

# Co-Design: Dari Kebutuhan Menjadi Model Product/Service System yang Terpadu

R. W. Tri Hartono<sup>1</sup>, Armein Z.R. Langi<sup>1</sup>, dan Mervin T. Hutabarat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganeça 10 Bandung, INDONESIA

[rwtri\\_h@yahoo.com](mailto:rwtri_h@yahoo.com), [langi@dsp.itb.ac.id](mailto:langi@dsp.itb.ac.id), [m.hutabarat@ieee.org](mailto:m.hutabarat@ieee.org)

## Abstrak

*Co-Design secara sistematis dapat mempermudah dalam menentukan dan membandingkan batasan antara Produk dan Layanan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kendala-kendala pada system secara lebih dini saat dilakukan proses disain. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan framework (co-design) Product Service System (PSS) menjadi PSS yang Optimal. Co-design PSS dilakukan untuk menggambarkan permasalahan yang timbul bila Produk dan Layanan didesain secara bersamaan (terpadu). Pada tahap ini dilakukan perancangan algoritma/metodologi dan platform PSS berdasarkan pendekatan modifikasi baru berdasarkan pada modifikasi COMET. COMET merupakan suatu system-level C dan VHDL hardware/software codesign methodology. Dalam makalah ini akan dibatasi hingga tahap proses penjabaran dari kebutuhan konsumen (CRs) ke engineering characteristics (ECs) yaitu, produk-terkait ECs (P-ECs) dan Layanan-terkait ECs (S-ECs) yang merupakan tahap awal dalam perancangan PSS. Pembobotan ECs yang diperoleh dari pembobotan CRs digunakan Quality Function Deployment (QFD), sebagai suatu perangkat disain customer-driven yang hingga saat ini masih dianggap efektif. Untuk menentukan bobot penting inisial ECs digunakan fuzzy pairwise comparison. Suatu studi kasus akan menggambarkan efektifitas dari suatu perencanaan PSS yang optimal.*

**Kata kunci:** Co-Design, Engineering Characteristic, Quality Function Deployment, PSS.

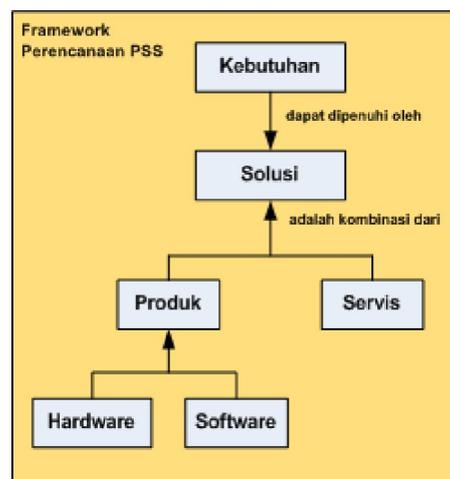
## 1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang Produk-Service System (PSS) bertujuan untuk mendukung produksi yang berkelanjutan, disertai pula dengan dukungan untuk pemanfaatan/pengoperasian produk itu sendiri. Pada sisi produsen, pendekatan PSS bertujuan untuk menambahkan nilai, berupa meningkatnya tingkat kompetisi barang yang dihasilkan. Hal ini ditujukan untuk memenuhi tuntutan kepuasan konsumen (CR), dalam hal ini konsumen disediakan keduanya baik produk maupun layanan. PSS terdiri dari produk fisik (barang) dan non fisik (layanan). Layanan dimaksudkan untuk menjamin berjalannya fungsi dari produk ini (Aurich, Wolf, Siener, & Schweitzer, 2009).

### 1.1 Latar Belakang

Jenis-jenis PSS dapat digolongkan dalam tiga golongan: 1. Product Oriented PSS: Konsumen akan memiliki produknya, sedangkan provider akan menyediakan layanannya. 2. Use Oriented PSS: Produk dan layanan akan dimiliki dan

disediakan oleh provider, tetapi tidak dapat dimanfaatkan oleh konsumen. Biasanya PSS ini akan digunakan bersama-sama oleh beberapa



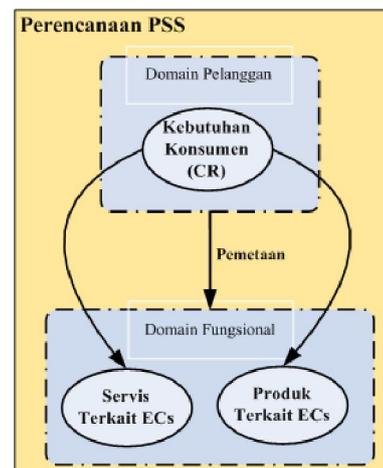
**Gambar 1: Framework Perencanaan PSS**

konsumen. 3. Result Oriented PSS: PSS ini mengganti produk dengan layanan. PSS dirancang melalui beberapa tahapan: 1. Value proposition, 2. Market analysis, 3. Product/service definition, 4. Use case analysis, 5. Tentative architecture, 6. Test

dan 7. Final definition. Perencanaan PSS memerankan peran penting dalam pengembangan PSS. Walaupun disain produk dan disain layanan fokus pada aspek yg berbeda, namun demikian produk dan layanan keduanya harus ditekankan pada kepuasan konsumen. Kita ketahui bahwa informasi dan aktifitas dalam mendisain produk dan mendisain layanan keduanya saling memiliki ketergantungan, framework perancangan PSS diperlihatkan pada Gambar 1, pengembangan suatu sistem yang terintegrasi, untuk menjadikan suatu model hubungan antara disain produk dan disain layanan yang seimbang untuk mencapai pss yang optimal, dibutuhkan perancangan yang mempertimbangkan keduanya *Co-Design*: "kualitas produk dan kualitas layanan." Saat ini, *engineering design methodologies* untuk perancangan PSS masih belum banyak didiskusikan secara memadai

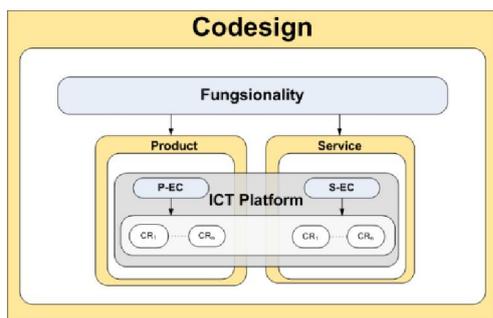
Saat ini telah banyak dilakukan studi dan pengembangan PSS. Studi dan pengembangan tersebut lebih banyak dilakukan berdasar pada sudut pandang marketing dan management. Manzini and Vezzoli (2003) menganalisa dengan strategi pendekatan disain untuk mengembangkan PSS dengan menggunakan beberapa contoh. William (2007) menyajikan gambaran yang terstruktur pada inisiasi PSS yang direncanakan pada tingkat empiris dalam industri otomotif. Yang terakhir berbagai metode engineering dan alat telah di kembangkan untuk men-suport realisasi PSS. Aurich, Fuch dan DeVries (2004) dan Aurich, Fuchs, dan Wagenknecht (2006) mengklaim bahwa life-cycle engineering dapat digunakan untuk mendisain PSS dan menerangkan suatu proses desain yang sistematis untuk memberikan produk layanan yang terkait teknis berdasarkan proses modularisasi. Sakao dan Shimomura (2007) dan Sakao, Shimomura, Sundin, dan Comstock (2009) menerangkan konsep Service Engineering (SE) sebagai suatu disiplin ilmu untuk mendisain PSS dan di-implementasikan pada *computer-aided design tool* yang diberi nama *Service Explorer*. Dalam SE, suatu model layanan terdiri dari empat sub-model: *flow model*, *scope model*, *scenario model* dan *view model*. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat dikatakan telah mengalami kemajuan, namun demikian, metode yang dikembangkan belum mengintegrasikan antara produk dan layanan secara memadai (dalam hal ini belum dibahas bagaimana mendisain produk dan mendisain layanan harus dilakukan secara bersamaan, co-design. Selain itu, juga belum dibahas mengenai bagaimana pengaruh parameter produk dan parameter layanan harus dikelola).

Metodologi untuk disain produk telah dikembangkan dengan memadai, beberapa metodologi tersebut dapat di perluas sebagai pijakan dalam perancangan PSS. *Axiomatic design methodology* menyediakan suatu disain kerangka untuk pengembangan produk (Suh, 1990). Dalam *axiomatic design*, pemetaan hubungan antara domain yang berbeda didiskripsikan menggunakan matrik. Dalam perancangan PSS, hubungan antara kebutuhan konsumen, persyaratan fungsional serta parameter desain dari suatu PSS dapat dimodelkan dengan pemetaan hubungan. Oleh karena itu ketiga domain penting dalam merencanakan PSS adalah domain konsumen, domain fungsional dan domain produk-layanan. *Quality Function Deployment* (QFD), sebagai suatu perangkat disain *customer-driven* yang efektif, telah digunakan dengan hasil sesuai yang diinginkan, yaitu digunakan untuk menterjemahkan CRs menjadi *Engineering Characteristics* (ECs) dalam disain produk atau layanan, *Service engineering characteristics* (S-ECs) dalam QFD diilustrasikan pada Gambar 6. Dalam disain PSS, secara konseptual, karena produk dan layanan keduanya mempengaruhi kepuasan konsumen, maka kedua aspek ini harus di disain secara bersamaan (*Co-Design*), Gambar 3, menunjukkan Codesign maps functionality ke dalam sebuah Software(ICT) platform yang terdiri dari Produk dan Servis, pemetaan CR Menjadi S-Ecs dan P-Ecs diperlihatkan pada Gambar 2. Dalam *Co-Design*, ECs dalam perancangan PSS harus terdiri dari keduanya produk-terkait ECs (P-ECs) dan Layanan-terkait ECs (S-ECs). QFD dapat digunakan untuk menterjemahkan CRs ke P-Ecs dan S-Ecs. Selain itu, QFD dapat digunakan tidak hanya untuk memetakan antara parameter dalam dua domain yang berdekatan, namun juga contoh untuk kekuatan hubungan ini.



**Gambar 2: Kerangka Perencanaan PSS: Pemetaan CR Menjadi S-Ecs dan P-Ecs**

Proses penjabaran dari CRs ke ECs (yaitu, P-ECs dan S-ECs) merupakan tahap awal dalam perancangan PSS. Identifikasi nilai-nilai target ECs (juga disebut tingkat pemenuhan ECs), hal ini merupakan inti masalah dalam menentukan keputusan untuk perancangan PSS. Dalam perancangan PSS, P-ECs dan S-ECs merupakan dua hal yang terpisah, namun merupakan kumpulan diskripsi yang saling terkait. Dalam perancangan PSS terdapat hubungan saling ketergantungan antar dan dalam CRs dan ECs. Hubungan ini merupakan hal yang cukup rumit bila dibandingkan dengan disain produk atau disain layanan sederhana. Dalam suatu jaringan, *the house of quality* (HOQ) dapat dimodelkan. Pendekatan *analytic network process* (ANP) digunakan dalam QFD dalam perancangan produk, untuk mendahulukan ECs guna mengatasi beberapa kekurangan model QFD tradisional (Büyüközkan, Ertay, Kahraman, & Ruan, 2004; Karsak, Sozer, & Alptekin, 2003; Partovi and Corredoira, 2002). Sebagai contoh, QFD tradisional sangat sulit dapat sejalan dengan *asymmetric inner-dependency relationships* dalam CR dan ECs. Dalam perancangan PSS, keuntungan dari model QFD berdasarkan ANP atas model QFD lain menggunakan metodologi matriks lebih jelas daripada yang digunakan dalam perancangan produk. Service engineering characteristics (S-ECs) dalam QFD diperlihatkan pada Gambar 6.



**Gambar 3. Codesign maps functionality ke dalam sebuah Software(ICT) platform yang terdiri dari Produk dan Servis**

Hasil dari analisa QFD-ANP adalah kumpulan bobot. Bobot yang terurut didasarkan pertimbangan kebutuhan konsumen ECs. Beberapa hal lain yg mempengaruhi bobot berdasar urutan kepentingan ECs, selain informasi yg telah disebutkan dalam model QFD, juga harus dipertimbangkan faktor seperti persaingan usaha dan kesulitan implementasi saat dalam proses pembuatan dan tentu saja jasa untuk produsen. *Data Envelopment Analysis* (DEA), menjadi perangkat yang berguna untuk

menilai kinerja, hal ini telah digunakan untuk memfasilitasi perhitungan QFD ketika banyak faktor perlu dipertimbangkan (Ramanathan & Jiang, 2009). DEA adalah sebuah metode yang digunakan untuk menentukan/memutuskan parameter yang digunakan dengan tujuan untuk memperoleh besaran output yang maksimal serata meminimalkan besaran input, keterurutan bobot berdasar kepentingan konsumen ECs, dapat digunakan sebagai besaran output dalam model DEA dan tentu saja dapat digunakan oleh produsen sebagai acuan untuk ukuran input atau output. Dengan menggunakan DEA, bobot akhir kepentingan ECS yang berdasar pada bobot kepentingan konsumen, serta persyaratan/kepentingan yang ditetapkan produsen, dapat tercapai.

Terpenuhinya standar P-ECS dan S-ECs harus dimaksimalkan dengan mempertimbangkan keterbatasan anggaran serta faktor-faktor lain yang mungkin ada. Besaran utilitas yang berkontribusi pada tingkat kepuasan ECs dapat digunakan sebagai fungsi objektif dalam optimasi. Bobot ECs final akan digunakan sebagai koefisien tingkat kepuasan EC pada fungsi yang dimaksud. Peningkatan EC, tidak serta merta meningkatkan kadar manfaatnya secara proportional. Fuzzy Kano's Questionnaire (FKQ) dan Fuzzy Kano's Model (FKM) (Lee&Huang,2009) dapat digunakan untuk membuat katagori ECs menjadi atribut Kano dengan kelas yang berbeda. Kategorisasi informasi akan digunakan dalam optimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan cara yang berbeda, ECs berkontribusi pada besaran manfaat. Oleh karena itu, model pemrograman non-linear yang menggabungkan Kano model perlu dikembangkan untuk menentukan tingkat kepuasan ECs.

Dalam penelitian ini akan dibahas Metoda Pengambilan Keputusan yg Sistematis untuk perancangan PSS optimal. Dalam perancangan ini PSS dilakukan melalui empat empat tahap: (1) menentukan bobot awal ECs dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen berdasar pada fuzzy pairwise comparison, (2) memperoleh bobot akhir pentingnya ECs dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen serta persyaratan/kepentingan produsen berdasarakan DEA, (3) membuat kategori ECs menjadi kelas atribut Kano yang berbeda berdasarakan fuzzy Kano kuesioner (FKQ) dan Fuzzy Kano Mode (FKM), dan, (4) mengidentifikasi tingkat terpenuhinya ECs berdasar pada optimisasi menggunakan non linear programming.

## 1.2 Peta Jalan Penelitian

Penelitian mengenai Product Service System (PSS) sudah banyak dilakukan, baik pada pengembangan konsep, model, framework maupun matrik pengukuran tingkat kualitas informasi dan layanan. Penelitian yang dilakukan pada dua katagori metode pertama yaitu metode untuk membuat acuan PSS yang eksplisit seperti *operative paradigm* (Morelli 2005; Morelli 2006a) atau untuk tujuan membuat definisi untuk pendekatan baru untuk suatu *systemic solutions* (Manzini dan Jegou. 2000, Manzini, Collina et al 2004) dan cara-cara baru untuk menghasilkan *tool* analisis baru untuk memahami individu user, preferensi dan gaya hidup (Gaver 1999; Buur dan Soendergaard 2000, Kumar 2004). Kategori Metode yang ketiga, telah dilakukan perhitungan dan telaah dalam hal teknik representasi. Metode ini sudah mampu mewakili semua aspek PSS baru. Asumsi umum bahwa kemampuan desainer dalam mengadaptasi grafiknya dan ketrampilannya dalam berkomunikasi untuk membuat suatu solusi yang baru, mungkin saja tidak benar, mengingat sifat dari solusi yang mencakup berbagai aspek, diantaranya cakupan solusi untuk aktor, budaya serta komunikasi yang digunakan sangat variatif dan mungkin saja diluar jangkauan/kemampuan desainer.

Dari hasil penelitian-penelitian awal yang telah dilakukan mengenai penelitian seputar Product Service System belum satupun yang melakukan penelitian dalam bidang '**Optimal performance**'. Untuk hal tersebut dalam disertasi ini diusulkan untuk meneliti bidang 'Optimal Product Service System' dengan sub yang akan diteliti meliputi: Penentuan konsep, Pengembangan Framework dan Pemodelan, Pengembangan Optimal Analisis dan *PSS Application*

## 1.3 Rumusan Masalah

Masalah-masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini antara lain:

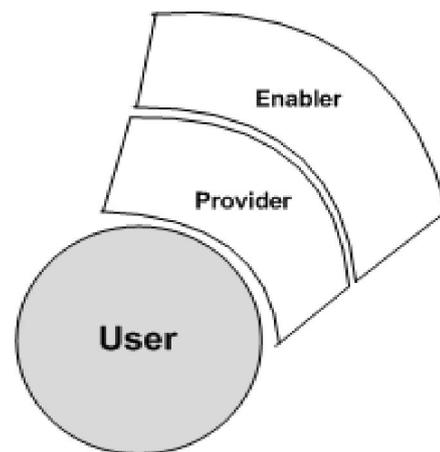
1. Metode yang digunakan bersifat tidak general, hanya dapat digunakan pada kasus-kasus yang spesifik.
2. Axiomatic design methodology digunakan sebagai pijakan, hanya dapat digunakan untuk tahap awal perencanaan PSS saja, yaitu saat menentukan bobot ECs, untuk selanjutnya dilakukan modifikasi atas metodologi yang telah ada dan atau penggabungan dengan metodologi dalam perencanaan hardware/ software co design.
3. Framework PSS yang ada saat ini hanya berlaku untuk kasus tertentu, bagaimana

mengembangkan framework PSS yang berlaku general

4. Proses eksekusi data dalam matrik merupakan *a huge of computation*, membutuhkan waktu yang besar untuk mencapai semacam hasil yang dapat diterima (berdasarkan parameter ukur).
5. Bagaimana bentuk model arsitektur Optimal PSS yang berlaku general, cocok diterapkan untuk kasus apapun.

## 1.4 Kerangka Pemikiran

Dalam mengembangkan model Optimal PSS yang mampu memberikan efisiensi dan efektifitas yang optimal perlu dirancang sebuah framework kualitas informasi dengan dimensi dan kriteria-kriteria yang memenuhi sejumlah persyaratan tertentu, tahapan metodologi dapat dilihat pada Gambar 5. Apabila dimensi dan kriteria-kriteria kualitas informasi ini telah ditentukan, kemudian akan dilihat interaksinya pada sejumlah model kualitas layanan, untuk kemudian dikembangkan menjadi framework Product Service System, Gambar 4 menunjukkan peran framework dalam mengembangkan PSS . Sehingga Optimal PSS yang dikembangkan mampu memenuhi nilai kualitas dan efisiensi dalam pemanfaatan teknologi.



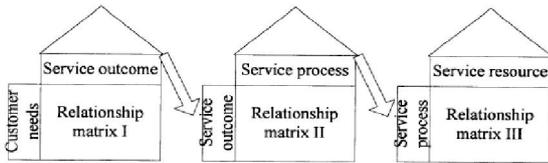
**Gambar 4. tiga peran komplementer yg berguna saat mendisain Framework untuk mengembangkan PSS**

Pertama kita fokus pada tiga peran komplementer yg berguna saat mendisain Framework untuk mengembangkan PSS

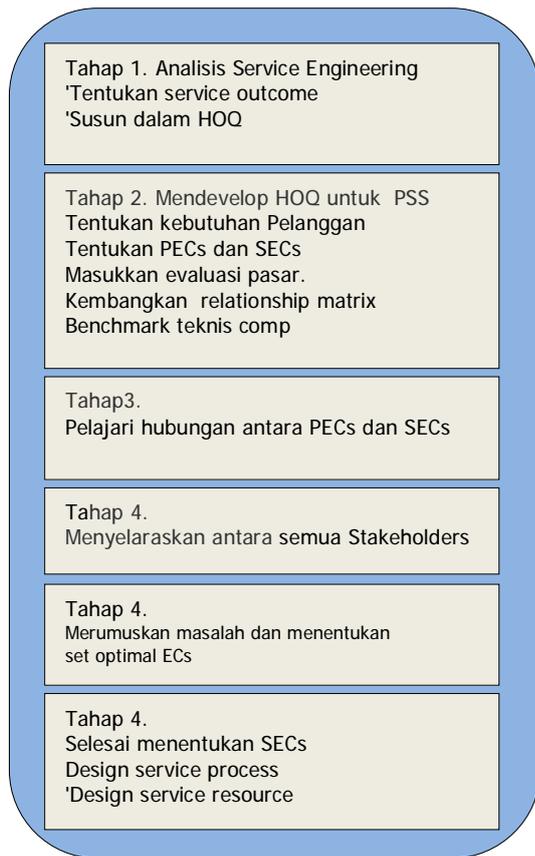
**Enabler:** adalah istilah kolektif untuk organisasi yang menyediakan teknologi atau servis yang diperlukan oleh provider untuk menyediakan solusi.

**Provider:** adalah organisasi yang bertanggung jawab untuk menawarkan solusi PSS yang terintegrasi . Provider memiliki hubungan langsung dengan User.

**User:** adalah konsumen dari PSS. Contoh: Penumpang dalam pesawat, user ponsel atau pengguna profesional seperti perusahaan penerbangan (Service Provider).



**Gambar 5. Tahapan Metodologi pengembangan PSS**



**Gambar 6. Service engineering characteristics (S-ECs) dalam QFD**

**1.5 Menentukan bobot penting inisial ECs menggunakan fuzzy pairwise comparison**

Bobot penting inisial suatu ECs diperoleh menggunakan fuzzy pairwise comparison method. Dalam metoda ini bobot penting relatif antara  $i_{th}$  EC dan  $j_{th}$  EC dimodelkan menggunakan *triangular fuzzy membership function*  $i_{ij}=(l_{ij}, l_{ijg}, l_{iju})$  Dimana  $l_{ijg}$ ,  $l_{ijh}$  dan  $l_{iju}$  ditentukan dengan ukuran antara 1 dan 9, masing-masing terkait dengan nilai titik atas, kiri dan kanan dari fungsi triangular membership. Kepentingan relatif fungsi keanggotaan fuzzy didefinisikan sebagai: Significantly less important: SL = (1, 1, 3).

Less important: L = (1, 3, 5).  
 Equal important: E = (3, 5, 7).  
 More important: M = (5, 7, 9).  
 Significantly more important: SM = (7, 9, 9).

Tujuan dari DEA efisiensi evaluation model adalah untuk memperoleh himpunan  $V_i$  dan  $U_r$  untuk memaksimalkan efisiensi DMU yang di observasi, sementara meyakinkan efisiensi DMU-DMU yang lainnya tidak lebih dari satu. Model DEA yang original yang dikembangkan Charnes et all (1978) untuk memaksimalkan efisiensi DMU yang diobservasi digunakan fractional non-linear programming model. Dengan menggunakan transformasi yang dikembangkan oleh Charnes dan Chooper (1962), suatu model linear programming (LP), yang equivalen dengan fractional programming model, dapat diperoleh. Model LP DEA diklasifikasikan dalam 2 katagori: output maximization LP models and the input minimization LP models.

Karena  $n$  ECs diperhitungkan,  $n$  maximization models ditetapkan berdasarkan Persamaan. Langkah-langkah efisiensi dari semua ECs dapat diperoleh dengan menyelesaikan semua  $n$  maximization models di DEA. Jika  $E_0 \geq 1$ ,  $DMU_0$  kemudian ditetapkan sebagai unit DEA efisien. Jika lebih dari satu DMU yang efisien diperoleh, maka digunakan DMUs ranking method yang dikembangkan oleh Wang et al. (2009b) kemudian diterapkan untuk menghitung efisiensi yang baru dari semua ECs. Dalam model DEA baru, bobot minimum dipilih sebagai kendala untuk semua input dan output, sehingga semua ECs dapat sepenuhnya di rangking. Maksimum dari masukan maximin dan bobot output dari semua DEA efficient units dipilih sebagai kendala bobot minimum (Wang et al., 2009b). Sementara *Optimization Level Pemenuhan ECs menggunakan fuzzy Kano* untuk mengklasifikasikan ECs dalam berbagai kategori, dan non-linear programming digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemenuhan yang optimal dari ECs.

**2. STUDI KASUS**

Berapa lama anda mencari tempat parkir? Pernahkah anda lupa dimana tempat kendaraan anda diparkir sesaat setelah anda berbelanja? Dalam studi kasus ini akan dicontohkan pengem-

bangan sistem pelayanan parkir yang diberi nama E-commerce Solutions to Parking Space Optimization (ESPSO) using Bluetooth technology. ESPSO dengan teknologi bluetooth

diyakini dapat mengatasi masalah ini. Dalam hal ini ESPSO di kemas dalam paket Product Service System (PSS). PSS dianggap sebagai suatu solusi yang dapat memenuhi keinginan konsumen dipadukan dengan keinginan produsen.

**Tabel 1: Definisi ECs pada studi kasus PSS (ESPSO)**

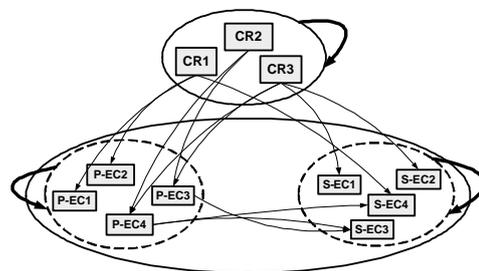
ENGINEERING CHARACTERISTICS (ECs)	DEFINISI
Akurasi inpeksi arah aliran kendaraan dan tiket masuk/keluar (P-EC1)	Kemungkinan arah aliran kendaraan dan pemeriksaan tiket di pintu masuk/keluar masih dalam toleransi (%)
Tingkat pengaturan masuk/keluar kendaraan (P-EC2)	Perbandingan maksimum kendaraan masuk/keluar terhadap minimum kendaraan masuk/keluar
Secara teknis dapat memonitor sendiri (P-EC3)	Kemungkinan untuk mendeteksi keberadaan/posisi kendaraan sewaktu-waktu bila diperlukan
Scure Parking realibility (P-EC4)	Rata-rata waktu-operasi dengan tanpa kegagalan dengan mempertimbangkan waktu pelayanan
Service response time (S-EC1)	Kemungkinan untuk melayani konsumen yang membutuhkan dalam 24 h (%)
Service completion time (S-EC2)	Kemungkinan pemecahan masalah dalam 24h (%)
Kehandalan dalam pemeliharaan (S-EC3)	Rata-rata keandalan untuk mencegah kesalahan (%)
Tingkat pendukung teknis (S-EC4)	Jumlah materi pendukung teknis

Dengan digunakannya PSS pada sistem ini, berarti pula meningkatkan tingkat kompetisi ESPSO dengan produk sejenis yg konvensional. Bila dibandingkan dengan produk konvensional, perbedaan yang prinsip adalah adanya kemasan produk yang ditawarkan bersamaan dengan servis. Dengan PSS, ESPSO mempunyai potensi untuk meminimalkan dampak lingkungan baik saat produksi maupun pemakaian. Walaupun ESPSO tidak digunakan secara terpisah namun demikian ESPSO berfungsi sebagai modul kunci di seluruh sistem. Perancangan PSS dalam ESPSO perlu dipertimbangkan sistim parkir untuk memenuhi layanan secara teknis terkait kepuasan konsumen secara individu serta meningkatkan daya saing perusahaan. Dalam perencanaan PSS, CRs kritis diidentifikasi terlebih dahulu, dilanjutkan dengan kunci ECs, termasuk P-ECs dan S-ECs, berkaitan dengan CRs yang dipilih. Dalam perancangan ini digunakan Pendekatan *systematic decision-making* untuk memperoleh PSS yang optimal, Pendekatan ini digunakan untuk menentukan tingkat kepuasan ECs. Dalam studi kasus ini, tiga CRs yang diidentifikasi adalah: Kecepatan menemukan tempat parkir (CR1), keamanan kedaraan yang di parkir (CR2), Mudah menemukan kendaraan saat pulang (CR3). Dari CRs ini, delapan ECs. termasuk empat PECs dan empat S-ECs, dipilih: Akurasi inpeksi arah aliran kendaraan dan tiket masuk/keluar (P-EC1), Tingkat pengaturan masuk/keluar kendaraan (P-EC2), Secara teknis

dapat memonitor sendiri (P-EC3), Scure Parking realibility (P-EC4), service response time (S-EC1), service completion time (S-EC2), Kehandalan dalam pemeliharaan (S-EC3), dan Tingkat pendukung teknis (S-EC4). Tabel ECs dapat dilihat dalam Tabel 1.

Model jaringan HOQ untuk perancangan PSS dibuat dengan cara menganalisa hubungan

ketergantungan antar CRs dan ECs, antara P-ECs dan S-ECs dan hubungan inner-dependency dalam CRs, P-ECs dan S-ECs. Model HOQ ditunjukkan pada Gambar 6. Dalam gambar ini, detail hubungan saling ketergantungan dalam CRs, P-ECs dan S-ECs tidak ditunjukkan. Dalam suatu kasus perparkiran yang menggunakan e-Space Parking System Optimization (ESPSO) dengan menggunakan PSS, diminta menentukan apakah menggunakan produk atau jasa. Tabel 2 adalah data sederhana:



**Gambar 6. Model jaringan HOQ untuk merancang PSS sistim parkir ESPSO**

Bagaimana menentukan kombinasi terbaik dari jumlah produk dan servis yang harus digunakan agar menghasilkan laba maksimal?

**Tabel 2 Data e-Space Parking System Optimization**

	Waktu yang dibutuhkan bila digunakan (detik)		Total detik tersedia
	Produk	Service	
Buka Palang	4	2	60
Tutup Palang	2	4	48
Laba/menit	\$0,08	\$0,06	

Jawab :

Formulasi persoalan :

Misalkan :

$x$  = jumlah produk.

$y$  = jumlah servis.

$Z$  = jumlah kontribusi laba seluruh produk dan servis.

Model program linearnya adalah :

Maksimumkan laba :  $Z = 0,08x + 0,06y$  (fungsi tujuan)

Dengan batasan :

$4x + 2y \leq 60$  (fungsi batasan buka palang)

$2x + 4y \leq 48$  (fungsi batasan tutup palang)

$x$  dan  $y \geq 0$

Dari grafik di atas titik sudut yang diketahui adalah A, E dan C sedangkan titik sudut D dapat dicari dengan eliminasi.

$4x + 2y = 60$  kalikan dengan (2)

$2x + 4y = 48$

$8x + 4y = 120$

$2x + 4y = 48$  –

$6x = 72$ , maka  $x = 12$

substitusikan  $x=12$ :

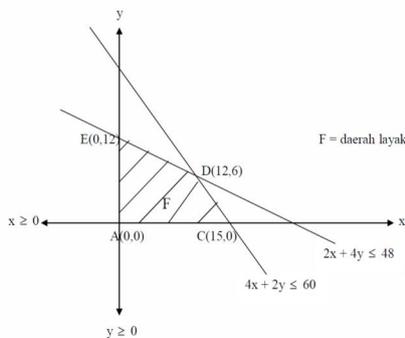
$2(12) + 4y = 48$

$4x + 2y = 60$

$2x + 4y = 48$

$4y = 24$ , sehingga  $y = 6$

Jadi titik D adalah (12,6).



**Gambar 7. Gambar batas-batas pada bidang koordinat**

Langkah berikutnya, hitung empat titik sudut tersebut dengan cara mensubstitusikan ke dalam fungsi tujuan untuk melihat kombinasi mana yang menghasilkan laba terbesar.

- Titik A (0,0) :  $Z = 0,08(0) + 0,06(0) = 0$
- Titik E (0,12) :  $Z = 0,08(0) + 0,06(12) = 0,72$
- Titik C (15,0) :  $Z = 0,08(15) + 0,06(0) = 1,20$
- **Titik D (12,6) :  $Z = 0,08(12) + 0,06(6) = 1,32$**

Ternyata titik yang menghasilkan laba terbesar adalah titik D(12,6) dengan laba sebesar \$1,32. Jadi titik inilah yang paling optimal. Keputusannya digunakan produk sebanyak 12 buah dan servis sebanyak 6 buah.

### 3. KESIMPULAN

Produk - terkait karakteristik teknik (P-ECs) dan servis yang terkait karakteristik teknik (S-ECs), dalam perencanaan PSS keduanya digunakan sebagai bahan masukan saat keduanya dimodelkan hal ini dimaksudkan untuk memuaskan kebutuhan konsumen baik dari sisi produk maupun servis. Disamping hal diatas isu-isu tentang manufaktur dan layanan untuk produsen, termasuk daya saing bisnis, kesulitan dalam implementasi dan kendala anggaran, juga dimasukkan sebagai data input dalam perencanaan PSS. Dalam studi kasus ditunjukkan secara sederhana untuk optimalisasi waktu dengan menggunakan PSS dengan perolehan optimal sebesar US\$1,32 per menit.

### 4. DAFTAR PUSTAKA

1. Adler, N., dkk (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal of Operational Research*, 140(2), 249–265.
2. Aurich, J. C., dkk. (2004). An approach to life cycle oriented technical service design. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 53(1), 151–154.
3. Aurich, J. C., dkk (2006). Life cycle oriented design of technical product–service systems. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1480–1494.
4. Aurich, J. C., dkk. (2009). Configuration of product–service systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(5), 591–605.
5. Büyüközkan, dkk. (2004). Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach. *International Journal of Intelligent Systems*, 19(5), 443–461.
6. Charnes, A., & Cooper, W. (1962). Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistics Quarterly*, 9(3–4), 181–186.

7. Charnes, A., dkk. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
8. Chen, L.-H., & Ko, W.-C. (2009). Fuzzy approaches to quality function deployment for new product design. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(18), 2620–2639.
9. Chen, L.-H., & Weng, M.-C. (2003). A fuzzy model for exploiting quality function deployment. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(5-6), 559–570.
10. Chen, L.-H., & Weng, M.-C. (2006). An evaluation approach to engineering design in QFD processes using fuzzy goal programming models. *European Journal of Operational Research*, 172(1), 230–248.
11. Delice, E. K., & Güngör, Z. (2009). A new mixed integer linear programming model for product development using quality function deployment. *Computers and Industrial Engineering*, 57(3), 906–912.
12. Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega (The International Journal of Management Science)*, 17(3), 237–250.
13. Kahraman, C., dkk. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *European Journal of Operational Research*, 171(2), 390–411.
14. Kano, N., dkk. (1984). Attractive quality and must-be quality. *Quality*, 14(2), 39–48.
15. Karsak, E., dkk. (2003). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers and Industrial Engineering*, 44(1), 171–190.
16. Lee, Y.-C., & Huang, S.-Y. (2009). A new fuzzy concept approach for Kano's model. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4479–4484.
17. Lee, Amy H. I., dkk. (2009). An evaluation framework for product planning using FANP, QFD and multi-choice goal programming. *International Journal of Production Research* (First published on: 12 June (iFirst), pp. 1–21).
18. Manzini, E., & Vezzoli, C. (2003). A strategic design approach to develop sustainable product service systems: Examples taken from the "environmentally friendly innovation" Italian prize. *Journal of Cleaner Production*, 11(8), 851–857.
19. Matzler, K., & Hinterhuber, H. (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, 18(1), 25–38.
20. Partovi, F. Y., & Corredoira, R. A. (2002). Quality function deployment for the good of soccer. *European Journal of Operational Research*, 137(3), 642–656.
21. Ramanathan, R., & Jiang, Y. (2009). Incorporating cost and environmental factors in quality function deployment using data envelopment analysis. *Omega –International Journal of Management Science*, 37(3), 711–723.
22. R. W. Tri Hartono and Mervin T. Hutabarat (2011), *International Conference on Electrical Engineering and Informatics 17-19 July 2011, Bandung, Indonesia*, 48(3), 297–303
23. Saaty, T. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. Pittsburgh, PA: RWS Publications.
24. Sakao, T., & Shimomura, Y. (2007). Service engineering: A novel engineering discipline for producers to increase value combining service and product. *Journal of Cleaner Production*, 15(6), 590–604.
25. Sakao, T., dkk. (2009). Modeling design objects in CAD system for service/product engineering. *Computer-Aided Design*, 41(3), 197–213.
26. Suh, N. P. (1990). *The principles of design*. Oxford University Press.
27. Wang, Y.-M., dkk (2006). A modified fuzzy logarithmic least squares method for fuzzy analytic hierarchy process. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(23), 3055–3071.
28. Wang, Y.-M., dkk. (2009a). Fuzzy data envelopment analysis based upon fuzzy arithmetic with an application to performance assessment of manufacturing enterprises. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5205–5211.
29. Wang, Y.-M., dkk. (2009b). Ranking decision making units by imposing a minimum weight restriction in the data envelopment analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 223(1), 469–484.
30. Williams, A. (2007). Product service systems in the automobile industry: Contribution to system innovation? *Journal of Cleaner Production*, 15(11–12), 1093–1103.
31. Xiuli Geng, dkk. (2011). A systematic decision-making approach for the optimal product-service system planning. *Expert Systems with Applications* 38 (2011) 11849–11858
32. Xu, J., dkk. (2009). Rough data envelopment analysis and its application to supply chain

- performance evaluation. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 628–638.
33. Zerafat Angiz,dkk. (2009). Selecting the most preferable alternatives in a group decision making problem using DEA. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9599–9602.