kesejahteraan hidup para perajin tenun tradisional Indonesia.

BAB I. PENDAHULUAN

Tenun atau ikat seperti halnya batik, adalah unsur budaya tak benda yang merupakan seni budaya berasal dari keterampilan yang diturunkan dari generasi ke generasi. Namun tidak seperti batik, tenun belum banyak dikembangkan dalam industri karena pengerjaannya yang tradisional dan manual. Selain itu pengembangan desainnya masih berkisar pada motif-motif tenun tertentu untuk upacara adat saja. Namun begitu banyak potensi ekonomi yang bisa dikembangkan dengan tenun. Motif-motif yang sifatnya lebih populer ini dapat dikembangkan lagi desainnya untuk menciptakan industri yang berkelanjutan dalam bidang tenun.

Dalam bidang inilah dapat dilakukan kolaborasi multidisiplin. Kolaborasi kesenian dan keterampilan tradisional menenun digabungkan dengan kecanggihan teknologi dapat membantu memudahkan proses desain dan mengembangkan desain tenun. Ketertinggalan bidang kerajinan tradisional dalam kemajuan teknologi ini semata-mata karena tidak banyak peneliti dan inovator yang melihat potensi pengembangan teknologi, desain industri, pelestarian sejarah budaya dan ekonomi dalam industri kerajinan tradisional. Perkembangan dunia teknologi saat ini didominasi dengan berkembangnya perangkat lunak dan perangkat keras berbasis mobile. Perangkat lunak memungkinkan penyebaran sebuah sistem dengan cepat, sementara perangkat keras berbasis mobile akan memudahkan pemakaiannya dikarenakan ukurannya yang kecil dan harganya yang murah.

Skema penelitian dan pengembangan industri kerajinan berbasis budaya dengan teknologi sudah dilakukan sebelumnya oleh Pikel Indonesia sebagai mitra dalam penelitian ini. Pikel Indonesia sebagai kelompok bisnis kreatif yang berfokus pada inovasi dan desain telah menciptakan Batik Fractal sejak tahun 2007. Penciptaan inovasi Batik Fractal ini disertai dengan pengembangan perangkat lunak jBatik yang berfungsi untuk menghasilkan desain batik secara generatif dari rekayasa algoritma fractal. Contoh output dari perangkat lunak jBatik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh tampilan perangkat lunak jBatik

Gambar di atas menunjukkan bagaimana desain yang dihasilkan oleh perangkat lunak jBatik dapat dengan gampang diaplikasikan dalam proses batik tradisional. Desain Burung Cendrawasih yang didesain dengan perangkat lunak jBatik di atas kemudian diaplikasikan dengan cara batik tulis, dikerjakan oleh salah satu perajin batik tradisional di Cirebon Jawa Barat.

Pada awal tahun 2015 ini, Bapak Presiden Joko Widodo mengadakan kunjungan ke markas industri kreatif di kota Bandung dan Batik Fractal sudah mempresentasikan dan menjelaskan kemajuan Batik Fractal, bagaimana perangkat lunak jBatik telah memberdayakan industri batik tradisional di Indonesia (*lihat Gambar 2*)



Gambar 2. Kunjungan Bapak Presiden Joko Widodo ke corner jBatik di markas industri kreatif Bandung

Seperti piranti lunak jBatik, piranti Cerdas Penghasil Motif Tenun Nusantara yang akan dikembangkan pada penelitian ini diharapkan juga dapat berkontribusi besar pada industri tenun Nusantara. Penelitian ini diharapkan akan menghasilkan sebuah piranti lunak yang dapat membantu pekerja tenun tradisional maupun industri besar dalam bidang tenun untuk menciptakan berbagai desain motif tenun dengan mudah dan cepat.

Rekam Jejak Lembaga Peneliti

1. Institut Teknologi Del (Fakultas Teknik Informatika dan Elektro, Fakultas Teknologi Industri)

Institut Teknologi Del (IT Del) berdiri pada tahun 2001 dalam bentuk Politeknik, yang dikenal dengan Politeknik Informatika Del (PI Del), yang berlokasi di tepi Danau Toba, tepatnya di Desa Sitoluama, Kabupaten Tobasamosir, Sumatera Utara. Sejak awal berdiri, PI Del memilih bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi menjadi fokus utama dalam hal pengajaran dan pendidikan. Pada tahun 2013, PI Del berubah bentuk menjadi Institut Teknologi Del dan membentuk tiga buah Fakultas, di antaranya Fakultas Teknik Informatika dan Elektro (FTIE) serta Fakultas Teknologi Industri (FTI).

FTIE memiliki beberapa Kelompok Keahlian yang dikenal dengan Gugus Bidang Kajian (GBK) dan di antaranya yang akan terlibat dalam penelitian ini adalah GBK Prosede (Programming dan Software Development). Saat ini GBK Prosede memiliki fokus penelitian utama di bidang Software Testing, Software Re-engineering, Machine Learning, dan Pattern Recognition. Dosen peneliti pada GBK Prosede sudah menghasilkan berbagai publikasi ilmiah baik di prosiding seminar Internasional yang terindeks scopus, dan juga di jurnal nasional dan internasional yang ber-reputasi. GBK ini juga sudah berhasil membina satu kelompok mahasiswa IT Del yang berprestasi di tingkat Internasional, yang menghasilkan sebuah game yang berjudul "Pora, the Lake Rescuer" yang sudah memenangkan banyak kompetisi dan penghargaan baik di tingkat Nasional maupun Internasional, seperti First Winner pada Microsoft Imagine Cup tingkat Nasional untuk kategori Game pada tahun 2014. Selain itu, dosen-dosen di GBK Prosede di bawah naungan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) IT Del sudah berhasil mengembangkan berbagai macam perangkat lunak yang sudah digunakan oleh industri, pemerintahan, serta lembaga pendidikan di propinsi Sumatera Utara, seperti: Sistem Informasi Akademik di Sekolah Tinggi Theologia HKBP Siantar dan aplikasi monitoring di PLN Wilayah Sumatera Bagian Utara. Sejak tahun 2014, GBK Prosede mulai mengembangkan penelitian di bidang *Machine Learning* secara khusus menjadikan kain tenun ulos Batak sebagai objek kajian dalam meneliti aneka ragam motif tenun ulos Batak. Kajian ini dimulai dalam bentuk penelitian internal yang dijadikan beberapa topik tugas akhir mahasiswa FTIE IT Del, dibimbing oleh dosen-dosen IT Del yang bergabung dalam GBK Prosede [23, 24].

Selain berasal dari FTIE, peneliti yang terlibat pada penelitian ini adalah dari Fakultas Teknologi Industri (FTI). FTI berdiri pada tahun 2013. Visi FTI

adalah menjadi institusi penyelenggara pendidikan yang memiliki keunggulan dalam skala Nasional dalam hal pengajaran di bidang ilmu rekayasa industrial dan manajemen teknologi. Visi ini dijalankan lewat program studi Manajemen Rekayasa yang didukung oleh beberapa Gugus Bidang Kajian (GBK), diantaranya GBK *Societal and Behavioral Aspect of Information and Technology* (SoBAT) dan GBK *Business Engineering and Management* (BEaM). GBK SoBAT berfokus pada penelitian dan pengembangan ilmu-ilmu yang terkait aspek sosial dan perilaku dalam pengembangan teknologi, seperti Komputer dan Masyarakat. GBK BEaM berfokus pada penelitian dan pengembangan ilmu-ilmu yang berkaitan dengan manajemen kerekayasaan, seperti Disain Proses Bisnis dan Kewirausahaan Berbasis Teknologi. FTI didukung oleh beberapa dosen sekaligus peneliti yang sudah memiliki berbagai pengalaman penelitian di tingkat internasional dengan publikasi di berbagai jurnal dan prosiding internasional yang terindex scopus.

Pada penelitian ini, dosen-dosen yang berasal dari ketiga GBK tersebut di atas akan bekerjasama dengan mitra dalam menghasilkan piranti cerdas penghasil motif tenun Nusantara. GBK Prosede akan berfokus pada proses pengembangan perangkat lunaknya, GBK SoBAT akan berfokus pada studi dan analisis aspek sosial dan perilaku dari industri tenun Nusantara, sementara GBK BEaM akan mengkaji aspek komersialisasi dari perangkat lunak yang akan dihasilkan.

2. Institut Teknologi Bandung (Fakultas Seni Rupa dan Desain)

Fakultas Seni Rupa dan Desain ITB (FSRD-ITB) diresmikan pada tahun 1984, setelah mengalami sejarah perkembangan yang panjang sejak 1 Agustus tahun 1947 sebagai Balai Pendidikan Universitas Guru Gambar di bawah Fakultas Ilmu Pengetahuan Teknik Universitas Indonesia di Bandung. Fakultas ini mencakup jurusan Jurusan Seni Rupa Murni dan Jurusan Desain. Dengan posisinya ini FSRD ITB merupakan fakultas yang mengelola bidang keilmuan seni rupa, desain dan humaniora. Seiring dengan tuntutan perkembangan keilmuan dan perkembangan masyarakat, serta kemampuan memberikan kontribusi kepada pemantapan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni, serta ilmu sosial dan kemanusiaan maka ditetapkan tentang pembentukan dan Susunan keanggotaan kelompok Keahlian/Keilmuan (KK) pada pada Unit Keilmuan Serumpun Fakultas Seni Rupa dan Desain FSRD -ITB dengan SK.Rektor Nomor : 256.9/SK/K01/OT/2005, tanggal 18 Oktober 2005 dimana salah satunya adalah Kelompok Keahlian/Keilmuan Kria dan Tradisi . Salah satu prestasi yang diraih oleh Kelompok Keahlian ini adalah penghargaan *'The World Craft Council Awards of Excellence 2014' Seal of Excellence* untuk Tekstil Tenun yang

disampaikan pada bulan September 2014. Penghargaan ini diraih oleh salah seorang anggota KK tsb, yaitu Dr. Ratna Panggabean, M.Sn.

Rekam Jejak Mitra

Piksel Indonesia adalah sebuah badan usaha yang berfokus pada teknologi, desain, kebudayaan tradisional dan komersialisasinya. Berdiri sejak tahun 2007 dan didaftarkan sebagai badan usaha berbentuk CV pada tahun 2009, Piksel Indonesia menciptakan inovasi Batik Fractal dan perangkat lunak jBatik. Batik Fractal adalah batik yang motifnya diciptakan secara generatif dengan menggunakan perangkat lunak jBatik. Perangkat lunak jBatik adalah aplikasi komputer untuk mendesain motif batik secara generatif dengan input seperangkat rumus fractal berbasis algoritma L-System.

Inovasi Batik Fractal ini pertama kali dipublikasikan pada ajang 10th International Conference of Generative Art, Politecnico di Milano, Milan Italy 2007. Sejak saat itu inovasi ini berkembang, dikomersialisasikan dan dimanfaatkan oleh industri kerajinan batik nusantara untuk pengembangan desain batik secara digital. Saat ini sudah 1400 pembatik menggunakan software jBatik melalui penyebaran langsung dan pelatihan-pelatihan langsung ke sentra-sentra perajin. Perangkat lunak jBatik terbukti telah meningkatkan efisiensi kerja melalui penghematan waktu dalam mendesain motif. Software ini juga meningkatkan produktivitas melalui penciptaan motif-motif baru dengan cepat dan mudah. Peningkatan produktivitas perajin batik tentunya meningkatkan daya saing kerajinan batik dan mempertahankan posisi batik sebagai salah satu ikon budaya bangsa dan meningkatkan nilai ekonominya di tengah pasar.

Inovasi Batik Fractal dan Perangkat Lunak jBatik telah mendapatkan penghargaan baik nasional maupun internasional. Sejak tahun 2008 jBatik telah memenangkan juara 1 Indonesia ICT Award (INAICTA), Winner of Asia Pacific ICT Award (APICTA), mendapatkan penghargaan Presiden RI masuk dalam 100 Inovasi Terbaik Indonesia, mendapatkan UNESCO Award of Excellence serta memenangkan British Council International Young Creative Entrepreneur Award di London 2010.

Sejak tahun 2013 Piksel Indonesia bermitra bersama Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan (SAPPK) ITB dalam skema RAPID (Riset Andalan Perguruan Tinggi dan Industri) dalam pengembangan sebuah aplikasi perangkat lunak yang berbasis dari perangkat lunak jBatik. Bersama dengan Program Studi Arsitektur ITB, Piksel Indonesia mengembangkan perangkat lunak J-Arsi, yaitu sebuah perangkat lunak untuk mendesain selubung dan bentuk bangunan dengan menggunakan prinsip-prinsip generatif fractal yang digunakan dalam mendesain Batik Fractal.

Perangkat lunak ini ingin bertujuan untuk memperlihatkan pengembangan desain arsitektur modern Indonesia yang memanfaatkan kekayaan kebudayaan bangsa yaitu batik melalui penerapannya dalam desain-desain bangunan.

Saat ini kerjasama RAPID sudah memasuki tahun ke 3, yaitu komersialisasi dan pelaksanaan model bisnis. Sejak 2014 perangkat lunak J-Arsi ini sudah disebarakan untuk uji coba ke berbagai laboratorium arsitektur kampus di ITB, Universitas Parahyangan Bandung, Universitas Komputer Indonesia Bandung, Institut Teknologi Nasional Bandung, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta serta telah mendapat perhatian dari Cambridge University Inggris. Peluncuran J-Arsi dilakukan oleh Bapak Ridwan Kamil, Walikota Bandung dan arsitek alumni ITB di Bandung awal tahun 2015. Komersialisasi J-Arsi telah diawali dengan mengadakan kompetisi, seminar, workshop bekerjasama dengan Ikatan Arsitektur Indonesia dan lembaga terkait lainnya.

Tujuan khusus

Tujuan khusus dari riset ini adalah:

1. Membuat aplikasi Tenun untuk telepon genggam dan tablet untuk membantu perajin tenun tradisional. Fungsi aplikasi ini adalah:
 - a. Membuat desain tenun baru secara generatif. Desain tenun yang akan dikaji dalam penelitian ini berasal dari Sumatera (Ulos Batak), NTT (Tenun NTT), Toraja (Tenun Toraja), Bali (tenun Bali) dan Papua (tenun Papua).
 - b. Menterjemahkan desain tenun baru tersebut dalam gambar kerja dan rincian panjang dan bahan benang untuk dipergunakan di mesin tenun tradisional mereka
 - c. Mengirimkan gambar-gambar hasil desain ataupun gambar tenun yang sudah mereka hasilkan ke Piranti lunak berbasis Kecerdasan Buatan.
2. Membuat desain rancang antarmuka terbaik untuk telepon genggam dan tablet yang dapat dipergunakan seoptimal mungkin oleh perajin. Mengingat perajin adalah orang yang sangat awam dengan teknologi maka diperlukan desain yang spesifik untuk mereka agar mereka mampu mempergunakan aplikasi ini.
3. Membuat piranti lunak berbasis Kecerdasan Buatan yang bekerja dalam server. Fungsi piranti lunak ini adalah:
 - a. Mendokumentasikan dan memilah desain-desain tenun yang terkirim dari aplikasi dan sumber-sumber lainnya

- b. Mempergunakan hasil dokumentasi tersebut untuk membuat desain tenun baru.

Urgensi Riset

1. Tenun merupakan warisan nilai budaya Indonesia yang berumur ratusan tahun yang tersebar di seluruh daerah di Indonesia dan masih sedikit usaha untuk mengolah dan mengembangkan serta mewariskan nilai budaya ini dengan menggunakan teknologi agar tetap relevan.
2. Sebanyak lebih dari satu juta tiga ratus ribu perajin tenun tradisional di Indonesia menggantungkan kehidupan mereka dari industri tenun tradisional, namun belum ada alat khusus yang bisa membantu mereka untuk berkreasi menciptakan desain-desain baru yang dapat meningkatkan potensi bisnis dan meningkatkan keahlian teknologi mereka. Dengan adanya bantuan teknologi yang akan dihasilkan oleh penelitian ini maka diharapkan industri tenun tradisional Indonesia dapat berkembang dan mampu meningkatkan kesejahteraan hidup para perajin tenun tradisional Indonesia.
3. Industri tenun nusantara adalah salah satu pemain utama dalam industri kerajinan Indonesia yang akan menjadi aktor dalam ASEAN Free Trade Area (AFTA) 2015/2016, yang perlu diperkuat kompetensinya di antara kerajinan tekstil serupa yang ada di negara-negara ASEAN lainnya melalui penguatan variasi desain baru yang dapat diciptakan dengan bantuan perangkat teknologi.
4. Riset ini menyediakan sebuah sistem pengumpul data tenun di Indonesia yang sangat dibutuhkan untuk membentuk basis data umum tenun Nusantara yang akan berguna untuk usaha-usaha pelestarian nilai budaya luhur Indonesia kepada generasi muda dan menjadi bukti perjalanan sejarah kreativitas desain tenun Nusantara

Luaran yang akan diperoleh.

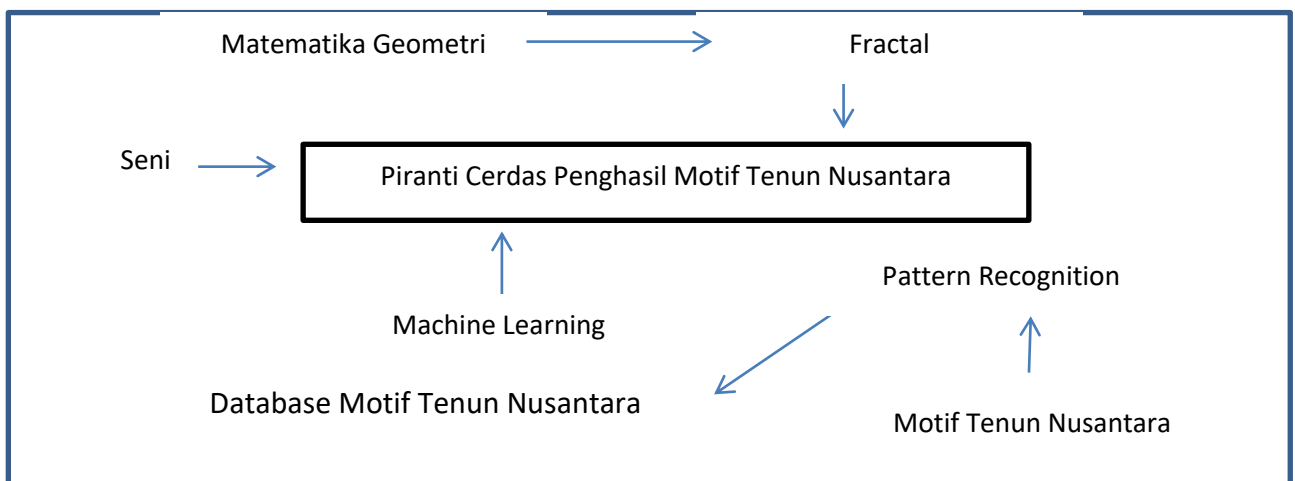
Luaran yang akan diperoleh dari penelitian ini berupa:

1. Publikasi di Jurnal Nasional ber-reputasi (2 judul)
2. Publikasi di prosiding Seminar Internasional (1 judul)
3. Publikasi di Jurnal Internasional (4 judul)
4. HKI (3 Paten, 1 Hak Cipta, 1 Merk Dagang Produk, 1 Merk Dagang Jasa)

Lebih rinci mengenai luaran yang akan diperoleh setiap tahunnya dapat dilihat pada Bab 4 dari proposal ini.

BAB II STATE OF THE ART RISET

Riset ini merupakan integrasi dari berbagai disiplin pengetahuan, yaitu matematika-geometri, sains computer (*Machine learning dan pattern recognition*), seni (baik berupa *audio* maupun *visual*) serta budaya Nusantara secara khusus motif tenun Nusantara. Dari pengetahuan matematika-geometri diturunkan pengetahuan mengenai fraktal yang kemudian dengan menggunakan konsep *pattern recognition* akan mampu mengenali aneka motif tenun Nusantara yang akan disimpan dalam database. Kemudian dengan menggunakan konsep *machine learning*, akan dibangkitkan aneka motif tenun Nusantara yang baru yang akan mengambil pola pembelajaran dari database motif tenun yang sudah dikenali pada tahapan sebelumnya. Secara diagramatis, state of the art riset dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema State of the Art Riset

Secara umum, tujuan dari bidang gabungan ini adalah bagaimana komputer/mesin dapat menghasilkan karya seni (baik berupa *audio* ataupun *visual*), yang dikenal dengan istilah *generative art* [PHI2003]. Peranan komputer pada konteks ini dapat sebagai: i) *creator* (menghasilkan karya seni sepenuhnya tanpa bantuan manusia), ii) *helper* (sebagai alat bantu desainer dalam menghasilkan karya-karya seninya). Riset ini akan terfokus pada *visual generative art* sebagai alat bantu (*helper*) para penenun di Indonesia untuk menghasilkan desain-desain tenun yang baru seefisien mungkin.

Kain tenun sendiri memegang peranan penting dalam kehidupan aktivitas masyarakat, baik sebagai pakaian sehari-hari atau dalam upacara adat [KAR2007]. Kain tenun juga menjadi elemen sehari-hari dalam kehidupan masyarakat karena bahan baku serat alami mudah dicari di daerah tropis. Ragam hias tenun sendiri dapat ditelusuri dari motif-motif geometris pada nekara-nekara yang dipengaruhi oleh budaya Dongson [KAR2010]. Bentuk flora dan fauna serta gambar yang berhubungan dengan pemujaan leluhur

dari masa neolitik kemudian juga ikut menyumbang bentukan geometris pada tenun. Dari masa neolitik dunia dibagi menjadi tiga, yaitu dunia atas yang dilambangkan dengan burung tertentu, dunia tengah dengan representasi manusia, flora dan fauna, serta dunia bawah yang dilambangkan dengan binatang melata seperti kadal dan buaya.

Dalam ragam hias, unsur tadi diwujudkan dalam bentukan geometris berupa garis, kotak, bulat, segitiga dan bentukan lainnya [KAR2007]. Bentuk geometris tersebut juga dipengaruhi oleh teknik tenunan yang mengakomodasi bentuk-bentuk seperti itu. Bentuk motif pada tenun Indonesia bahkan dapat disamakan hasil grafis dari komputer [FOR1988]. Hal ini dikarenakan tenun memiliki sifat matematis dalam konfigurasi pengaturan benang-benang dan warna serta penerjemahan desain dari pemikiran penenun ke mesin tenun.

Dalam konteks budaya Indonesia, salah satu penelitian tentang *visual generative art* yang cukup populer adalah Batik Fractal [LUK2007, HAR2010, HAR2013]. Penemuan penting dalam Batik Fractal adalah bahwa motif-motif batik Indonesia memiliki karakteristik *fractal* [GOU1996, MAN1977]: pola kompleks yang dibentuk dari subpola-subpola kecil yang berjumlah banyak (mungkin tak-hingga), dimana pola/ subpola tersebut hampir identis satu sama lain (*self-similarity*) - perbedaan hanya pada skala. Secara matematis, *fractal* dapat digenerasi dengan sebuah persamaan matematis sederhana, yang dikomputasi secara berulang-ulang / rekursif. Dengan prinsip yang sama, Batik Fractal menghasilkan sebuah piranti lunak bernama jBatik [JBA2015]: sebuah aplikasi penggenerasi pola batik secara 2D dan 3D dengan memanfaatkan L-Systems [LIN1968] dan *fractal dimension*. jBatik telah banyak membantu para pembatik di Indonesia untuk mengakselerasi proses pendesainan pola batik yang baru.

Fraktal dalam riset ini digunakan secara sengaja sebagai bagian untuk mengenali pola-pola umum dalam tenun. Pemilihan geometri fraktal ini juga sejalan dengan penggunaan fraktal dalam teknologi. Motif pada tenun yang mengandung unsur geometri, tumbuhan, dan aneka nekara merupakan pengkategorian alami yang mempermudah penggunaan geometri fractal pada tenun, hal ini pernah dilakukan pada riset batik sebelumnya.

Tenun secara definisi merupakan metode pembuatan kain dengan aturan sederhana yaitu dengan menggabungkan benang secara memanjang/horizontal dan melintang/vertikal. Hasil penggabungan beraneka macam benang tersebut (dengan warna berbeda) menghasilkan motif yang beraneka ragam. Berdasarkan definisi tersebut, dalam proses tenun melibatkan aturan/rule tertentu secara iteratif sehingga menghasilkan

beraneka macam motif. Aturan dan sifat iteratif dalam tenun inilah yang akan diterjemahkan kedalam algoritma atau ke dalam persamaan.

Penggunaan metode fractal dalam tenun ini merupakan suatu alat bantu untuk mempermudah dalam pembuatan tenun generatif. Meskipun pada tahap pertama dalam riset ini menuntut pembuktian fractal dalam tenun, namun dalam perkembangannya kehadiran fractal ini akan menjadi suatu ukuran kuantitatif sejauh mana tingkat fractal dalam tenun. Jelas sekali, tahap pertama dalam riset ini adalah membuktikan hipotesis awal: fractal dalam tenun.

Pembuktian hipotesis awal ini akan menjadi acuan dalam membuat model generatif tenun. Pembuktian hipotesis ini, apapun hasilnya, akan diterjemahkan ke dalam ukuran kuantifikasi tingkat fractal dari tenun.

Komponen utama lainnya dari riset ini adalah pemanfaatan *machine learning* untuk menghasilkan pola tenun yang baru secara otomatis oleh komputer. Secara umum, *machine learning* dapat didefinisikan sebagai metode komputasi yang memanfaatkan “pengalaman” atau “data” untuk meningkatkan performa suatu sistem [MOH2012]. *Machine learning* memungkinkan suatu program komputer untuk berubah atau beradaptasi yang hanya bergantung dengan data, berbeda dengan paradigma program komputer tradisional yang sepenuhnya bergantung pada masukan instruksi dari programmer [BIS2006].

Salah satu kelas dari *machine learning* yang dikenal dengan istilah *supervised learning* telah memberikan dampak yang signifikan di berbagai bidang seperti di *object recognition* [KRI2012, SIM2015], *speech recognition* [DAH2013], dan *machine language translation* [SUT2014]. Dua faktor utama dari kesuksesan *supervised learning* adalah ketersediaan data pada skala besar dan sumber daya komputasi paralel yang semakin meningkat -- memanfaatkan Graphical Processing Unit (GPU).

Machine learning juga telah banyak diaplikasikan pada *visual generative art*: membentuk program komputer yang dapat menghasilkan gambar-gambar artistik, lihat [ROM2007]. O'Reilly and Hemberg menggabungkan teknik *evolutionary computation* dan *Hemberg Extended Mapfunction* untuk menggenerasi bentuk-bentuk arsitektur dalam 3D, yang diimplementasikan pada perangkat lunak bernama Genr8 [ORE2007]. *Evolutionary computation* digunakan untuk mengevolusi instruksi-instruksi L-system (dengan memanfaatkan operator mutasi dan seleksi) sedemikian rupa sehingga dapat terbentuk gambar-gambar 3D baru yang bervariasi.

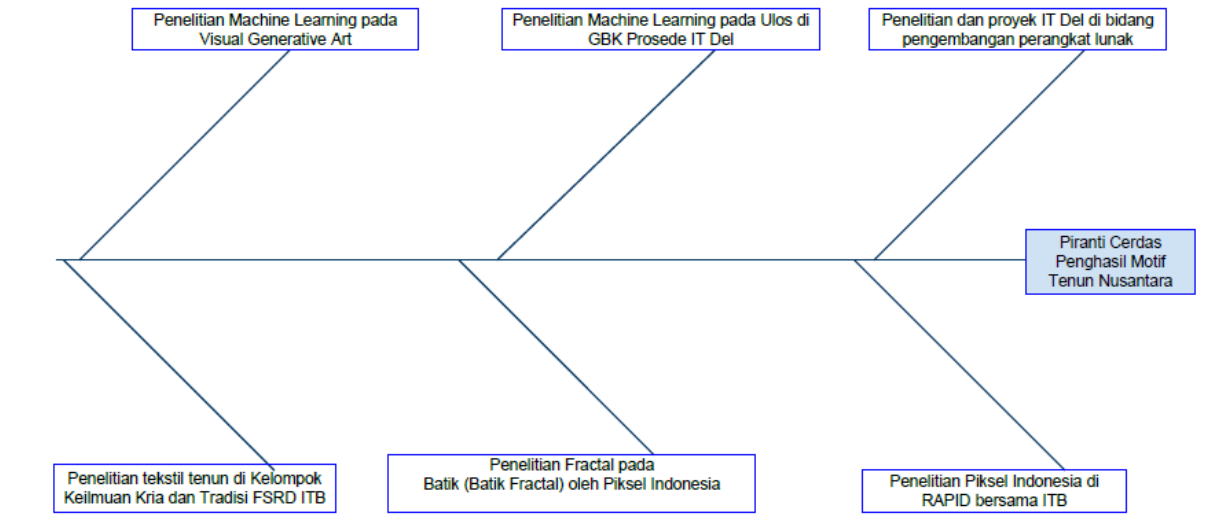
Dari sekian banyak aplikasi *generative art*, dengan pemanfaatan *machine learning* ataupun tidak, hingga saat ini belum banyak terdapat studi

dalam konteks seni visual budaya nusantara, terutama untuk penggenerasi pola-pola tenun. Riset ini mencoba untuk mengeksplorasi *generative art* dan *machine learning* pada seni tenun yang akan memberikan kontribusi dalam konteks keilmuan *generative art* itu sendiri maupun dalam konteks ranah praktis.

Seperti yang sudah dijelaskan pada bagian “Rekam Jejak Peneliti” di Bab sebelumnya, riset ini merupakan kolaborasi dari Gugus Bidang Kajian (GBK) Prosede, GBK SoBAT (Sosial Based Technology), dan GBK BeAM dari Institut Teknologi Del bekerjasama dengan kelompok keahlian Kriya dan Kreasi FSRD Institut Teknologi Bandung. Ketertarikan GBK Prosede untuk meneliti aneka ragam motif tenun ulos Batak yang dimulai sejak tahun 2014 [23-24], menjadi penghubung kerjasama dengan mitra yang sudah memiliki pengalaman dalam pengembangan Batik Fractal. Di awal tahun 2015 dituangkan ide untuk membuat kerjasama penelitian untuk mengembangkan aneka ragam motif tenun ulos Batak yang tentunya dapat dikembangkan juga dalam aneka ragam motif tenun yang ada di berbagai penjuru Nusantara [25]. Karena itu keterlibatan peneliti mitra yang berbasis teknologi informasi dan sosial budaya juga sangat berkontribusi dalam kesuksesan penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga akan melibatkan beberapa nara sumber yang merupakan pakar tenun Nusantara seperti Merdi Sihombing [MER2015] dan Toraja Mello [TOR105]. Dengan bantuan pakar diharapkan proses pengidentifikasian aneka motif tenun Nusantara dapat menghasilkan data yang kaya dan valid yang merepresentasikan keanekaragaman motif tenun Nusantara.

Gambar 4 di bawah memberikan gambaran ringkas mengenai peta jalan penelitian yang mendukung kegiatan penelitian untuk menghasilkan piranti cerdas penghasil motif tenun Nusantara. Sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya bahwa penelitian *Machine Learning* di bidang *visual generative art* sudah banyak dikembangkan dan secara khusus GBK Prosede IT Del sudah memulai penelitian mengkaji aneka ragam motif tenun ulos Batak. Selain itu pengalaman penelitian di bidang pengembangan perangkat lunak di GBK Prosede juga mendukung penelitian ini dalam menghasilkan perangkat lunak yang berkualitas dan nyaman dipakai oleh pengguna. Keterlibatan salah satu peneliti dari Keilmuan Kria dan Tradisi FSRD-ITB yang memiliki keahlian di bidang tenun merupakan modal kuat bagi tim peneliti dalam melaksanakan penelitian ini. Selain itu, pengalaman penelitian mitra di bidang pengembangan perangkat lunak untuk Batik dan desain bangunan baik secara mandiri maupun bersama perguruan Tinggi (ITB dalam skema

penelitian RAPID) menjadi faktor penting yang menunjang keberhasilan pengerjaan penelitian ini.



Gambar 4 Peta Jalan Penelitian

BAB III METODE RISET

Berikut merupakan tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini.

1. Uji Coba Modul JBatik untuk Penenun

Tim akan mengunjungi sentra produksi penenun tradisional di berbagai wilayah Nusantara untuk melakukan uji coba terhadap modul JBatik yang sudah dikembangkan, untuk dicoba oleh penenun. Ujicoba ini dilakukan untuk melihat signifikan perbedaan antara desain Batik dan desain tenun, yang berguna untuk penelitian di tahap selanjutnya serta memberikan masukan untuk perbaikan desain piranti cerdas penghasil motif tenun Nusantara, yang akan dirancang dan dibangun. Kegiatan ini juga sekaligus berguna untuk menguji coba kenyamanan penggunaan modul yang sudah ada, di mata penenun. Selain itu juga dilakukan investigasi mengenai cara kerja penenun dalam mendesain dan membuat tenun dan ketertarikan mereka dalam menghasilkan aneka tenun baru. Selain itu, tim riset akan mengidentifikasi data tenun dan variasi jenis alat tenun yang digunakan para penenun sampai saat ini.

Beberapa modul pada JBatik yang dapat digunakan (*reusable*) pada kegiatan penelitian ini dan akan dilakukan uji coba pada tahapan ini adalah sebagai berikut:

No	Modul	Fungsi di jBatik	Fungsi di Penelitian ini
1	Layout2D	Tata letak ornamen <i>building block</i> pada batik, seperti daun, bunga dan bentuk lain.	Tata letak ornamen-ornamen pada tenun, seperti figure manusia/binatang.
2	Fractal dimension	Menghitung dimensi fractal dari sebuah pola batik.	Menghitung dimensi fractal dari sebuah pola tenun.
3	Parametric fractal generator	Menggambar pola-pola fractal berparameter dengan menggunakan prinsip Lindenmayer System	Menggambar pola-pola fractal berparameter dengan menggunakan prinsip cellular automata

Tabel 1. Modul JBatik yang Reusable untuk Penelitian ini

2. Melakukan penelitian mengenai pengujian fractal dan generative art untuk pola-pola tenun dengan memanfaatkan machine learning

Hasil pengumpulan data tenun pada tahap sebelumnya akan digunakan untuk :

1. menguji hipotesis kehadiran fractal dalam tenun,
2. menghitung tingkat fractal dalam tenun, dan juga
3. memperoleh aturan/rule & iteratif dalam tenun.

Pengujian hipotesis kehadiran fractal dalam tenun akan menjadi bagian krusial dalam riset ini. Jika terdapat fractal dalam tenun (hipotesis diterima) berarti terdapat sifat self-similarity dalam tenun. Namun jika pengujian

hipotesis menghasilkan sebaliknya (hipotesis ditolak) bahwa tidak terdapat fractal pada tenun maka metode kuantifikasi fractal akan dikembangkan. Dengan kuantifikasi fractal, akan dihitung sejauh mana motif-motif tenun ini menyimpang dari fractal atau berapa tingkat fractal dari motif tenun ini.

Selain itu, tahap ini akan berfokus pada perancangan dan pengembangan model generatif sebagai *helper* yang digunakan penenun untuk menghasilkan desain pola tenun yang baru. Pada tahap awal riset ini adalah pengumpulan data-data tenun sebanyak mungkin baik dari segi kualitas (ragam) & kuantitas.

Model generatif ini akan dibangun dengan menggunakan *machine learning*. Problem utama yang akan dipecahkan: *diberikan input berupa satu atau beberapa gambar digital dari tenun, bagaimana program komputer dapat menghasilkan atau mensintesis gambar tenun yang baru, dengan karakteristik yang mirip atau berupa hasil modifikasi dari input?*

Dengan menggunakan *machine learning*, pembangunan model generatif ini akan melalui fase *training* terlebih dahulu sebelum dapat digunakan secara *real time*: mempelajari sebuah *generative function/mapping* $f: X \rightarrow Y$ dimana X dan Y merupakan ruang input dan output, keduanya direpresentasikan oleh kumpulan gambar pola tenun 2D. Setelah fase *training* selesai atau fungsi generatif optimal f^* telah didapatkan, maka f^* siap digunakan secara *real time* untuk menghasilkan pola tenun yang baru.

Kandidat model-model *machine learning* yang akan dikaji antara lain *neural networks* dan *evolutionary computation* atau kombinasi dari keduanya (*neuroevolution*) - dengan tidak menutup kemungkinan untuk mengkaji model-model yang lain. *Neural networks* dan *evolutionary computation* dipilih sebagai model awal dikarenakan sebelumnya telah berhasil digunakan pada beberapa aplikasi *generative art*.

3. Riset mencari antarmuka yang paling sesuai dengan kenyamanan penenun

Melakukan penelitian mengenai interaksi manusia-komputer untuk mendesain antarmuka yang paling sesuai dengan kebutuhan penenun. Pertanyaan yang diajukan dalam tahap ini:

- Bagaimana antarmuka yang paling sesuai dengan pengguna, dan media apa yang akan dipergunakan: PC, laptop, smart phone, tablet?
- Bagaimana perajin dan orang awam memasukkan data berupa gambar tenun mereka ke mesin?
- Bagaimana perajin dan orang awam mengakses data-data tersebut?

- Bagaimana perajin dan orang awam mempergunakan mesin tersebut untuk membuat desain-desain baru ?

Proses pengembangan antarmuka berjalan secara iteratif agar mendapatkan umpan balik yang sering dan berkelanjutan.

Selain itu juga diperlukan cara teknis pengajaran aplikasi ini kepada perajin. Pengajaran ini diperlukan agar alih-pengetahuan cara penggunaan aplikasi ini dapat terwujud dengan baik. Berikut adalah hal-hal penting yang kami cermati:

- *Cara perajin dapat mengakses aplikasi ini.*

Perajin dapat mengakses aplikasi ini yaitu melalui market yang tersedia secara daring. Perajin juga dapat langsung mendapatkannya melalui paket bundel dengan gawai. Dapat disediakan juga pusat-pusat pelatihan kecil di setiap tempat yang dekat dengan pusat perajin.

- *Cara perajin untuk dapat menanyakan aplikasi dan fitur aplikasi ini.*

Membuat pelatih-pelatih pengguna aplikasi yang bisa diambil dari pemuda-pemuda perajin atau Karang Taruna setempat. Kita juga dapat membuat pusat-pusat pelatihan kecil di setiap tempat dekat dengan pusat perajin.

- *Cara kita mengkomunikasikan kegunaan aplikasi ini kepada masyarakat perajin.*

Hal ini dilakukan dengan cara membuat selebaran dan media publikasi yang dapat dilihat di ruang publik masyarakat.

- *Cara agar perajin dapat melihat hasil dari aplikasi ini secara nyata.*

Perajin perlu melihat hasil yang nyata dari kegiatan ini. Hal ini dilakukan dengan memproduksi kain yang dihasilkan dengan aplikasi ini dan memamerkannya pada pusat-pusat sentra perajin, jaringan sosial media, publikasi media cetak, dan penggunaannya bersama dengan desainer terkemuka pada peragaan busana dan koleksi mereka.

- *Bekerjasama dengan pemangku kepentingan lain agar aplikasi ini dapat diterima dan dipergunakan dengan baik.*

Anak muda dalam masyarakat perajin dapat menjadi agen utama perubahan, mengingat kedekatan mereka terhadap gawai dan piranti lunak. Pemangku kepentingan pemerintahan dalam struktur desa juga dapat diajak turut serta. Mereka dapat terlibat dalam penyebaran aplikasi ini, membantu menyediakan tempat pusat-pusat pelatihan aplikasi, atau menjadi bagian dalam program pemberdayaan desa seperti program Dana Desa

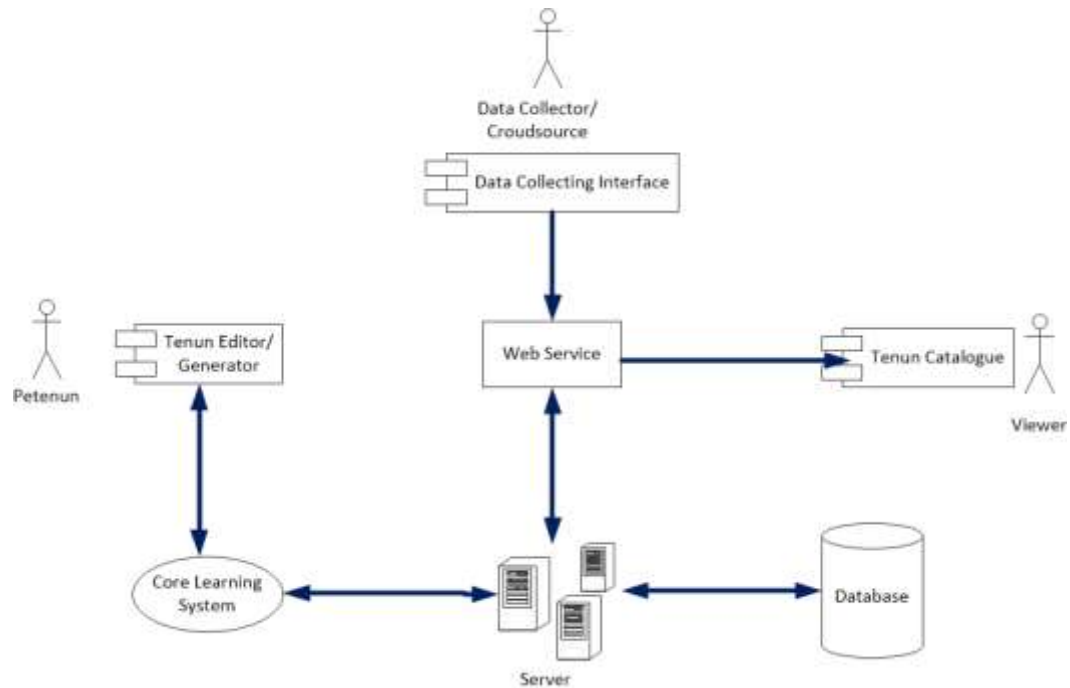
4. Merancang sistem translasi hasil desain ke alat tenun

Pada tahapan ini akan dirancang model yang paling nyaman untuk menjadi kertas kerja (dengan merujuk pada hasil riset pada kegiatan#4) yang

mentranslasi output dari sistem di tahapan sebelumnya menjadi kertas kerja yang digunakan sebagai pedoman kerja penenun. Model yang diusulkan harus dapat dimengerti oleh perajin untuk diaplikasikan ke alat tenun (panjang benang merah, biru, bagaimana konfigurasi benang dan jarum, dsb).

5. Mengembangkan sistem Piranti Cerdas Pendesainan Tenun

Secara lebih rinci, sistem cerdas yang akan dibangun terdiri dari beberapa modul seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 5 Ilustrasi Piranti Cerdas Pendesainan Tenun

Berikut ini penjelasan dari masing-masing modul.

A. Tenun Editor/Generator

Modul ini merupakan modul utama dimana petenun dan piranti berinteraksi. Antarmuka pada modul ini akan dibangun sesuai dengan hasil temuan pada penelitian di poin 2. Fungsi-fungsi dari modul ini adalah sebagai berikut:

- sebagai antarmuka tempat pengguna memasukkan input dan menerima output dari piranti cerdas - output utama berupa hasil desain pola tenun yang baru atau hasil translasi desain ke alat tenun;
- sebagai *editor* tempat pengguna/penenun untuk memanipulasi gambar pola tenun;
- sebagai salah satu alat pengoleksi desain tenun yang akan dimanfaatkan oleh modul D untuk memperkaya data latih modul B.

Secara khusus akan dinyatakan dalam EULA (End User License Agreement) dan secara umum dalam sosialisasi penggunaan piranti lunak modul A bahwa hasil desain akan digunakan untuk kebutuhan pembelajaran sistem. Saat perangkat terhubung dengan Internet, maka

perangkat akan mencoba untuk mengunggah sampel desain yang telah dihasilkan sekaligus mengunduh database tenun terbaru dari server.

B. Core Learning System

Modul ini memungkinkan modul Tenun Editor/Generator untuk dapat menggenerasi atau mensintesis pola tenun baru dengan memanfaatkan *machine learning*. Cara kerja dari modul ini berdasarkan hasil temuan yang didapatkan pada Kegiatan #1 dan Kegiatan #3. Modul ini akan menggunakan (reuse) ketiga modul yang sudah ada pada JBatik, seperti yang sudah dijelaskan pada Tabel 1 dalam sub bagian Kegiatan #1.

C. Tenun Catalogue

Modul ini digunakan sebagai viewer untuk melihat arsip dari data tenun yang telah dikoleksi. *Viewer* ini akan dirancang dalam bentuk *online catalogue* yang dapat diakses via *web browser*.

D. Data Collecting Interface

Modul ini merupakan antarmuka untuk pengoleksian data tenun secara masif. Semua data yang dimasukkan melalui modul ini akan disimpan pada Database. Kumpulan data tersebut akan digunakan oleh Core Learning System untuk menghasilkan tenun generator dan juga sebagai sumber informasi bagi Tenun Catalogue. Data yang dimasukkan ke dalam modul ini mencakup masukan secara crowdsourcing dari gambar-gambar kain tenun yang telah ada maupun desain digital yang dihasilkan pengguna modul A.

6. Mengimplementasikan pilot project (prototyping) dengan menggunakan ulos Batak sebagai studi kasus

Akan dilakukan pilot project terhadap ulos toba untuk uji coba piranti cerdas yang dihasilkan. Pada tahapan ini juga akan dilakukan pelatihan (training) penggunaan piranti cerdas bagi para perajin ulos di tujuh Kabupaten yang berada di kawasan dataran tinggi Toba.

7. Merancang bisnis model

Tahapan ini akan menghasilkan bisnis model untuk komersialisasi piranti cerdas yang dihasilkan. Kegiatan ini akan merujuk pada rencana komersialisasi yang secara detail disampaikan pada Lampiran F.

8. Perancangan dan pendaftaran HAKI

Pada tahapan ini akan dirancang dan didaftarkan HAKI dari piranti cerdas yang dihasilkan,

9. Mengembangkan (replikasi) sistem untuk produk tenun di daerah lain

Pada tahapan ini pilot project akan direplikasi ke berbagai motif tenun Nusantara lainnya, seperti tenun Toraja, tenun NTT, tenun Bali, dan tenun Papua. Pada tahapan ini juga akan dilakukan pelatihan (training) penggunaan piranti cerdas bagi para perajin tenun di kawasan-kawasan tersebut

Jadwal pelaksanaan kegiatan dan metoda penelitian dirinci dalam tabel berikut.

No	Kegiatan	Thn	PIC IT Del	PIC ITB	PIC Piksel	Waktu	Durasi
1.	Uji coba Modul JBatik untuk Penenun	1	Ricardo, Anna	Ratna	Nancy, Frans	Januari-Maret 2016	3 bulan
2.	Melakukan penelitian mengenai pengujian fractal dan generative art untuk pola-pola tenun dengan memanfaatkan machine learning	1	Arlinta, Yaya		Ghifar, Dimas, Yun	April-Juli 2016	4 bulan
3.	Riset mencari antarmuka yang paling sesuai dengan kenyamanan penenun	1	Ricardo, Anna	Ratna	Nancy, Lukman	Agustus-September 2016	2 bulan
4.	Merancang sistem translasi hasil desain ke alat tenun	1	Arnaldo		Lukman	Oktober 2016	2 bulan
5.	Membuat prototipe-1	1	Arlinta, Arnaldo		Ghifar, Dimas	November - Desember 2016	1 bulan
6.	Mengembangkan sistem Piranti Cerdas Pendesainan Tenun	2	Arlinta, Arnaldo		Ghifar, Dimas	Januari – Mei 2017	5 bulan
7.	Mengimplementasikan pilot project (prototyping) dengan menggunakan ulos Batak sebagai case study	2	Anna, Ricardo	Ratna	Nancy, Frans	Juni - September 2017	3 bulan
8.	Merancang bisnis model	2	Yosef		Nancy	Oktober – Desember 2017	2 bulan
9.	Perancangan dan pendaftaran HAKI	3	Arlinta		Nancy (+konsultan)	Januari - Februari 2018	2 bulan
10.	Mengembangkan (replikasi) sistem untuk produk tenun di daerah lain	3	Anna, Ricardo	Ratna	Nancy, Frans, Luki	Maret-Juli 2018	5 bulan
11.	Komersialisasi	3	Yosef		Nancy	Agustus-November 2018	4 bulan

12.	Pembuatan laporan akhir	3	Arlinta		Nancy	Desember	1 bulan
-----	-------------------------	---	---------	--	-------	----------	---------

Dengan menggunakan metoda riset yang dipaparkan pada Bab ini, diharapkan dapat dihasilkan luaran yang dapat berguna bagi pengembangan industri tenun tradisional di Indonesia. Seperti terlihat pada Gambar 5, penyebaran industri kerajinan tenun di Indonesia sangatlah luas. Namun banyaknya perajin memang mayoritas ada di Pulau Jawa, sementara kerajinan tenun asli di pulau-pulau selain Jawa cukup banyak namun seiring waktu semakin sedikit jumlahnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya inovasi dan pengembangan yang dilakukan yang khusus untuk mengembangkan industri tenun nusantara



Gambar 6. Distribusi industri kain/tenun di Indonesia (source: <http://www.bps.go.id/index.php/linkTabelStatic/1770>)

Penelitian ini memiliki potensi dalam penerapan dan komersialisasi piranti cerdas yang akan menjadi luaran dari penelitian ini. Melalui pengalaman dan rekam jejak mitra dan kekuatan riset dari tim periset di IT Del, peranti cerdas ini akan menjadi salah satu inovasi unggulan Indonesia yang tepat guna dan dapat mendukung perkembangan ekonomi nasional, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara khusus para perajin tenun tradisional. Penelitian ini diharapkan juga mampu mengembangkan pelestarian budaya tenun dengan menciptakan generasi baru perajin tenun yang di masa depan akan meneruskan usaha dan pengembangan kerajinan tenun tradisional. Dengan demikian keberlangsungan industri tenun dan budaya tenun di Indonesia dapat terjamin dari masa ke masa. Pembahasan

lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran F yang memuat studi kelayakan bisnis dari hasil riset ini.