

BIOMIMICRY CLASS PERANCANGAN PRODUK DENGAN BIOMIMICRY DESAIN SPIRAL PADA SARUNG TANGAN RENANG

Ratna Purwaningsih¹, Novie Susanto¹, Heru Prastawa¹, Aries Susanty, Susatyo Nugroho WP¹

¹Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275
Email : ratna.tiundip@gmail.com

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bermitra dengan Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) berupa penyelenggaraan ergonomik nasional camp untuk asisten laboratorium Rekayasa Sistem Kerja dan Ergonomi (RSKE) pada prodi Teknik Industri di Indonesia. Lokasi pengabdian masyarakat di kampus Teknik Industri Undip dan di Bandung Semarang. Pada kegiatan ini, tim dosen lab RSKE Teknik Industri Undip memberikan materi pada kelas ergo camp dengan topik biomimicry. Para asisten lab RSKE memerlukan materi biomimicry untuk memecahkan masalah konsep desain produk dengan menggunakan inspirasi dari alam agar diperoleh solusi yang lebih robust dan sustainable. Perancangan dan pengembangan produk adalah salah satu kompetensi lulusan Teknik Industri terutama pada bidang minat ergonomi. Asisten juga diminta mempraktekan metode biomimicry desain spiral ini pada perancangan produk case study yang dilombakan. Penilaian hasil rancangan dilakukan oleh panitia independent dan diumumkan dalam acara puncak ergo camp disertai penyerahan hadiah. Hasil rancangan para peserta menunjukkan bahwa Pelatihan biomimicry class telah memberikan sebuah ketrampilan baru dalam perancangan produk. Penjelasan case studi yang diberikan adalah perancangan sarung tangan renang dengan menerapkan selaput kaki katak untuk meningkatkan kecepatan berenang. Perancangan tersebut telah menghasilkan produk yang telah diuji dan hasilnya telah dipamerkan dalam pameran teknologi Kemenristekdikti pada Agustus 2019 di Denpasar.

Kata kunci : ergonomi, perancangan produk, biomimicry desain spiral, sarung tangan renang

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, ergonomi sebagai disiplin ilmu terbilang masih baru. Istilah ergonomi sering tertukar dengan agronomi atau ekonomi. Oleh kalangan umum, ergonomi sering didefinisikan sebagai ilmu yang berkaitan dengan desain dari sebuah kursi yang nyaman. Yang lain mencoba mengaitkannya dengan pekerjaan yang sehat dan aman, faktor manusia dalam perancangan produk, sistem man-machine, studi gerak dan waktu, peningkatan produktivitas, dan lain-lain. Sebagai ilmu, ergonomi diajarkan secara eksplisit dalam kursus teknik, medis, atau psikologi dengan perbedaan nama tapi dengan substansi yang sama.

Ergonomi diperkenalkan di Indonesia beberapa dekade yang lalu oleh para akademisi dan universitas, industri dan pemerintah. Selanjutnya, gerakan ergonomi berasal dari para akademisi dari luar negeri yang bekerja di beberapa universitas di Indonesia. Mata kuliah ergonomi diberikan terutama dalam kurikulum jurusan teknik industry, misalnya ergonomi yang diterapkan pada sistem kerja, ergonomi industri, desain dan pengukuran kerja, desain dan tata letak fasilitas, teknik dan manajemen keselamatan, rekayasa faktor manusia dalam desain produk; dan ergonomi makro seperti organisasi industri, TQM, analisis produktivitas, pengukuran kinerja, manajemen rantai pasokan, dan lain-lain. Mereka melakukan penelitian dan mata kuliah ergonomi dalam program sarjana teknik dan manajemen dan pasca sarjana; dan juga mengadakan seminar, workshop dan konferensi dan melakukan konsultasi dengan industri lokal. Mereka sudah mengembangkan jaringan dengan disiplin ilmu lain tidak hanya di bidang teknik seperti teknik fisika, arsitektur, mekanik, lingkungan, informatika, dll; tetapi juga di luar jurusan teknik seperti desain produk industri, pertanian, psikologi, kedokteran, kesehatan masyarakat dll.

Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) secara resmi didirikan oleh pertemuan ergonomis nasional pada tanggal 10 Oktober 1987 di Institut Teknologi Bandung (ITB) dengan misi memberikan pendidikan, penelitian dan konsultasi mengenai aplikasi ergonomi untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas kehidupan kerja. PEI dikembangkan secara khusus untuk mengorganisir akademisi, peneliti, praktisi industri, atau profesional untuk menerapkan metode ergonomi dan pendekatan di bidang ergonomi mikro atau makro. Beberapa program PEI antara lain seperti melakukan program penelitian bersama, mengembangkan kurikulum ergonomi dan standarisasi laboratorium di perguruan tinggi, menyelenggarakan seminar atau lokakarya.

Untuk mewadahi penggiat ergonomik yang datang dari kalangan mahasiswa diwadahi dalam Ergoers muda yang setiap tahun rutin menyelenggarakan kegiatan National ergonomic summer camp. Tahun 2019

adalah giliran Teknik Industri Undip untuk menjadi penyelenggara dari acara tersebut. Acara summer camp ini berisi paparan atau sharing session dari dosen ke ergoers muda dan dari sesama ergoers. Paparan ini menjadi ajang pembahasan perkembangan terbaru keilmuan ergonomic terutama dalam hal penelitian ergonomi.

Youth ergonomic society atau ergoers muda pada 2019 ini melaksanakan summer camp di Bandungan Semarang dengan empat kelas materi dan 1 kelas stadium general. Selain itu juga ada acara acara lomba poster, lomba foto dan outbond di Candi Gedung Songo. Acara diikuti oleh 100 peserta asisten laboratorium ergonomic dari 34 perguruan tinggi negeri dan swasta di Indonesia. Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sebagai tuan rumah acara tersebut sebagai bentuk pelayanan kepada masyarakat Perhimpunan Ergonomi Indonesia. Materi yang disampaikan adalah tentang aspek aspek perancangan produk dan sistem kerja pada berbagai bidang.

Youth ergonomic society atau ergoers muda adalah para asisten laboratorium ergonomic yang membutuhkan pengetahuan tentang perkembangan terbaru dari penelitian penelitian bidang ergonomic dan perkembangan aplikasi ergonomic di industri dan di fasilitas public. Acara diikuti oleh 100 peserta asisten laboratorium ergonomic dari 34 perguruan tinggi negeri dan swasta di Indonesia. Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sebagai tuan rumah acara tersebut sebagai bentuk pelayanan kepada masyarakat Perhimpunan Ergonomi Indonesia.

Summer camp ini diharapkan dapat memberi wawasan baru kepada para asisten yang nantinya akan menjadi warna pada perbaikan penelitian mereka di tempat asal mereka masing masing. Acara ini juga menjadi ajang perkenalan bagi para ergoers muda agar nantinya dapat membangun network atau jejaring kerjasama penelitian dan program program laboratorium serta dengan industri nantinya jika mereka telah menjadi *professional ergonom*.

2. METODE PENGABDIAN

Pelaksanaan *national ergonomic summer camp* ini bertujuan untuk (1) Memberikan pelatihan kepada *Youth ergonomic society* atau ergoers muda tentang perancangan produk dengan konsep biomimikri spiral sebagai sumber inspirasi dari mengimitasi alam dalam mengembangkan konsep desain produk yang ergonomis dan (2) Memberi penjelasan tentang bagaimana melakukan perancangan produk dengan biomimicry desain spiral serta teknik teknik dan cara pengolahan datanya.

Kegiatan pelatihan ini diperuntukkan bagi para asisten laboratorium Ergonomi dan Rekayasa Sistem Kerja di Indonesia dan diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan para asisten laboratorium ergonomic dalam hal perkembangan terkini bidang ilmu ergonomic terutama dalam perancangan dan pengembangan *ergonomic product*.
2. Melatih asisten laboratorium ergonomic dalam melakukan penerapan konsep biomimicry desain spiral dalam perancangan produk, terutama mengetahui aktivitas aktivitas pada setiap tahap biomimicry spiral.
3. Memberi pengetahuan tentang bagaimana pengolahan data hasil pengujian produk dengan memanfaatkan *Anova two way* dengan software SPSS.

Kegiatan pelatihan perancangan dan pengembangan produk yang diberi judul Ergonomic summer camp class Bio-mimicry product design ini akan dilaksanakan selama 2 hari pada tanggal 24 dan 25 bulan Agustus 2019. Peserta pelatihan adalah seratus orang (100) asisten laboratorium ergonomic dari 34 perguruan tinggi negeri dan swasta di Indonesia. Pelatihan diselenggarakan bekerjasama dengan pihak Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) dan akan dihadiri oleh ketua PEI Yassierli, PhD., CPE dari Teknik Industri ITB. Pelatihan disampaikan oleh dosen-dosen dan alumni Departemen Teknik Industri yang tergabung dalam Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi. Perlengkapan pelatihan adalah laptop dan android yang akan menjadi sarana bagi peserta untuk sharing knowledge and experience.

Program kegiatan pengabdian pada masyarakat untuk asisten laboratorium Rekayasa Sistem Kerja dan Ergonomi (RSKE) berupa Pelatihan Perancangan Produk dengan metode Biomimicry desain spiral ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Penyampaian materi tentang Desain Produk dengan Biomimicry desain spiral
2. Penyampaian materi studi kasus penerapan biomimicry disain spiral pada perancangan sarung tangan renang untuk meningkatkan kecepatan berenang.
3. Penyampaian materi tentang metode metode pengujian produk hasil rancangan

4. Penyampaian materi tentang Pengolahan data hasil pengujian empiris produk sarung tangan renang biomimicry dengan *two way anova* dengan software SPSS.
5. Pelatihan perancangan produk metode biomimicry oleh peserta pelatihan dan pendampingan oleh instruktur pelatihan.
6. Pengumpulan hasil rancangan produk peserta pelatihan dan penilaian
7. Pengumuman pemenang dan pemberian hadiah
8. Sharing session antar peserta membahas modul praktikum Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi pada prodi Teknik Industri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Biomimicry pada perancangan produk

Beberapa dekade terakhir, jumlah produk baru meningkat secara dramatis karena industri semakin sadar pentingnya produk baru untuk bisnis. Kenyataan adalah bahwa mayoritas produk baru tidak pernah sampai ke pasar dan menghadapi tingkat kegagalan sebesar 25 hingga 45 persen (Crawford, 1979; Cooper, 2001). Untuk setiap tujuh ide produk baru, sekitar empat memasuki pengembangan, satu setengah diluncurkan, dan hanya satu yang berhasil (Booz dkk, 1982). Peran proses kreatif untuk memunculkan ide produk menjadi penting. Ulrich mendefinisikan *New Product Development* (NPD) sebagai sebuah urutan kegiatan yang dimulai dengan persepsi peluang pasar dan berakhir dalam produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Ulrich dkk, 2004). Pengembangan produk baru (NPD) diawali dari upaya perusahaan untuk memberikan penawaran produk baru kepada pasar yang selalu berubah dari waktu ke waktu (Loch & Kavadias, 2008). Pengembangan produk melibatkan penciptaan peluang, seleksi dan transformasi produk menjadi artefak atau prototype dan kegiatan pelayanan atau service yang menyertai produk (Green & Krieger, 1985, Green & Krieger, 1989).

Salah satu cara menemukan ide untuk produk baru adalah mengembangkan produk baru berdasarkan identifikasi *user need* yang belum terpenuhi oleh produk yang sudah beredar di pasar. Ide produk baru ini nantinya menjadi keunggulan kompetitif (*competitive advantage*) dari produk tersebut dalam positioning diantara produk pesaing. Maka, banyak model preskriptif dari keputusan yang mempengaruhi evolusi lini produk dan strategi pengembangan produk menggunakan preferensi pelanggan sebagai masukan. Misalnya, banyak literatur pemasaran dalam optimasi lini produk memperlakukan produk sebagai kumpulan atribut yang diinginkan oleh konsumen (Brookes & Poole, 2004). Setelah kebutuhan konsumen teridentifikasi, langkah berikutnya adalah sebuah proses kreatif untuk menemukan konsep desain yang memenuhi kebutuhan konsumen tersebut. Runco (2004) mendefinisikan kreativitas sebagai suatu proses mengembangkan dan mengkomunikasikan ide-ide baru yang mungkin berguna atau berpengaruh. Salah satu pendekatan dalam proses kreatif dan inovatif untuk menemukan solusi bagi produk baru dalam memenuhi kebutuhan konsumen ini adalah dengan mempelajari bagaimana alam memberi solusi atas masalah tersebut atau dikenal sebagai biomimicry.

Biomimicry merupakan pendekatan inovasi yang secara bertahap menjadi lebih populer. Istilah *biomimicry* dipopulerkan oleh Janine Benyus pada tahun 1997 lewat bukunya yaitu "*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*". Fokusnya adalah menemukan solusi berkelanjutan untuk tantangan manusia dengan melihat alam sebagai "model, ukuran, dan mentor". *Biomimicry* di Eropa disebut dengan *bionic*, yaitu teknik desain yang terinspirasi oleh alam. Dua faktor utama yang mendeskripsikan biomimicry adalah (Fuller, 1975).

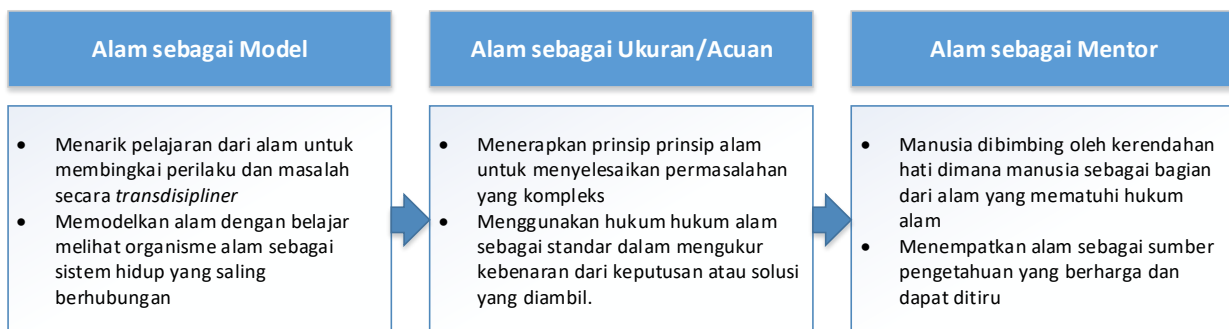
1. *Biomimicry* mempelajari model-model alam dan mengimitasi atau mengambil inspirasi dari desain-desainnya untuk menemukan solusi permasalahan-permasalahan manusia
2. *Biomimicry* menggunakan standar ekologi untuk menilai 'kebenaran' dari inovasi yang dikembangkan manusia.

Kita manusia telah mendapat ide-ide dari alam selama kita hidup. Tapi aplikasi kita tentang konsep-konsep tersebut seringkali sembarangan dan tidak tepat. Buckminster Fuller adalah orang pertama yang mengemukakan bahwa ajaran-ajaran alam menawarkan alat yang sempurna untuk desain hijau (Benyus, 2002, Rao, 2014). Janine Benyus, bersama dengan bukunya *Biomimicry*, adalah orang pertama yang membawa ide

tersebut kepada dunia secara luas. Saat ini para desainer sedang mempelajari bagaimana cara menjadikan biomimicry sebagai sebuah metodologi.

Alam sangat menginspirasi kita bukan hanya karena kesempurnannya, tapi karena alam banyak menghasilkan solusi permasalahan yang *sustainable*. Beberapa kekurangan pada desain produk diantaranya tentang maintenance yang harus dilakukan secara terus-menerus. Organisme-organisme alam tidak dapat saling meminjam desain, mereka harus berkembang dari desain mereka yang unik. Evolusi untuk dapat menjadi lebih baik dari sebelumnya memerlukan solusi. Solusi ini seperti lahan uji yang mungkin menghasilkan generasi yang lebih buruk atau generasi yang menjadi lebih baik dari generasi sebelumnya. Maka, solusi dari alam telah diuji selama ratusan atau ribuan tahun, dan bumi telah memberikan solusi cerdas yang tidak terhitung yang mungkin tidak pernah kita bayangkan.

Ide inti dari biomimicry, sebagaimana yang dikatakan Janine Benyus, adalah sebagai model, ukuran, dan mentor. Dengan menggunakan alam sebagai model, kita bisa mendapatkan ide-ide untuk memecahkan masalah kita dari organisme-organisme. Apapun yang kita coba lakukan, biasanya ada organisme-organisme yang telah mengembangkan strategi-strategi sukses untuk melakukannya. Menerapkan alam sebagai ukuran, kita bisa memandang pada dunia alam untuk melihat apa saja yang mungkin. Mengambil alam sebagai mentor, kita bisa mengenali bahwa kita adalah bagian dari sebuah system yang besar, dan kita memperlakkan alam sebagai partner/rekan dan guru daripada sebagai sebuah sumber untuk dieksploitasi.



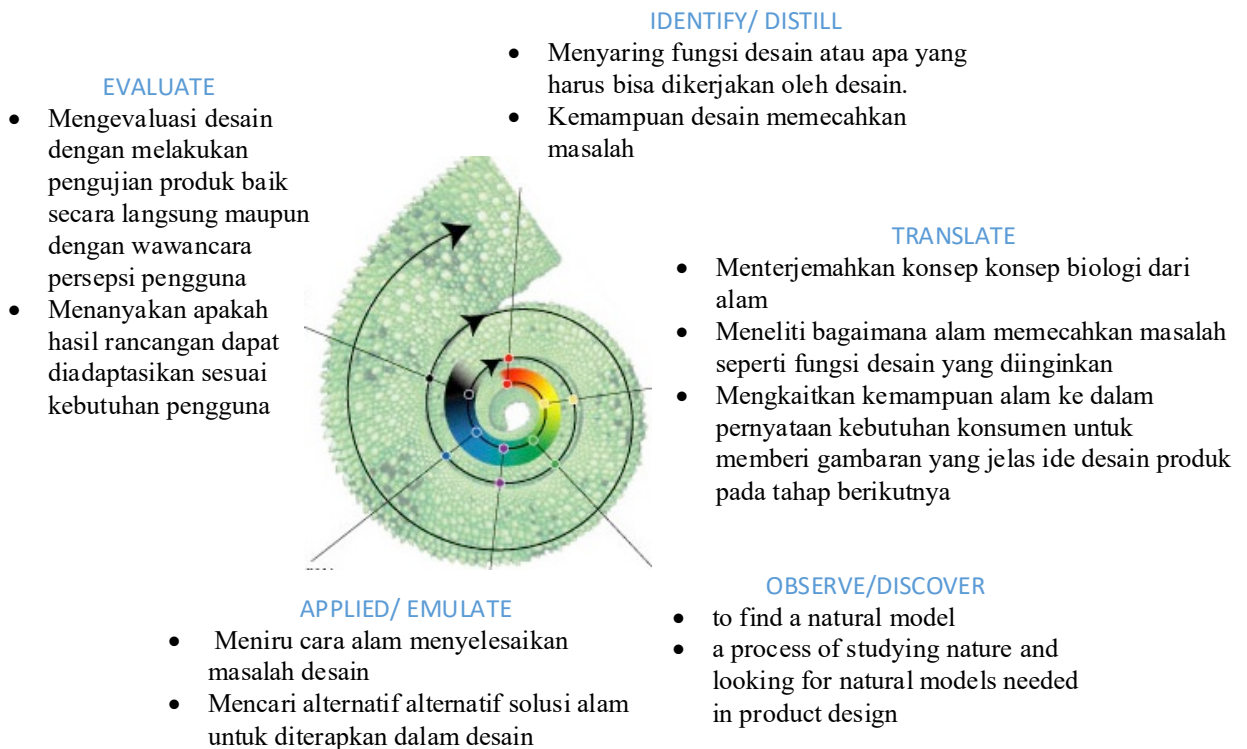
Gambar 1. Biomimicry menjadikan alam sebagai Model, Ukuran dan Mentor dalam desain.

3.2. Biomimicry Desain Spiral

The Biomimicry Institute telah mengembangkan proses desain yang dapat mempromosikan transfer ide, desain, dan strategi dari biologi ke dalam desain sistem manusia [14]. Salah satu metode mengaplikasikan biomimicry pada desain produk adalah *Biomimicry Design Spiral* melalui pendekatan *Challenge to Biology* yang diterbitkan oleh *Biomimicry Institute* (Benyus, 2002). *Biomimicry Design Spiral* dikembangkan oleh Carl Hastrich pada tahun 2005 yang merupakan seorang desainer industri. *Biomimicry Design Spiral* adalah tahapan proses untuk mengubah strategi alam ke dalam solusi desain yang inovatif dan berkelanjutan. Pada *Biomimicry Design Spiral* yang telah di revisi terdapat 5 proses, yaitu *distill*, *translate*, *discover*, *emulate*, dan *evaluate* (Hastrich, 2006). Langkah-langkah "Biomimicry Desain Spiral" yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Desain Proses Biomimicry menggambarkan langkah untuk menerjemahkan masalah dalam istilah biologi, sehingga menghadirkan lebih banyak kesempatan untuk ahli biologi dalam mengidentifikasi solusi inovatif di alam. Gambar tersebut mengkomunikasikan secara berulang (berkembang) pada sifat metodologi dengan memetakan langkah-langkah berdasarkan desain spiral pada cangkang siput. Proses berfikir kreatif, didalamnya berisi urutan menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan *biomimicry*. Salah satu aspek yang paling kuat dari *Biomimicry Design Spiral* adalah proses spiral itu sendiri. Model spiral membentuk pengulangan di setiap putaran yang memungkinkan untuk membuat desain yang lebih inovatif dan efektif. Gambar tersebut mengkomunikasikan secara berulang (berkembang) pada sifat metodologi dengan memetakan langkah-langkah berdasarkan desain spiral pada cangkang siput. Cangkang siput (*Nautilus shell*) adalah simbol yang tepat, hal ini didasarkan pada desain spiral dengan rasio yang ditemukan di seluruh desain

alam dan desain manusia. Pola desain ulang ini terdiri dari pengukuran *fibonacci* berseri yang begitu produktif, yang dijuluki "*The Golden Ratio*".



Gambar 2. Tahapan Biomimicry Design Spiral
(diterjemahkan dari gambar biomimicry-institute.org)

3.2.1. Distill (Menyaring ide desain)

Langkah pertama dalam metode *biomimicry Design Spiral* adalah Distill. Distill atau di sini dimaksudkan untuk menyaring fungsi desain, dalam proses distilasi, titik pertanyaan utama adalah "apa yang harus bisa dilakukan oleh desain?". Pada tahap ini, fungsi desain diidentifikasi untuk dikaitkan dengan pernyataan kebutuhan konsumen agar dapat memberikan gambaran yang jelas tentang produk di tahap berikutnya. Proses identifikasi distilasi dilakukan untuk merumuskan masalah yang dihadapi. Jangan tanya apa yang harus ada pada hasil rancangan (atribut), tetapi tanyakan lebih spesifik kelebihan apa pada desain yang menjadi solusi masalah. Misal pada perancangan sarung tangan berenang, atribut yang diinginkan adalah meningkatkan kecepatan berenang dan kemampuan spesifik yang harus dimiliki oleh desain adalah memberikan gaya dorong yang kuat di dalam air saat berenang.

3.2.2. Translate (menterjemahkan ide solusi)

Langkah kedua adalah *translate* atau menterjemahkan solusi dari alam ke dalam ide produk. Solusi alam yang bersifat biologi pada tahap ini disaring dan dikembangkan menjadi fungsi desain yang bersumber dari faktor alam. Pertanyaan utamanya adalah "Bagaimana cara alam melakukan fungsi tersebut atau menyelesaikan masalah?". Dari pertanyaan-pertanyaan ini kemudian digunakan untuk menentukan kondisi alam yang nantinya dikembangkan menjadi parameter desain. Dalam proses ini dilakukan identifikasi fungsi yang diinginkan dan menjelaskan apa yang dilakukan alam untuk melakukan fungsi tersebut. Kemudian menggambarkan faktor / kondisi lingkungan yang berpengaruh dan menghubungkan ke apa yang dapat dilakukan alam dengan faktor itu.

3.2.3. Discover (menemukan)

Langkah ketiga adalah discover atau menemukan adalah proses mempelajari alam dan mencari model alami yang dibutuhkan dalam desain produk. Model alami yang dicari adalah model yang mampu melakukan fungsi desain. Pendekatan ini mensyaratkan menggunakan prinsip-prinsip hidup untuk mengembangkan

pertanyaan-pertanyaan yang dapat digunakan untuk memberikan solusi. Ketika Anda mengajukan pertanyaan ini, desain spiral mulai terungkap lagi dan beriterasi. Pertanyaan baru untuk mengeksplorasi muncul, dan pertanyaan-pertanyaan ini cenderung menyempurnakan konsep awal untuk menjelajahi prinsip-prinsip hidup yang dapat ditiru (Korecki, 2008).

3.2.4. Emulate (meniru)

Langkah keempat adalah emulate atau meniru. Emulasi adalah upaya meniru model alam, di dalamnya memuat kegiatan untuk membahas beberapa solusi alternatif ke dalam bentuk desain sesuai dengan fungsi desain. Bentuk desain akan meniru model alami yang telah dipilih. Hasil observasi terhadap objek penelitian akan ditiru dan diterapkan pada desain produk yang akan dibuat. Kemudian desain terpilih akan diuji kemampuannya. Dalam meniru model alam, perlu mempelajari bentuk dasar dari model yang akan digunakan. Kemudian dari model dasar tersebut, dipelajari dan ditirukan fungsi sehingga dapat menghasilkan bentuk desain yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.2.5. Evaluate (mengevaluasi atau menilai desain)

Langkah ke lima adalah evaluate atau melakukan evaluasi pada desain. Mengevaluasi dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan utama apakah desain yang dibuat dapat beradaptasi dengan pengguna. Evaluasi tahap awal adalah proses penilaian yang dilakukan pada produk untuk mengetahui nilai produk menurut pengguna berdasarkan atribut penilaian tertentu sehingga dapat mengetahui kelemahan dan kelebihan produk untuk mendapatkan desain yang lebih baik. Desain yang dipilih akan dievaluasi secara rinci melalui pengujian terhadap produk atau dengan wawancara pada pengguna produk.

3.3. Aplikasi desain biomimicry pada perancangan sarung tangan renang

Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan gambaran aktivitas yang dilakukan ketika menerapkan biomimicry ini pada proses pengembangan konsep desain dari produk alat berenang berupa sarung tangan berenang. Konsep *Biomimicry Design Spiral* dalam menemukan solusi alat berenang adalah dengan mempelajari anatomi katak yang cukup mirip dengan anatomi kaki dan tangan manusia, serta katak yang berenang memiliki gerakan yang hampir sama dengan gerakan manusia ketika berenang. Model alam yang digunakan adalah katak. Penerapan langkah langkah biomimicry dalam perancangan produk sarung tangan berenang dijelaskan dalam tabel 1.

Tabel 1. Tahapan penelitian dengan Desain Spiral Biomimicry

No	Tahap	Aktivitas	Hasil/output
1	Distill/ Mencari	Tahap ini mempelajari bagaimana alam dapat mengakomodasi manusia dalam berenang, dengan fokus pada alat-alat tangan. Setelah mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan tangan saat berenang, desainer mengamati lingkungan dan mencari objek yang dapat memberikan solusi. Aktivitasnya adalah : - Studi anatomi kaki katak dengan mengamati bentuk bentuk selaput kaki katak - Studi gerak berenang katak dengan video dan mempelajari temuan temuan tentang gaya dorong kaki katak saat berenang.	- Diperoleh berbagai literature biologi dan gambar gambar yang membahas bentuk bentuk selaput kaki katak dari berbagai species. - Melakukan kajian literature dan memilih bahwa katak sawah memiliki selaput yang akan memberikan luasan terbaik dan paling mirip anatomi jari jarinya dengan manusia.
2	Translate/ Menterjemahkan	Tahap ini menterjemahkan bagaimana alam memberi katak alat bantu berenang berupa selaput kaki, kemudian meniru selaput	-Mengembangkan gambar desain yang merupakan adaptasi selaput

No	Tahap	Aktivitas	Hasil/output
		tersebut untuk diterapkan pada produk alat bantu berenang. Aktivitas yang dilakukan adalah studi konstruksi dan material <ul style="list-style-type: none"> - Studi konstruksi : Ide mengembangkan selaput kaki katak dalam sarung tangan berenang. - Studi material : Mencari material yang memiliki sifat yang serupa dengan selaput katak (material yang rapat dan elastis) 	kaki katak ke sarung tangan renang.
3	Emulate/Meniru	Dalam meniru konsep alam (selaput kaki katak) perlu diadaptasikan dengan pengguna (manusia) dengan memunculkan alternative konsep desain dari sisi bentuk, ukuran, kelenturan dan factor factor lainnya terutama aspek ergonomic (anthropometri) <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat berbagai alternative bentuk selaput antar jari pada sarung tangan renang - Melakukan desain sarung tangan selaput katak 	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan 4 konsep desain selaput kaki katak untuk diterapkan pada sarung tangan berenang. Dari luasan yang tertutup ada 2 variasi yaitu separuh jari dan menutup seluruh jari, dari peletakan selaput pada jari bisa dilekatkan secara miring ataupun datar.
4	Observe/Meneliti	Tahap observe berperan untuk meneliti atau menguji konsep desain yang dihasilkan dari translate dan emulate untuk membuktikan bahwa desain memenuhi fungsi yang diinginkan, aktivitasnya adalah : <ul style="list-style-type: none"> - Memproduksi prototype produk untuk pengujian bentuk selaput yang memberi gaya dorong tertinggi - Melakukan pengujian model dengan CFD pada software solid work - Mengembangkan indikator2 kenyamanan penggunaan sarung tangan berenang dan menyusun kuisisioner persepsi pengguna untuk penilaian subyektif pengguna terhadap sarung tangan berenang 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengujian produk dan memperoleh data kecepatan berenang dari jarak 25 meter pada kedalaman 1,5 meter - Memperoleh data persepsi pengguna terkait kenyamanan penggunaan produk
5	Evaluate/Menguji	Pada tahap evaluate temuan temuan hasil observe di evaluasi untuk melakukan perbaikan desain, hal ini harus dilakukan dengan memenuhi kaidah <i>scientific method</i> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengolahan data hasil uji produk sarung tangan berenang - Melakukan pengolahan data hasil wawancara pengguna - Evaluasi hasil pengolahan data dan merumuskan perbaikan perbaikan produk yang perlu dilakukan. 	<p>Pengujian dengan ANOVA menemukan 1 desain sebagai desain terbaik.</p> <p>Pengujian dengan CFD Solid Work memberi hasil gaya dorong terbesar pada 1 desain.</p>

4. SIMPULAN

Berdasarkan gambaran langkah langkah penerapan biomimicry yang telah dilaksanakan oleh peserta pelatihan diperoleh kesimpulan bahwa peserta pelatihan dapat memahami dan menerapkan konsep biomimicry desain spiral dalam upaya menemukan ide konsep produk baru. Tahap atau fase pada desain spiral biomimicry dapat dijelaskan dalam aktivitas detail untuk memandu creator produk dalam menemukan solusi alami dari ide konsep produk. Eksperimen dalam menggunakan desain bio mimikri spiral dalam desain sarung tangan renang menghasilkan produk konsep yang telah teruji secara empiris maupun dengan simulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didanai dari RKAT Fakultas Teknik Undip tahun anggaran 2019. Materi pelatihan dan topic studi kasus dikembangkan dari penelitian yang didanai dari Direktorat jendral Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi hibah dalam skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun anggaran 2018. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksanya penelitian perancangan sarung tangan renang dengan konsep biomimicry desain spiral, terutama kepada mahasiswa dan dosen Teknik Industri Universitas Diponegoro sebagai anggota penelitian dan pengabdian masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Benyus, J. (2002) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: William Morrow Paperbacks.
2. Booz, Allen, & Hamilton. (1982). *New Product Management for the 1980s*. New York: Booz, Allen & Hamilton, Inc.
3. Brookes, A. J., & Poole, D. (2004). *Innovation in Architecture: A Path to The Future* 1st Edition. New York: Spon Press.
4. Crawford, C. M. (1979). New Product Failure Rate - Facts and Fallacies. *Research Management*, 9-13.
5. Cooper, R. (2001). *Winning at New Products: Accelerating The Process from Idea to Launch* (3rd Ed.). Massachusetts: Perseus Publishing.
6. Fuller, R. B (1975) *Synergetics*, Macmillan Publishing Co.
7. Fuller, R. B., Kuromiya, K (1982) *Critical Path*, St. Martin Press Griffin
8. Green, P. E., & Krieger, A. M. (1985). Models and Heuristics for Product Line Selection. *Marketing Science*, 1-19.
9. Green, P. E., & Krieger, A. M. (1989). Recent Contribution to Optimal Product Positioning and Buyer Segmentation.
10. Hastrich, Carl (2006) "The Biomimicry Spiral," *Biomimicry Newsletter*, the Biomimicry Guild, Vol. 4.1
11. Korecki, S. A. (2008) *Inspired Design: Using Interdisciplinarity and Biomimicry for Software Innovation*. Michigan, Grand Valley State University
12. Loch, C. H., & Kavadias, S. (2008). *Handbook of New Product Development Management*, First Edition. London: Routledge, *European Journal of Operation Research*, pp 127-141.
13. Runco, M. A. (2004) *Creativity*, *Annual Review of Psychology* 55 pp 657-687
14. Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Product Design and Development*. New York: McGraw Hill.