

ANTARA DESAIN DAN *PRODUCT-SERVICE SYSTEMS*: SUATU TINJAUAN LITERATUR

Berry Yuliandra¹, Agus Sutanto², Rika Ampuh Hadiguna³

1) Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

2) Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

3) Dosen Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: berry.yuliandra@gmail.com

Dikirimkan 30April 2013

Diterima 1 Mei 2013

Abstract

Persaingan bisnis global yang semakin ketat telah menyebabkan terjadinya pergeseran paradigma bisnis dari *product-oriented* menjadi penyediaan solusi yang memuaskan kebutuhan konsumen. Hal ini telah mendorong kemunculan konsep *Product-Service Systems (PSS)*. Tulisan ini bertujuan untuk membahas hubungan antara konsep desain dan PSS berdasarkan literatur yang tersedia. Berdasarkan kajian yang dilakukan terhadap berbagai literatur tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa PSS merupakan konsep yang diyakini sebagai jalan menuju *sustainability* melalui integrasi antara produk dan jasa dalam penyediaan solusi yang memenuhi kebutuhan spesifik konsumen. Proses desain PSS perlu memperhatikan kebutuhan konsumen dan stakeholder yang terkait melalui penggunaan metode dan pendekatan yang mampu mengintegrasikan pengembangan produk dan jasa dalam perspektif waktu yang sama. Evaluasi untuk mendukung keberhasilan implementasi PSS dapat dilakukan berdasarkan aspek *sustainability*, *life cycle cost* maupun berdasarkan perspektif konsumen dan penyedia.

Keywords: *Product-Service Systems, sustainability, desain, evaluasi, perbaikan*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi telah membawa dunia ke era globalisasi. Perkembangan ini menyebabkan terjadinya berbagai perubahan dalam kondisi persaingan bisnis global, diantaranya adalah: permintaan yang semakin kompleks [1], peningkatan kemampuan kompetitif negara-negara berkembang, globalisasi, meningkatnya kesadaran konsumen [2] dan semakin sulitnya pendiferensiasi produk [3]. Hal ini menyebabkan kepuasan konsumen menjadi faktor penentu utama dalam persaingan bisnis. Keadaan ini memaksa terjadinya pergeseran paradigma bisnis dari *product-oriented* menjadi penyediaan solusi yang memuaskan konsumen sehingga mendorong munculnya konsep *Product-Service Systems (PSS)*.

Tulisan ini bertujuan untuk membahas hubungan antara konsep desain dan PSS berdasarkan literatur-literatur terkait. Literatur yang dipilih adalah literatur dengan kata kunci *Product-Service Systems*. Pembahasan meliputi konsep PSS, hubungan antara PSS dan konsep *sustainability*, hubungan antara aspek desain dan PSS serta konsep dan metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi dan memperbaiki desain PSS untuk mendukung keberhasilan implementasinya.

2. *PRODUCT-SERVICE SYSTEMS* SECARA KONSEPTUAL

Konsep PSS muncul untuk menyelesaikan permasalahan yang ditimbulkan oleh hubungan antara aktivitas ekonomi dan beban lingkungan. Sebenarnya telah terdapat beberapa konsep terdahulu yang membahas topik ini seperti: *cleaner production and technology*, metode *eco-design, waste minimation and recycling, environmental life cycle management*, serta *design for sustainability* [4,5]. Akan tetapi, konsep-konsep tersebut belum mampu mengakomodir dengan baik hal yang benar-benar dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Menurut [4], hal tersebut adalah perubahan sistem produksi dan pola konsumsi.

2.1. Asal mula Konsep *Product-Service Systems*

Jika ditelusuri, konsep PSS muncul untuk sebagai suatu ide untuk mengatasi fenomena "*rebound effect*". Fenomena ini dapat dijelaskan sebagai berikut: Perkembangan teknologi telah menjadikan proses produksi lebih efisien dan ramah lingkungan. Peningkatan efektivitas dan efisiensi produk akan menurunkan biaya operasional yang pada akhirnya menyebabkan penurunan harga sehingga

akan meningkatkan pola konsumsi masyarakat. Pola konsumsi yang meningkat ini berpotensi besar untuk semakin menambah jumlah *waste* yang dihasilkan sebagai akibat semakin banyaknya material yang beredar dalam proses ekonomi. Pada akhirnya hal ini justru semakin menambah beban terhadap lingkungan bukan mengurangnya [4].

Rebound effect berkembang menjadi sebuah dilema. Di satu sisi peningkatan konsumsi dibutuhkan bagi pertumbuhan ekonomi sedangkan di sisi lain berbahaya bagi kelangsungan lingkungan hidup. Permasalahan ini merupakan penghalang bagi usaha menuju *sustainability*.

Pengurangan jumlah populasi, menurunkan tingkat konsumsi atau mengganti teknologi dianggap dapat menjadi pilihan solusi bagi permasalahan ini. Akan tetapi ketiga solusi tersebut tidak *feasible* untuk dijalankan [5]. Jalan tengah penyelesaiannya adalah pertumbuhan ekonomi harus dicapai tanpa meningkatkan jumlah aliran material dan produk dalam sistem ekonomi [4]. Satu-satunya jalan adalah dengan menggabungkan produk dan jasa untuk menjaga agar tingkat performansi ekonomi tetap, tetapi dengan penggunaan sumber daya alam yang lebih sedikit sehingga akan menurunkan beban terhadap lingkungan [5].

Solusi kombinasi produk dan jasa ini dianggap memiliki potensi karena [4]:

- Produksi jasa tidak membebani lingkungan.
- Kombinasi produk dan jasa dapat meningkatkan fungsionalitas, kualitas dan performansi biaya.
- Pengembangan sektor jasa akan meningkatkan lapangan pekerjaan.
- Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendukung hal ini.

Bagi pemerintah, PSS dapat menjadi instrumen untuk menuju masyarakat yang efisien secara lingkungan. Sementara bagi pelaku bisnis, PSS membuka peluang bisnis baru yang ramah lingkungan melalui penawaran jasa pada perusahaan manufaktur dan memberikan kesempatan ekspansi bisnis melalui penyediaan *hardware* bagi perusahaan jasa [4].

2.2. Definisi dan Klasifikasi *Product-Service Systems*

Menurut terminologi PSS, produk didefinisikan sebagai komoditas bersifat *tangible* yang diproduksi untuk dijual,

sementara jasa didefinisikan sebagai aktivitas bernilai ekonomis yang dilakukan untuk tujuan komersil [4]. PSS dapat diartikan sebagai integrasi antara produk dan jasa [4,5,6,7,8], solusi dematerialisasi [5], pemeliharaan fungsionalitas selama masa hidup produk [3] atau pergeseran substansi dari produksi barang menjadi *knowledge-intensive system* [1].

Tujuan utama dari PSS adalah memenuhi kebutuhan spesifik konsumen. Pemenuhan kebutuhan ini dilakukan melalui penawaran nilai tambah bagi konsumen. Nilai yang ditawarkan tersebut meliputi utilitas produk dan jasa selama masa penggunaannya [3]. Suatu PSS terdiri dari produk, jasa, infrastruktur dan jaringan [9]. Karakteristik PSS antara lain: *interdisipliner*, integrasi teknologi yang tinggi, terintegrasi dengan konsumen serta membutuhkan *change management* [10].

Penerapan PSS dipercaya mampu menjadi sumber inovasi [11], meningkatkan kepuasan konsumen, *life cycle management* produk, aliran informasi dalam siklus manufaktur [12] dan tingkat produktivitas perusahaan [13] serta memberikan keuntungan bagi perusahaan, konsumen, lingkungan dan pemerintah [14]. Konsep PSS juga dipercaya cocok diterapkan pada pasar bagi masyarakat kalangan bawah [15].

Rasio kombinasi produk dan jasa dalam PSS dapat bervariasi tergantung pada tingkat pemenuhan kebutuhan konsumen, nilai ekonomis yang ditawarkan [4], tingkat perkembangan teknologi perusahaan maupun atas alasan optimasi ekonomi [1]. [16] mengelompokkan kategori PSS berdasarkan rasio tersebut, antara lain:

- Product-oriented service*, yaitu pemberian jasa tambahan yang terkait dengan produk.
 - Product-related service* dimana produsen juga menjual jasa pendukung selama masa hidup produk.
 - Advice and consultancy*, dimana produsen memberikan konsultasi terkait penggunaan produk.
- Use-oriented service*, yaitu kepemilikan produk berada ditangan produsen dan produk digunakan oleh beberapa konsumen.
 - Product lease*, dimana aktivitas perawatan, perbaikan serta pengendalian produk merupakan tanggung jawab produsen, sementara konsumen dikenai biaya reguler untuk mengakses produk.

- b. *Product renting or sharing*, hampir sama dengan *Product lease* tetapi beberapa konsumen yang berbeda menggunakan produk secara bergantian.
 - c. *Product pooling*, hampir sama dengan *Product renting or sharing* tetapi produk digunakan secara simultan
3. *Result-oriented service*, yaitu produsen menyediakan fungsi/ hasil bagi konsumen, terlepas dari produk/ cara yang digunakan.
- a. *Activity management/ outsourcing*, dimana produsen menjalankan serangkaian aktivitas bagi konsumen berdasarkan kontrak yang melibatkan serangkaian indikator kinerja.
 - b. *Pay per service unit*, dimana konsumen membeli *output* produk sesuai tingkat kebutuhannya.
 - c. *Functional result*, dimana produsen memiliki kebebasan cara dalam memberikan hasil yang disepakati dengan konsumen.

2.3. Keterkaitan *Product-Service Systems* dan *Sustainability*

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, PSS didasari oleh tujuan untuk menghilangkan *rebound effect* yang menjadi penghalang bagi usaha menuju *sustainability*. Karena itu PSS memiliki keterkaitan dengan *sustainability* baik secara langsung maupun tidak langsung.

[17] menyatakan bahwa PSS merupakan kombinasi solusi untuk mengoptimalkan performansi lingkungan, ekonomi dan sosial. Pernyataan ini didukung oleh pendapat [18] bahwa PSS merupakan strategi bisnis yang menggunakan pendekatan holistik dalam melihat hubungan antara bisnis, ekonomi, sosial dan lingkungan. Aspek ekonomi, lingkungan dan sosial merupakan tiga dimensi *sustainability*. Bagian ini akan mencoba menjelaskan keterkaitan PSS dan *sustainability* berdasarkan perspektif ketiga dimensi tersebut.

2.3.1. *Product-Service Systems* dan Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi PSS ditinjau berdasarkan dampak dari integrasi produk dan jasa. Integrasi tersebut akan meningkatkan interaksi perusahaan dengan konsumennya. Hal ini akan memicu terjadinya penciptaan nilai tambah, peningkatan kualitas dan kenyamanan, kustomisasi produk/ jasa, penciptaan fungsi/

kombinasi fungsi produk/ jasa yang baru [4], perluasan pasar, meningkatkan reputasi perusahaan [17] serta pengurangan biaya investasi dan produksi [4,17].

2.3.2. *Product-Service Systems* dan Aspek Lingkungan

[11] berpendapat bahwa PSS merupakan faktor x yang dibutuhkan dalam pengembangan produk yang ramah lingkungan. Jika dikaji lebih mendalam, pendapat tersebut berakar pada konsep optimalisasi produktivitas sumberdaya [5]. Hal ini dilakukan melalui peralihan dari menjual produk menjadi penyediaan fungsi produk sehingga mengurangi limbah material dari proses ekonomi [19]. Hal senada juga dikemukakan oleh [20]. Inilah yang menjadi ide dasar dari PSS [21]. Hasil penelitian [17] mendukung pendapat ini dengan menunjukkan bahwa kombinasi produk dan jasa yang saling melengkapi dapat menurunkan agregat konsumsi energi dan penggunaan material.

Penerapan konsep ramah lingkungan seperti *recycling*, kustomisasi serta multifungsionalitas produk juga memungkinkan PSS untuk dapat menjaga beban lingkungan tetap rendah meskipun pola konsumsi masyarakat terus meningkat [4,5]. Meskipun begitu terdapat hubungan berbanding terbalik antara aspek lingkungan dan ekonomi. Studi kasus yang dilakukan oleh [12] menunjukkan hal ini, bahwa model PSS yang bersifat *service-oriented* lebih ramah lingkungan tetapi membutuhkan biaya lebih tinggi.

2.3.3. *Product-Service Systems* dan Aspek Sosial

PSS dan aspek sosial memiliki semacam hubungan timbal-balik. Penerapan PSS akan membawa implikasi terhadap kehidupan sosial masyarakat, yaitu: peningkatan lapangan pekerjaan disebabkan karena diintegrasikannya jasa pada perusahaan manufaktur dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Sebaliknya, penerapan PSS yang efektif membutuhkan struktur sosial (seperti infrastruktur, struktur masyarakat dan *layout* organisasional) yang sesuai [5]. Perubahan pola konsumsi tersebut disebabkan karena pergeseran fokus konsumen dari kepemilikan material menjadi pemenuhan fungsional [11].

3. ASPEK DESAIN DAN *PRODUCT-SERVICE SYSTEMS*

[11] berpendapat bahwa perancangan dalam PSS merupakan tipe perancangan *sustainable*, yaitu proses perancangan yang memadukan berbagai bidang keilmuan dengan mempertimbangkan masa hidup produk serta dapat diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, desain dari PSS harus mampu menghubungkan persepsi dan perilaku konsumen dengan konsep *sustainability development* [9].

Proses desain merupakan hal yang memegang peranan penting dalam implementasi PSS. seperti yang dikemukakan oleh [1], aspek desain memiliki peranan kritis terhadap efisiensi, *visibility* dan *usability* PSS. Sebaliknya, penerapan proses PSS itu sendiri akan memperluas aspek desain dan pengembangan produk melalui penambahan aktivitas, peranan, tanggung jawab, pengetahuan, kompetensi serta jaringan yang baru [3].

3.1. Permasalahan Terkait Desain *Product-Service Systems*

Meskipun PSS diyakini sebagai jalan menuju *sustainability*, implementasi PSS tidak selalu mengalami keberhasilan [16]. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat berbagai hambatan yang masih perlu diatasi, termasuk dalam proses desain PSS. Sebagai proses yang memegang peranan penting, penyempurnaan proses desain akan sangat membantu penyempurnaan konsep PSS itu sendiri.

Perancangan PSS merupakan desain yang mengintegrasikan dua elemen yang berbeda, yaitu produk yang bersifat *tangible* dan jasa yang bersifat *intangible* [8]. Integrasi kedua hal ini tentu tidak cukup jika hanya mengandalkan metodologi pengembangan produk tradisional dan pengembangan jasa yang biasa, karena integrasi tidak hanya sekedar menambahkan satu hal terhadap hal lainnya, tetapi bagaimana menjadikan kedua hal tersebut berkolaborasi dalam menghasilkan nilai yang lebih besar. Dari sinilah permasalahan muncul, dimana metode dan *tool* desain yang benar-benar sesuai bagi PSS belum terlalu berkembang [21].

Implikasi dari ketidakmampuan mengintegrasikan produk dan jasa ini menyebabkan proses perancangan kedua hal tersebut dilakukan terpisah, paling tidak secara organisasional. Kondisi tersebut merupakan salah satu permasalahan dalam desain [22]. Studi kasus yang dilakukan oleh

[23] menunjukkan bahwa kecenderungan ini terjadi pada perusahaan-perusahaan manufaktur.

Meskipun tujuannya adalah untuk mewujudkan sebuah fungsi pemenuhan kebutuhan konsumen melalui kombinasi produk-jasa, desain produk dan jasa yang dilakukan terpisah tidak akan mampu mewujudkan potensi keuntungan maksimal dari kombinasi tersebut [23]. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya penerimaan konsumen terhadap fungsi yang ditawarkan. Kurangnya penerimaan konsumen merupakan salah satu permasalahan desain PSS [21].

Terpisahnya proses desain produk dan jasa juga dapat menyebabkan munculnya perbedaan perspektif waktu dalam pengembangan produk dan jasa. [8] berpendapat bahwa hal ini merupakan salah satu penyebab kegagalan implementasi PSS.

Permasalahan lain yang perlu dihadapi terkait dengan kebutuhan dari kombinasi produk-jasa yang dirancang. Kebutuhan yang dimaksud disini tidak hanya kebutuhan konsumen, tetapi juga kebutuhan dari *stakeholder* lainnya [24]. Argumen ini didukung oleh pendapat kritis dari [25] bahwa kebutuhan bagi desain PSS tidak hanya didasarkan pada kebutuhan konsumen, tetapi juga kebutuhan penyedia dan batasan faktor eksternal. Terkait hal ini terdapat dua potensi permasalahan yang dapat terjadi, yaitu:

- a. Gap antara hasil analisis keinginan konsumen dengan desain produk/jasa [22]
- b. Bentrokan kebutuhan antar berbagai *stakeholder* yang beragam disebabkan oleh struktur kepemilikan yang kompleks [8]

3.2. Metode dan Teknik Desain *Product-Service Systems*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan utama yang dihadapi adalah kurang tersedianya metode dan *tool* bagi perancangan PSS. usaha pengembangan metode dan *tool* desain sebenarnya hal ini bukanlah sebuah topik yang baru dalam literatur-literatur PSS. Daftar panjang metode-metode yang dapat digunakan dapat ditemui dalam berbagai literatur terkait PSS. Metode-metode tersebut dapat dijadikan dasar bagi pengembangan metodologi desain PSS bagi masa yang akan datang.

Berbagai pendekatan dan metode juga telah dibahas dalam rentang yang luas terkait usaha pengembangan PSS secara

sistematis. Beberapa diantaranya adalah: *Property-Driven Development/ Design* (PDD) [26], *functional analysis* [27,28], *agent-based value design* [27], *System Dynamics* [29], DfX berupa: *Design for Serviceability*, *Design for Supportability* dan *Design for Service* [23], *Service explorer* [22], *modular organization unit* [30], *Competence-Cell* berbasis jaringan [31], *Framework Total Life Cycle Management* dan *Service Life Cycle Management* [32], *Axiomatic Design* dan metode pemodelan *Service Engineering* [33], gabungan *functional modelling* dan *service blue print* [34], *Quality Functional Deployment* (QFD), *Analytical Network Process* (ANP), Teori fuzzy, metode *group-decision making* dan *Data Envelopment Analysis* (DEA) [35], *fuzzy pairwise comparison*, *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Fuzzy Kano's Mode* dan *non-linier programming* [36], *Framework for Strategic Sustainable Development* (FSSD) [18] hingga penggunaan metode kreatif seperti: *Janus Cones*, *Personas* dan *Prototyping* untuk mengatasi tantangan pengembangan PSS [8].

3.3. Penanganan Kebutuhan Desain Product-Service Systems

Kebutuhan konsumen dan *stakeholder* merupakan hal yang dapat menimbulkan permasalahan seperti yang telah disebutkan pada bagian 3.1 jika tidak ditangani dengan baik. Untuk mencegah terjadinya permasalahan tersebut, literatur-literatur terkait telah menggunakan dan mengembangkan beberapa pendekatan untuk mengidentifikasi kebutuhan desain PSS. Metode dan pendekatan yang dapat digunakan antara lain: *need matrix* dan *requirement matrix* [37], *Requirement Engineering* [10], metode TRIZ [38], *Concept Generation Support System* [39] serta *Requirement Checklist* [40].

3.4. Faktor-Faktor Lain yang Mendukung

Selain metode dan konsep yang dapat digunakan dalam proses desain PSS, literatur juga membahas faktor pendukung yang ikut menunjang keberhasilan desain dan implementasi PSS. Tinjauan dari perspektif desain menunjukkan bahwa atmosfer lingkungan kerja kreatif yang memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan dan pemunculan ide kreatif akan sangat membantu proses pengembangan dan desain PSS [8]. Sementara untuk mendukung kesuksesan implementasi PSS, faktor-faktor seperti utilisasi *brand value*, reputasi dan

infrastruktur yang telah dimiliki oleh perusahaan adalah faktor yang menentukan [17]. Perusahaan yang telah terkenal kualitas produknya akan lebih mudah menawarkan serangkaian solusi bagi konsumen melalui implementasi PSS dan lebih mudah diterima oleh pasar.

4. EVALUASI DAN PERBAIKAN PRODUCT-SERVICE SYSTEMS

Keberhasilan implementasi PSS tidak hanya ditentukan oleh keberhasilan dalam proses desain. Sebuah desain yang baik sekalipun masih memiliki risiko kegagalan dalam implementasinya. Proses evaluasi dan perbaikan dibutuhkan untuk menghindari kemungkinan ini. Seperti yang dikemukakan [41] bahwa evaluasi dapat mengurangi risiko dan meningkatkan peluang keberhasilan dalam penerapan PSS.

Metodologi maupun *framework* penilaian dan evaluasi PSS telah muncul dalam berbagai literatur. [21] mengembangkan metode penilaian PSS multi kriteria berdasarkan tiga dimensi *sustainability*, yaitu ekonomi, lingkungan dan sosial. [42], mengembangkan konsep evaluasi dan pemilihan varian PSS berdasarkan indikator *lifecyclecost*. [41] mengusulkan *framework* evaluasi desain PSS berdasarkan perspektif penyedia jasa dan konsumen. Analisis evaluasi dari perspektif konsumen meliputi efek makro, kelayakan dari segi ekonomi, teknologi dan legalitas-politik serta hubungan dengan penyedia kompetitif. Sementara itu, evaluasi dari sisi konsumen meliputi nilai yang diharapkan, keinginan untuk menggunakan serta jasa yang diinginkan.

Hasil evaluasi merupakan masukan yang sangat penting dalam langkah perbaikan PSS. [12] berpendapat bahwa fokus perbaikan PSS berbeda-beda tergantung pada kategorinya:

- Dalam *service-oriented* PSS, perbaikan seharusnya difokuskan pada bagaimana mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan biaya transportasi yang dibutuhkan.
- Dalam *product-oriented* PSS, perbaikan seharusnya difokuskan pada bagaimana mengurangi material/ bahan mentah yang dibutuhkan.

Konsep *knowledge management* juga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki dan mengembangkan PSS yang telah ada. Pengetahuan terkait pola penggunaan konsumen, perilaku sistem serta siklus hidup produk yang tersisa akan sangat membantu

proses desain/ desain ulang, perencanaan dan pemasaran PSS. [43] telah mengembangkan database dan sistem informasi dengan menggunakan algoritma *datamining* yang sesuai serta konsep *Virtual Life Cycle Unit* (VLCU) untuk mengakomodir hal ini.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian dari berbagai literatur, dapat diambil kesimpulan bahwa PSS merupakan solusi untuk menjaga pertumbuhan ekonomi sementara di saat yang sama beban terhadap lingkungan dapat dikurangi. Melalui penciptaan keseimbangan antara aspek ekonomi dan lingkungan, PSS diyakini sebagai jalan menuju *sustainability* yang diwujudkan melalui integrasi antara produk dan jasa untuk menyediakan solusi pemenuhan kebutuhan spesifik konsumen. Desain PSS tidak hanya perlu memperhatikan kebutuhan konsumen saja, tetapi juga kebutuhan dari *stakeholder* yang terkait. Metode dan pendekatan yang digunakan dalam proses desain PSS harus dapat mengintegrasikan pengembangan produk dan jasa, tidak secara terpisah tetapi dalam perspektif waktu yang bersamaan sehingga dapat mewujudkan potensi keuntungan maksimal dari gabungan produk-jasa tersebut. Evaluasi untuk mendukung keberhasilan implementasi PSS dapat dilakukan berdasarkan aspek *sustainability*, *life cycle cost* maupun berdasarkan perspektif konsumen dan penyedia.

Penelitian terkait PSS di masa yang akan datang diharapkan dapat mengembangkan metode dan konsep desain produk-jasa terintegrasi berdasarkan metode-metode yang telah digunakan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Morelli, "Designing Product/Service Systems: A Methodological Exploration", *Design Issues*, Vol. 18, No. 3, pp. 3-17, 2002.
- [2] G. Lay, G. Copani, A. Jager, S. Biege, "The Relevance of Service in European Manufacturing Industries", *Journal of Service Management* Vol. 21, No. 5, pp. 715-726, 2010.
- [3] A. R. Tan, T. C. McAloone, C. Gall, "Product/Service-System Development - An Explorative Case Study In A Manufacturing Company", *International Conference On Engineering Design (ICED'07)*, 28-31 August 2007, Cite Des Sciences Et De L'industrie, Paris, France, 2007.
- [4] M. J. Goedkoop, C. J. van Halen, H. R. M. te Riele, P. J. M. Rommens, "Product Service systems, Ecological and Economic Basics", The report No. 1999/36 submitted to Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Director, 1999.
- [5] O. Mont, "Product-Service Systems", Final Report, The International Institute of Industrial Environmental Economics (IIIEE), Lund University, Sweden. ISSN 1102-6944, 2000.
- [6] J. A. Erkoyuncu, R. Roy, E. Shehab, P. Wardle, "Uncertainty Challenges In Service Cost Estimation for Product-Service Systems In the Aerospace and Defence Industries", *Proceeding of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference*, Cranfield University, 1-2 April, 2009.
- [7] K. Chirumalla, A. Larsson, M. Bertoni, T. Larsson, "Knowledge Sharing Across Boundaries: Web 2.0 and Product-Service System Development", *International Conference on Research into Design (IcoRD '11)*. Indian Institute of Science, Bangalore, 10-12 Januari, 2011.
- [8] J. Wallin, I. Kihlander, "Enabling Product-Service System Development Using Creative Workshops: Experiences from Industry Cases", *International Design Conference-DESIGN 2012*, Dubrovnik - Croatia, May 21 - 24, pp. 321 - 330, 2012.
- [9] O. Mont, A. Plepys, "Customer Satisfaction: Review of Literature and Application to the Product-Service Systems", Final report to the Society for Non-Traditional Technology, Japan, 2003.
- [10] M. Berkovich, J. M. Leimeister, H. Krcmar, "Suitability of Product Development Methods for Hybrid Products as Bundles of Classic Products, Software and Service Elements", *Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2009*, August 30-September 2, San Diego, California, USA, 2009.
- [11] T. C. McAloone, M. M. Andreasen, "Design for Utility, Sustainability and Societal Virtues: Developing Product Service Systems", *International Design Conference - Design 2004*, Dubrovnik, May 18 - 21, 2004, pp. 1-8, 2004.

- [12] K. R. Haapala, K. L. Brown, J. W. Sutherland, "A Life Cycle Environmental and Economic Comparison of Clothes Washing Product-Service Systems", *Transactions of NAMRI/ SME, Vol. 36*, 2008.
- [13] E. B. Moreau, B. Tether, "Servitization, Survival and Productivity: A Longitudinal Study of UK Manufacturing Firms", *DRUID 2011: Innovation, Strategy, and Structure - Organizations, Institutions, Systems and Regions*, June 15-17, Copenhagen Business School, Denmark, 2011.
- [14] D. S. Dewi, E. J. van Voorthuysen, "Product Service System: is It a Viable Innovative Service Strategy For The Heavy Equipment Industry?", *The 2nd International Research Symposium in Service Management*, 26 - 30 July Yogyakarta, Indonesia, 2011.
- [15] C. Schafer, R. Parks, R. Rai, "Design for Emerging Bottom of the Pyramid Markets: A Product Service System (PSS) Based Approach", *ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE 2011*, August 28 - August 31, Washington D.C., USA, 2011.
- [16] A. Tukker, "Eight Types of Product-Service System: Eight Ways to Sustainability? Experiences from SusProNet", *Business Strategy and the Environment* 13, pp. 246-260, 2004.
- [17] R. Wimmer, M. J. Kang, "Product Service Systems as a Holistic Cure for Obese Consumption and Production", *Workshop of the Sustainable Consumption Research Exchange (SCORE!) Network*, Thursday 20 and Friday 21 April 2006. Copenhagen, Denmark, 2006.
- [18] A. G. I. Mateu, Z. li, P. Tyson, "Co-creating A Sustainability Strategy In A Product/Service-System Value-Based Network of Stakeholders", Thesis, Blekinge Institute of Technology, Sweden, 2012.
- [19] O. Mont, "Functional Thinking - The Role of Functional Sales and Product Service Systems for A Function-Based Society", The International Institute of Industrial Environmental Economics (IIIEE), Lund University, Sweden. ISBN 91-620-5234-9, 2002.
- [20] N. Maussang, P. Zwolinski, D. Brissaud, "A Representation of a Product-Service System During its Design Phase - A Case Study of a Helium Liquefier", *13th CIRP International Conference On Life Cycle Engineering*, pp. 555-562, 2006.
- [21] I. Omann, "Product Service Systems and Their Impacts On Sustainable Development: A Multi-Criteria Evaluation for Austrian Companies", *Frontiers*, 2003.
- [22] T. Hara, T. Arai, Y. Shimomura, "A CAD System for Service Innovation: Integrated Representation of Function, Service Activity and Product Behaviour", *Journal of Engineering Design, Vol. 20 No. 4*, pp. 367-388, 2009.
- [23] A. R. Tan, D. Matzen, T. McAloone, S. Evans, "Strategies for Designing and Developing Services for Manufacturing Firms", *Proceeding of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference*, Cranfield University, 1-2 April, 2009.
- [24] E. Sundin, M. Lindahl, M. Comstock, Y. Shimomura, T. Sakao, "Integrated Product and Service Engineering Enabling Mass Customization", *19th International Conference on Production Research*, 2007.
- [25] E. Uhlmann, H. Bochnig, C. Stelzer, "Characterization of Customer Requirements In IPS² Creation", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 399 - 405, 2010.
- [26] C. Botta, M. Steinbach, "Integrated View On Products and Services - Product-Service Systems" *5th International Conference of MITIP 2003*, September 4 - 6, Saarbruecken, Germany, pp. 37 - 42, 2003.
- [27] N. Maussang, T. Sakao, P. Zwolinski, D. Brissaud, "A Model for Designing Product-Service Systems Using Functional Analysis and Agent Based Model", *International Conference on Engineering Design, ICED'07*, 28 - 31 August, Cite Des Sciences Et De L'industrie, Paris, France, 2007.
- [28] N. Maussang, P. Zwolinski, D. Brissaud, "Product-Service System Design Methodology: From the PSS Architecture Design to the Products Specifications", *Journal of Engineering Design, Vol. 20 No. 4*, pp. 349-366, 2009.
- [29] N. P. Bianchi, S. Evans, R. Revetria, F. Tonelli, "Influencing Factors of Successful Transitionstowards Product-Service Systems: A Simulation Approach", *International Journal of Mathematics and Computers In Simulation Issue 1, Vol. 3*, pp. 30 - 43, 2009.

- [30] H. Meier, E. Uhlmann, O. Völker, C. Geisert, C. Stelzer, "Reference Architecture for Dynamical Organization of IPS² Service Supply Chains in the Delivery Phase", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 331 – 338, 2010.
- [31] A. Rosteck, W. Mayrhofer, W. Sihn, J. Ackermann, R. Riedel, E. Mueller, "Potential of the Competence-Cell-Based Approach for services in co-operative networks", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 519 – 525, 2010
- [32] C. Herrmann, K. Kuntzky, M. Mennenga, M. Royer-Torney, L. Bergmann, "Joint Framework for Product Service Systems and Life Cycle Management", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 453 – 459, 2010.
- [33] K. Kimita, F. Akasaka, S. Hosono, Y. Shimomura, "Design Method for Concurrent PSS Development", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 283 – 290, 2010.
- [34] S. W. Lee, Y. S. Kim, "A Product-Service Systems Design Method Integrating Service Function and Service Activity and Case Studies", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 275 – 282, 2010.
- [35] X. Geng, X. Chu, D. Xue, Z. Zhang, "An Integrated Approach for Rating Engineering Characteristics' Final Importance In Product-Service System Development" *Computers & Industrial Engineering* 59, pp. 585–594, 2010.
- [36] X. Geng, X. Chu, D. Xue, Z. Zhang, "A Systematic Decision-Making Approach for the Optimal Product-Service System Planning", *Expert Systems with Applications* 38, pp. 11849–11858, 2011.
- [37] Å. Ericson, M. Bertoni, T. Larsson, "Needs and Requirements – How TRIZ May Be Applied In Product-Service Development", *2nd Nordic Conference on Product Lifecycle Management – NordPLM'09*, Göteborg, January 28-29, 2009.
- [38] J.L. Chen, H.-C. Li, "Innovative Design Method of Product Service System by Using Case Study and TRIZ Method", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 299 – 305, 2010.
- [39] K. J. Kim, C. H. Lim, J. Lee, D. H. Lee, , Y. S. Hong, K. T. Park, "Generation of Concepts for Product-Service System", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 203 – 209, 2010.
- [40] P. Muller, R. Stark, "A Generic PSS Development Process Model Based On Theory and An Empirical Study", *International Design Conference - DESIGN 2010*, May 17 – 20, Dubrovnik - Croatia, pp. 361 – 370, 2010.
- [41] B. Yoon, S. Kim, J. Rhee, "An Evaluation Method for Designing A New Product-Service System", *Expert Systems with Applications*. doi:10.1016/j.eswa.2011.08.173, 2011.
- [42] C. Mannweiler, M. Siener, J.C. Aurich, "Lifecycle Cost oriented Evaluation and Selection of Product-Service System Variants", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 21 – 26, 2010.
- [43] R. Gegusch, K. Gestrich, G. Seliger, "Software Agents for Automated Knowledge Generation in IPS²", *CIRP IPS2 Conference 2010*, pp. 387 – 391, 2010.