



Perancangan *Trolley* Menggunakan Metode *Reverse Engineering* pada Produksi Komponen Panel *Exterior D-Nose Ifle* di PT. XYZ Berdasarkan Hasil Analisis Menggunakan Pendekatan DMAI

Nabila Rahmah¹ Marina Yustiana Lubis² Yunita Nugrahaini Safrudin³

Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v6i4.21020

✉ Corresponding author:

nabilarahmah@student.telkomuniversity.ac.id

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Defect

Material Handling

Six Sigma

DMAI

Reverse Engineering

PT XYZ adalah salah satu perusahaan Aerospace di Asia yang bergerak dalam bidang industri pesawat terbang, dimana pada proses produksinya masih belum berjalan dengan baik karena masih ditemukan *defect*. Upaya yang dilakukan perusahaan untuk mencegah terjadinya *defect* yaitu dengan memberikan peringatan atau teguran kepada operator proses produksi agar meningkatkan kehati-hatiannya dalam bekerja, namun upaya tersebut masih belum bisa mencegah terjadinya produk *defect*. Berdasarkan permasalahan tersebut, metode yang digunakan pada tahap usulan perancangan adalah metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAI dan *Reverse Engineering*. *Six Sigma* merupakan metode identifikasi dan penghapusan variabilitas, *Reverse Engineering* merupakan metode pengembangan produk dari produk yang sudah ada. Tahapan dari kedua metode tersebut diintegrasikan untuk memperbaiki proses *material handling* komponen Panel Exterior D-Nose Ifle yang memiliki frekuensi kemunculan *defect* terbanyak akibat posisi penempatan komponen yang dilakukan dengan cara ditumpuk dan penggunaan pengaman pada MHE belum sesuai. Rancangan usulan yang dibuat adalah sebuah *trolley*. Tujuan dari perancangan *trolley* tersebut adalah untuk mengatasi terjadinya *defect scratch & damager* dengan mengubah dimensi dan kapasitas *trolley* menjadi sesuai untuk memuat komponen Panel Exterior D-Nose Ifle maksimal sebanyak 4 komponen tanpa ditumpuk dan menggunakan pengaman karet untuk melindungi komponen, sehingga perusahaan dapat melakukan proses *material handling* yang efektif tanpa merusak kualitas produk. Dengan adanya *trolley* usulan tersebut, diharapkan dapat meminimalisasi jumlah *defect* sebesar 46,88% dari jumlah *defect* sebelumnya dan juga dapat meningkatkan kapabilitas proses dari level sigma *existing* sebesar 3,896 sigma menjadi nilai level sigma baru sebesar 4,119 sigma yang artinya meningkat sebesar 0,223 sigma.

Keywords:
 Defect
 Material Handling
 Six Sigma
 DMAI
 Reverse Engineering

Abstract
 PT XYZ is an Aerospace company in Asia which operates in the aircraft industry, where the production process is still not running well because defects are still found. Efforts made by the company to prevent defects occur are by giving warnings or warnings to production process operators to increase their caution in working, but these efforts are still unable to prevent defective products from occurring. Based on these problems, the method used at the design proposal stage is the Six Sigma method with the DMAI and Reverse Engineering approaches. Six Sigma is a method of identifying and eliminating variability, Reverse Engineering is a method of product development from existing products. The stages of these two methods are integrated to improve the material handling process for D-Nose Ifle Exterior Panel components which have the highest frequency of defects appearing due to the position of component placement which is carried out in a stacked manner and the use of safeguards on the MHE is not appropriate. The proposed design made is a trolley. The aim of designing the trolley is to overcome the occurrence of scratch & damage defects by changing the dimensions and capacity of the trolley to be suitable for loading a maximum of 4 D-Nose Ifle Exterior Panel components without stacking them and using rubber guards to protect the components, so that the company can carry out material processing effective handling without damaging product quality. With the proposed trolley, it is hoped that it can minimize the number of defects by 46.88% of the previous number of defects and can also increase the process capability from the existing sigma level of 3.896 sigma to a new sigma level value of 4.119 sigma, which means an increase of 0.223 sigma.

1. INTRODUCTION

PT XYZ adalah salah satu perusahaan Aerospace di Asia yang bergerak dalam bidang industri pesawat terbang. Dalam memenuhi permintaan pelanggannya, PT XYZ menerapkan strategi "make to order" yaitu PT XYZ akan memproduksi produk setelah mendapat pesanan dari pelanggan berdasarkan jumlah pesanan, desain produk, warna produk, jenis material atau bahan, dan ukuran produk dalam sekali kegiatan produksi. Jenis pesawat yang sedang dikerjakan oleh PT XYZ saat ini adalah pesawat Airbus A350. Salah satu komponen pesawat Airbus A350 yang cenderung lebih sering mengalami defect di setiap tahunnya adalah komponen Panel Exterior D-Nose Ifle. Dalam memproduksi komponen Panel Exterior D-Nose Ifle, PT XYZ menetapkan Critical to Quality (CTQ) yang merupakan atribut atau spesifikasi yang harus dipenuhi agar produk yang diproduksi dapat memenuhi harapan pelanggan. Berikut merupakan CTQ produk dari komponen Panel Exterior D-Nose Ifle. Berikut merupakan CTQ produk dari komponen Panel Exterior D-Nose Ifle.

Tabel 1. CTQ Produk Panel Exterior D-Nose Ifle

Critical to Quality (CTQ)	Keterangan	Tindakan
Ketepatan dimensi komponen	Ukuran komponen sesuai spesifikasi yaitu dengan panjang 252,2 cm, lebar 58 cm, tinggi 99 cm, dan tebal 0,3 cm.	Scrap
Ukuran lubang	Lubang a ukuran diameter 2.5 mm sebanyak 361 lubang.	Scrap
	Lubang b ukuran diameter 9.5 mm sebanyak 1 lubang	Scrap
Kondisi komponen	Tidak ada goresan kasar pada komponen.	Repair
	Tidak terdapat korosi pada komponen.	Repair
	Tidak ada goresan halus pada komponen.	Repair
Kebersihan komponen	Tidak ada bekas <i>toolmark</i> pada komponen.	Scrap
	Tidak terdapat kotoran yang menempel pada komponen.	Repair
Ketepatan warna komponen	Warna komponen sesuai spesifikasi (abu di bagian dalam dan hijau di bagian luar).	Rework

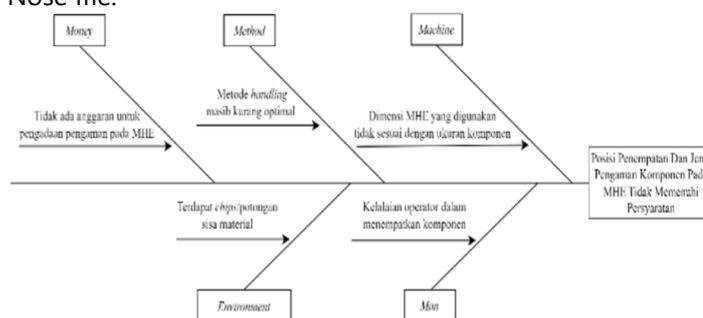
Critical to Quality (CTQ)	Keterangan	Tindakan
Pelapisan zat pelarut kimia pada komponen	Penggunaan <i>maskant</i> yang merata dan dapat melekat pada komponen	<i>Rework</i>

Dalam memperbaiki produk yang tidak sesuai, perusahaan melakukan *repair* dan *rework*, namun ada juga yang langsung menjadi *scrap*. Tindakan-tindakan tersebut tentunya dapat merugikan perusahaan dalam memproduksi komponen Panel Exterior D-Nose Ifle. Terdapat 28 tahapan proses dalam memproduksi komponen Panel Exterior D-Nose Ifle, berikut merupakan alur proses produksi komponen Panel Exterior DNose Ifle.



Gambar 1. Alur Proses Produksi

Proses yang memiliki frekuensi kemunculan *defect* terbanyak adalah proses *material handling* khususnya pada proses *material handling* yang dilakukan dari proses *fitter* menuju proses *surface treatment* ditemukan 2 jenis *defect* yang terjadi yaitu *scratch* dan *damager*. Masalah tersebut terjadi karena pada proses *material handling* yang dilakukan dari proses *fitter* menuju proses *surface treatment* ditemukan persyaratan yang tidak dipenuhi yaitu mengenai posisi penempatan komponen yang dilakukan dengan cara menumpuk komponen dan penggunaan pengaman pada MHE belum sesuai. Posisi komponen yang ditumpuk pada MHE saat proses *material handling* tersebut dilakukan untuk mempercepat proses pemindahan komponen dari proses *fitter* menuju proses *surface treatment* yang memiliki jarak sejauh 165,5 m. Dengan kondisi *trolley existing* yang menggunakan roda bermaterial besi, mengakibatkan *trolley existing* tidak dapat meredam getaran dengan baik saat melewati jalan yang tidak rata. Hal tersebut menimbulkan *defect scratch & damager* pada komponen karena komponen yang ditumpuk menjadi bergesekan dan berbenturan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Untuk menganalisis akar penyebab permasalahan pada CTQ proses yang tidak terpenuhi, akan dianalisis menggunakan *fishbone diagram*. Berikut merupakan *fishbone diagram* mengenai akar permasalahan pada proses produksi komponen Panel Exterior D-Nose Ifle.



Gambar 2. Fishbone Diagram

Berdasarkan permasalahan yang telah dianalisis, diperlukan adanya perbaikan pada proses *material handling* komponen Panel Exterior D-Nose Ifle di PT XYZ dan dibutuhkan dimensi MHE yang lebih besar untuk membawa komponen lebih dari 1 tanpa ditumpuk, mengganti jenis pengaman pada MHE, dan mengubah metode *handling* material menjadi tidak membawanya secara bertumpuk. Oleh karena itu, penelitian ini berjudul "Perancangan *Trolley* Pada Proses *Material Handling* Menggunakan Metode *Reverse Engineering* Pada Produksi Komponen Panel Exterior DNose Ifle Di Perusahaan PT Dirgantara Indonesia Berdasarkan Hasil Analisis Menggunakan Metode *Six Sigma* Dengan Pendekatan DMAI".

2. METHODS

Penelitian ini difokuskan untuk menghasilkan alat bantu usulan berupa *trolley* untuk proses *material handling*. Proses *material handling* merupakan proses yang terindikasi bermasalah karena ditemukan persyaratan proses yang tidak terpenuhi hingga menyebabkan terjadinya *defect scratch* dan *damager*. Berikut merupakan sistematika perancangan yang menjelaskan Langkah-langkah dalam merancang alat bantu *trolley*.

RESULT AND DISCUSSION

Proses Perancangan

a. Investigasi dan Prediksi

Langkah awal pada penelitian ini yaitu melakukan investigasi terhadap permasalahan yang terjadi dan kondisi produk atau objek *existing*. Kemudian dilakukan pengumpulan informasi mengenai kebutuhan *user* dengan cara melakukan wawancara dengan operator. Dari hasil wawancara tersebut dikonversi menjadi *need statement*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi *need statement*:

1. Produk memiliki kapasitas muatan yang besar.
2. Produk memiliki spesifikasi yang sesuai atau proporsional.
3. Produk mudah digunakan dan dioperasikan.
4. Produk memiliki pelindung atau pengaman.
5. Pengaman pada produk bermaterial karet, ringan, tahan lama, dan mudah diganti.

b. Dekomposisi Produk

Pada tahap ini dilakukan *disassembly* atau dekomposisi produk *existing*, sehingga dapat mengetahui komponen-komponen utama penyusun produk serta menganalisis fungsi dari tiap komponen utama tersebut. Dari hasil dekomposisi produk *existing* dapat teridentifikasi bagian mana saja yang dapat dilakukan pengembangan sesuai dengan kebutuhan *user*.

Tabel 2. Dekomposisi Produk *Trolley*

Komponen	Keterangan
 <p><i>Body Trolley</i></p>	Komponen ini berfungsi untuk tempat penyimpanan barang atau produk yang akan dibawa. Dimensi dari <i>body trolley</i> ini harus sesuai dengan ukuran barang atau produk yang akan dibawa di atasnya.
 <p>Roda <i>Trolley</i></p>	Komponen ini berfungsi untuk membantu mengangkut beban dengan mudah dan mengurangi beban fisik pada manusia.
 <p><i>Hand Grip</i></p>	Komponen ini digunakan untuk membuat tangan nyaman dan tidak licin saat mengoperasikan <i>trolley</i> dan dengan adanya <i>hand grip</i> ini dapat memudahkan dalam mengendalikan <i>trolley</i> .

c. Target Spesifikasi

Pada tahap pembentukan spesifikasi teknis ini akan dilakukan beberapa proses yaitu menentukan atribut produk dan menentukan karakteristik teknis. Atribut produk ditentukan menggunakan data *need statement* yang sebelumnya sudah dianalisis. Berikut merupakan tabel atribut produk.

Tabel 3. Atribut Produk

Aspek	Need Statement	Atribut Produk
Keandalan	Produk memiliki ukuran yang proporsional.	Dimensi produk sesuai dengan ukuran komponen.
	Produk memiliki kapasitas ukuran yang besar.	Kapasitas produk sesuai dengan berat komponen.
Keamanan	Produk memiliki aksesoris pengaman bermaterial karet untuk melindungi komponen.	Produk memiliki aksesoris pengaman karet.
Kemudahan	Produk mudah dioperasikan.	Cara penggunaan dan pengoperasian mudah.
Material	Produk menggunakan bahan material yang aman, ringan, tahan lama.	Jenis material produk.

Setelah menentukan atribut produk berdasarkan *need statement*, selanjutnya yaitu menentukan target spesifikasi teknis dari rancangan produk yang ditentukan. Target spesifikasi teknis dibuat untuk sebagai acuan hal-hal apa saja yang harus dicapai dalam perancangan model usulan yang akan dibuat. Berikut merupakan tabel dari target spesifikasi teknis.

Tabel 4. Target Spesifikasi Teknis

Spesifikasi	Metric	Target	Satuan
Jenis material <i>trolley</i>	Material	<i>Stainless steel</i>	tipe
Jenis material pengaman	Keamanan	Karet	tipe
Jenis material <i>hand grip</i>	Kemudahan	Karet, busa, <i>bar tape</i>	tipe
Kapasitas <i>trolley</i>	Keandalan	4	komponen
Panjang <i>trolley</i>	Keandalan	288	cm
Lebar <i>trolley</i>	Keandalan	188	cm
Tinggi <i>trolley</i>	Keandalan	85	cm
Jumlah roda <i>trolley</i>	Kemudahan	4 - 6	buah
Diameter roda <i>trolley</i>	Kemudahan	5 - 12,5	cm
Jenis roda <i>trolley</i>	Kemudahan	<i>Polyurethane, Karet, Nylon</i>	tipe

Pemodelan Desain

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan perancangan *trolley existing* dengan acuan metode *benchmarking* produk *trolley* yang sudah ada. *Output* yang dihasilkan dari tahap pemodelan desain adalah model *drawing 3D* yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Trolley Existing*

Analisis Desain

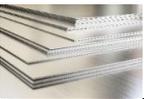
Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap mekanisme *trolley* berdasarkan hasil pemodelan desain yang dibuat pada tahapan sebelumnya serta hasil *benchmarking* produk *trolley*. Terdapat dua jenis *trolley* yang akan dianalisis dari segi kelebihan dan kekurangannya untuk selanjutnya diterapkan pada rancangan ala bantu usulan.

Redesign

Dalam proses ini dilakukan analisis morfologi produk untuk memunculkan konsep-konsep alternatif perancangan. Analisis morfologi produk terbagi menjadi dua yaitu peta morfologi produk dan kompatibilitas fungsi[8].

Peta Morfologi

Tabel 5. Peta Morfologi

Fungsi	Alternatif		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Material <i>trolley</i>	Stainless Steel 		
Material pengaman	Karet Bordes 		
Material <i>hand grip</i>	Bar tape 		
Kapasitas <i>trolley</i>	4 komponen		
Dimensi <i>trolley</i>	(288x188x 85) cm		
Jumlah roda <i>trolley</i>	4 roda	6 roda	
Diameter roda <i>trolley</i>	12 cm		

Fungsi	Alternatif		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Roda trolley	Polyurethane 	Karet 	

Setelah mengeliminasi alternatif yang dianggap tidak sesuai dengan spesifikasi target, maka jumlah kombinasi peta morfologi terbaru adalah $1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 2 = 4$ konsep kombinasi. **Concept Screening** Penilaian dengan *concept screening* dilakukan dengan cara menilai fungsi produk secara subjektif lalu membandingkannya dengan referensi desain *existing* menggunakan simbol "+" untuk nilai relatif lebih baik dari referensi, "0" untuk nilai relatif sama seperti referensi, "-" untuk nilai relatif lebih buruk dari referensi. Berikut merupakan hasil perhitungan menggunakan *concept screening*.

Tabel 6. Concept Screening

Kriteria Seleksi	Konsep				
	1	2	3	4	Ref
Produk memiliki kapasitas muatan yang besar	+	+	+	+	0
Produk memiliki spesifikasi yang sesuai atau proporsional	+	+	+	+	0
Produk mudah digunakan dan dioperasikan	0	0	+	+	0
Produk memiliki pelindung atau pengaman	+	+	+	+	0
Pengaman pada produk bermaterial karet, ringan, tahan lama dan mudah diganti	+	+	+	+	0
Jumlah (+)	4	4	5	5	
Jumlah (0)	1	1	0	0	
Jumlah (-)	0	0	0	0	
Nilai Akhir	4	4	5	5	
Peringkat	3	4	1	2	
Lanjutkan?	No	No	Yes	Yes	

Setelah melakukan tahap *concept screening* maka selanjutnya akan dilakukan *concept scoring* yang bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan hasil alternatif konsep, sehingga dapat dipilih dan diprioritaskan konsep yang paling sesuai untuk dikembangkan lebih lanjut. Penilaian *concept scoring* juga dilakukan dengan cara menilai fungsi produk secara subjektif lalu membandingkannya dengan referensi desain *existing* menggunakan simbol 1-5 dimana "1" nilai relatifnya jauh lebih buruk dari referensi dan "5" nilai relatifnya jauh lebih baik dari referensi. Berikut merupakan hasil perhitungan menggunakan *concept scoring*.

Tabel 7. Concept Scoring

Kriteria Seleksi	Weight	Konsep			
		3		4	
		Rating	Weight Score	Rating	Weight Score
Produk memiliki kapasitas muatan yang besar	18,92%	4	0,76	4	0,76

Produk memiliki spesifikasi yang sesuai atau proporsional	20,27%	4	0,81	4	0,81
Produk mudah digunakan dan dioperasikan	20,27%	4	0,81	5	1,01
Produk memiliki pelindung atau pengaman	20,27%	5	1,01	5	1,01
Pengaman pada produk bermaterial karet, ringan, tahan lama, dan mudah diganti	20,27%	5	1,01	5	1,01
Total Score		4,41		4,61	
Peringkat		2		1	
Lanjutkan?		No		Yes	

Hasil Rancangan

Berikut merupakan hasil final rancangan *trolley* yang terdapat beberapa perubahan dan penambahan fitur yang terdapat beberapa perubahan dan penambahan fitur yang digunakan dari *trolley existing*.



Gambar 4. Hasil Rancangan

Analisis

a. Nilai Level Sigma Baru

Perhitungan nilai level sigma baru dilakukan untuk mengetahui perbedaan kapabilitas proses produksi komponen Panel Exterior D-Nose Ifle sebelum dan sesudah diberikan rancangan usulan perbaikan alat bantu *trolley* pada proses *material handling*. Pada perhitungan nilai level sigma baru akan dilakukan asumsi jumlah *defect* berkurang sebesar 46,88% dari jumlah *defect* sebelumnya. Hal ini dikarenakan jenis *defect scratch* dan *damager* dianggap dapat teratasi, sehingga jumlah *defect*nya berkurang sebesar 30 *defect* dari 64 *defect* yang ditemukan. Perhitungan nilai level sigma baru menghasilkan nilai sebesar 4,119 sigma yang artinya nilai level sigma tersebut mengalami peningkatan sebesar 0,223 sigma dari nilai level sigma *existing* yang bernilai 3,896 sigma.

b. Kelebihan Hasil Rancangan

Berikut merupakan kelebihan dari hasil rancangan *trolley* usulan.

Tabel 8. Kelebihan Hasil Rancangan

Kelebihan Hasil Rancangan	
1.	<i>Trolley</i> memiliki dimensi yang sesuai untuk membawa komponen Panel Exterior D-Nose lfile lebih dari satu dengan posisi tidak menumpuk komponen.
2.	<i>Trolley</i> memiliki pengaman bermaterial karet.
3.	<i>Trolley</i> memiliki 6 roda dengan dimensi 12cm yang terbuat dari <i>polyurethane</i> yang dapat lebih stabil ketika melewati jalan yang tidak rata dan memudahkan saat dioperasikan

c. Estimasi Biaya

Untuk mengimplementasikan alat bantu *trolley* usulan, diperlukan estimasi biaya minimum yang perlu dipersiapkan oleh perusahaan untuk merancang satu *trolley*. Berikut merupakan tabel yang menjelaskan mengenai penentuan estimasi biaya pembuatan *trolley* berdasarkan spesifikasi akhir produk untuk setiap komponen-komponen yang dibutuhkan ketika membuat alat bantu *trolley*.

Tabel 4. 8 Estimasi Biaya

Komponen	Biaya	Sumber
Stainless steel	Rp 2.882.000	Tokopedia
Aluminium	Rp 165.000	Tokopedia
ABS plastic	Rp 79.000	Tokopedia
Karpet karet bordes	Rp 150.000	Tokopedia
Roda polyurethane	Rp 330.000	Tokopedia
<i>Bar tape</i>	Rp 30.000	Tokopedia
Mur & baut M40 x 160 tipe 5	Rp 54.000	Alibaba.com
Mur & baut M24 x 140	Rp 9.000	Alibaba.com
Set screw M40 x 120 cup point	Rp 102.000	www.ralali.com
Total	Rp 3.831.000	

3. CONCLUSION

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis pada penelitian yang dilakukan pada perusahaan PT XYZ, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil rancangan desain *trolley* menggunakan metode *Reverse Engineering* dengan konsep yang terpilih adalah konsep 4 dengan komponen penyusun yang sesuai *need statement* yaitu jenis material *trolley stainless steel*, ukuran produk proporsional sebesar 288cm x 188cm x 85cm, kapasitas maksimum 4 komponen, pengaman bermaterial karet, dan mudah dioperasikan dengan jumlah roda 6 berukuran 12cm yang terbuat dari *polyurethane* dan jenis *hand grip bar tape*.
2. Jika rancangan *trolley* ini diimplementasikan oleh perusahaan, diharapkan akan membantu mengurangi munculnya *defect scratch & damager* sehingga dapat meminimasi jumlah *defect* sebesar 46,88% dari jumlah *defect* sebelumnya dan juga dapat meningkatkan kapabilitas proses dari level sigma *existing* sebesar 3,896 sigma menjadi nilai level sigma baru sebesar 4,236 sigma yang artinya meningkat sebesar 0,34 sigma

4. REFERENCES

A. Kalam Nugroho, A. Kusnaty, and I. Mufidah, "PERANCANGAN DUST COLLECTOR PADA INDUSTRI PAKAN TERNAK MENGGUNAKAN METODE REVERSE ENGINEERING & REDESIGN DI CV. XYZ," 2019.
 A. Mitra, "FUNDAMENTALS OF QUALITY CONTROL AND IMPROVEMENT," 2021.

- C. M. Chang, W. Zhan, and X. Ding, "Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers ENGINEERING MANAGEMENT COLLECTION," 2016. doi: 10.5643/9781606504932.
- Jiju. Antony, Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises. CRC Press, 2016.
- K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, and M. C. Yang, Product design and development. 2020.
- M. P. Stephens, Manufacturing Facilities Design & Material Handling. 2019.
- T. V. Stern, "Leaner Six Sigma," 2019.
- W. Wang, "REVERSE ENGINEERING TECHNOLOGY OF REINVENTION," 2011.