



ISSN 2338 – 414X

Volume 6/Nomor 1/Juni 2019

# PROSIDING

KONFERENSI NASIONAL  
ENGINEERING PERHOTELAN X

“HILIRISASI TEKNOLOGI UNTUK MENDUKUNG  
INDUSTRI PARIWISATA”



Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362  
Telp./Fax.: +62 361 703321  
<http://www.mesin.unud.ac.id>



9 772338 414002

ISSN 2338 - 414X



Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Udayana

**Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X – 2019**

**04 Juli 2019**

**Ketua Editor** : Dr. Wayan Nata Septiadi, S.T., M.T.

**Editor Pelaksana** : I Gusti Ketut Sukadana, S.T., M.T.

I Ketut Adi Atmika, S.T., M.T.

I Gusti Ngurah Putu Tenaya, S.T., M.T.

Ketut Astawa, S.T., M.T.

**Penyunting Ahli** : Prof. I Nyoman Suprpta Winaya, S.T., MA.Sc, Ph.D (Universitas Udayana)

Prof. Dr. Tjokorda Gde Tirta Nindhia, S.T., M.T. (Universitas Udayana)

Prof. Dr. Ir. I Wayan Surata, M.Erg (Universitas Udayana)

Ainul Ghurri, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Udayana)

Dr. Eng I Made Gatot Karohika, S.T., M.T. (Universitas Udayana)

I Dewa Gede Ary Subagia, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Udayana)

Dr. Ir. I Ketut Gede Wirawan, M.T. (Universitas Udayana)

Dr. I Made Parwata, S.T., M.T. (Universitas Udayana)

Prof. Dr. Ir. I Gusti Bagus Wijaya Kusuma (Universitas Udayana)

Dr. Nasmi Herlina Sari, S.T., M.T. (Universitas Mataram)

Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. (Universitas Sebelas Maret)



**Hak Cipta @2019 oleh KNEP X – 2019 Program Studi Teknik Mesin – Universitas Udayana. Dilarang mereproduksi dan mendistribusi bagian dari publikasi ini dalam bentuk maupun media apapun tanpa seijin Program Studi Teknik Mesin – Universitas Udayana.**

**Dipublikasikan dan didistribusikan oleh Program Studi Teknik Mesin – Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362, Indonesia.**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya acara Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X (KNEP-X) bisa terselenggara pada tanggal 27-28 Juni 2019, di Hotel Prime Plaza Sanur.

KNEP-X diselenggarakan sebagai suatu forum untuk membicarakan, mendiskusikan serta mempresentasikan inovasi-inovasi, hasil riset yang dilakukan oleh berbagai kalangan baik peneliti, mahasiswa maupun praktisi guna menunjang perkembangan industri pariwisata. KNEP-X mengambil suatu tema : “Hilirisasi Teknologi Untuk Mendukung Industri Pariwisata” yang dikelompokkan dalam Empat topik yaitu :

1. Teknik Industri
2. Material dan Manufaktur
3. Konversi Energi
4. Akomodasi Pariwisata

Adapun makalah yang dipresentasikan dalam konferensi ini merupakan makalah yang lolos pada seleksi abstrak dan diterima sebagai makalah yang dipresentasikan secara oral. Adapun jumlah makalah berjumlah 120 makalah dengan 9 makalah dari bidang Teknik Industri (TI), 44 makalah dari bidang Material dan Manufaktur (MF), 65 makalah dari bidang Konversi Energi (KE) dan 02 makalah dari bidang Akomodasi Perhotelan (AP).

Kami mengucapkan terima kasih kepada para narasumber (Keynote Speaker), para pemakalah, peneliti, scientific committee serta praktisi yang telah berpartisipasi pada Konferensi Nasional Engineering Perhotelan X ini sehingga kegiatan ini dapat terselenggara dengan baik. Tidak lupa juga kami ucapkan terima kasih kepada staf pimpinan di lingkungan Universitas Udayana baik Rektor, Dekan serta Koordinator Program Studi yang telah membantu terselenggaranya kegiatan ini dengan sukses.

Bukit Jimbaran, Bali 04 Juli 2019

Ketua Panitia KNEP X

**Dr. Wayan Nata Septiadi, S.T., M.T.**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl Terhadap Kekerasan Baja AISI 4140 dengan Perlakuan Quenching .....</b>	<b>1</b>
<b>Komposit Poliester Diperkuat Serat Kulit Jagung: Analisa Sifat Mekanik dan Morfologi .....</b>	<b>2</b>
<b>Desain Mesin Pemilah Sampah Perkotaan Kapasitas 10 kg/jam.....</b>	<b>3</b>
<b>Pengaruh jarak antar Katoda-Anoda pada Elektroplating terhadap tebal, korosi, dan juga interphase Lapisan Nikel .....</b>	<b>4</b>
<b>Karakteristik Fisik Dan Mekanik Pine Resin Sebagai Matriks Dengan Variasi Aditif MEKPO.....</b>	<b>5</b>
<b>EFEK TEGANGAN LISTRIK DAN WAKTU PROSES ELEKTROPLATING KROM KERAS TERHADAP TEBAL LAPISAN .....</b>	<b>6</b>
<b>KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH MATERIAL SERBUK KAYU TERHADAP <i>NOISE ABSORPTION COEFFICIENT</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>Aplikasi Metode DMAIC Untuk Perbaikan Kualitas Proses di Perusahaan Farmasi .....</b>	<b>8</b>
<b><i>Flammability</i> Dan <i>Flame Retardant</i> Komposit Hibrida Gelas/Goni/PP untuk Bahan Plafon .....</b>	<b>9</b>
<b>Pengaruh kekasaran permukaan terhadap kinerja three-layer metal gasket....</b>	<b>10</b>
<b>Karakteristik Mekanis Komposit PCM dari Limbah Terumbu Karang <i>Acropora</i> / Lilin Lebah (<i>Beeswax</i>) / Grafit.....</b>	<b>11</b>
<b>Pengaruh Kecepatan Pemakanan Pengeboran Dan Perlakuan Pendinginan Terhadap Kekerasan Dan Efisiensi Mata Bor Pada Material <i>Structural Steel</i>... </b>	<b>12</b>
<b>POLA DEFORMASI DAN ENERGI PENYERAPAN <i>CRASH BOX HEXAGONAL</i> UNTUK RASIO DIAMETER TERHADAP PANJANG <i>FOAM-FILLED</i>.....</b>	<b>13</b>
<b>Optimasi Desain Crash Box with Honeycomb Filler dengan Response Surface Method .....</b>	<b>14</b>
<b>Fiber Composite Tensile Test Modelling with Fiber Orientation Angle Variation by Using Computer Simulation .....</b>	<b>15</b>
<b>PERLAKUAN TERMOMEKANIKA PADUAN Mg-Gd SEBAGAI MATERIAL IMPLAN MAMPU LURUH .....</b>	<b>16</b>
<b>Kinerja Traksi Kendaraan Pada Sistem <i>Gear</i> dan <i>Gearless</i> Transmission Hasil Rancangan dengan Progresi Geometri Terbatas .....</b>	<b>17</b>
<b>Kekerasan permukaan Lapisan NiCr pada Variasi Suhu Permukaan .....</b>	<b>19</b>

<b>Kekuatan Bending Komposit Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat <i>Sansevieria trifasciata</i></b> .....	20
<b>Simulasi Komputer Desain Part Body Kendaraan Hemat Energi Dengan Material Carbon Fiber Composite</b> .....	21
<b>Pengaruh Temperatur Penuaan Buatan Terhadap Kekerasan Dan Strukturmikro Pada Paduan <math>Cu_{92,60}Pb_{5,42}Sn_{1,98}</math></b> .....	22
<b>Pengaruh Temperatur Cryogenic pada Sifat Tarik dari Komposit Hibrida Goni/ Gelas/ Polypropylene</b> .....	23
<b>DESAIN DAN PERANCANGAN KINCIR SEKRUP OTOMATIS (CIRRUPTIS) UNTUK MENANGKAP SAMPAH PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI</b> .....	24
<b>Pengembangan metode sintesis partikel karbon nano dari arang tempurung kelapa menggunakan bio-aktivator getah pepaya</b> .....	25
<b>KARAKTERISTIK AKUSTIK BIOKOMPOSIT HIBRIDA LIMBAH BATU APUNG-SABUT KELAPA/GYPSUM</b> .....	27
<b>Adsorpsi Pb Karbon Aktif dari Sekam Padi</b> .....	28
<b>ANALISA PARAMETER PEMOTONGAN PADA PROSES <i>FACE MILLING</i> TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN LOGAM</b> .....	30
<b>ANALISA DAN PERANCANGAN KINERJA MESIN PENGHANCUR LIMBAH SUNTIKAN</b> .....	32
<b>Rancang Bangun Mesin Peniris Minyak Abon Untuk Industri Kecil</b> .....	33
<b>ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PEMOTONGAN DAN KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP GAYA PEMOTONGAN PADA MESIN BUBUT</b> .....	34
<b>Analisis karakteristik material baja nir karat lokal (SS 316L) untuk komponen <i>prostheses</i> sendi pinggul</b> .....	35
<b>PENINGKATAN KUALITAS PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA SERTA PENDEKATAN ERGONOMIS PADA PROSES PEMBUATAN GAMELAN BALI</b> .....	36
<b>DESAIN DAN PERANCANGAN KINCIR SEKRUP OTOMATIS (CIRRUPTIS) UNTUK MENANGKAP SAMPAH PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI</b> .....	37
<b>Analisis Gaya dan Daya Pemotongan pada</b> .....	38
<b>Mesin Cacah Sampah Daun</b> .....	38
<b>Suhu <i>Cryogenic</i> Pada Pembebanan Bending Komposit Hibrida Mengandung Penguat Laminar Serat Goni Dan Gelas</b> .....	39
<b>KARAKTERISTIK <i>GREEN COMPOSITE</i> SERAT SABUT KELAPA / GETAH PINUS DENGAN VARIASI ALKALISASI</b> .....	40
<b>PERBAIKAN DAN PERANCANGAN ALAT BANTU PADA STASIUN KERJA PACKING HANGER BAJU DI PT. X</b> .....	42
<b>Energy absorption and deformation pattern evaluation on Circle, hexagonal and square Crash Box by using computer simulation</b> .....	43

<b>Analisis Kerusakan Bumper Jenis Corner Bumper Pada Tempat Tidur Rumah Sakit Produk Paramount Bed.....</b>	<b>44</b>
<b>KARATERISTIK FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGEORAN SECARA TRADISIONAL PADA PROSES PEMBUATAN GAMELAN BALI .....</b>	<b>46</b>
<b>PENGARUH TINGKAT KONSENTRASI LARUTAN GARAM (NaCl) TERHADAP NILAI KEKERASAN BAJA AISI 4140 PADA PERLAKUAN PANAS QUENCHING .....</b>	<b>47</b>
<b>ANALISIS RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI DESA TUSAN KLUNGKUNG .....</b>	<b>49</b>
<b>SISTEM INFORMASI INVENTORY PADA HOTEL VILA SHANTI.....</b>	<b>50</b>
<b>Pengujian Sistem Informasi pada Siklus Hidup Sistem Kerja .....</b>	<b>51</b>
<b>RANCANG BANGUN ALAT PEMBERI MAKAN IKAN KOI DENGAN SMS GATEWAY BERBASIS ARDUINO UNO.....</b>	<b>52</b>
<b>Alat Pengisian Bak Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler.....</b>	<b>53</b>
<b>Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Pelanggan Unit Jasa Pengelolaan Sampah pada BUMDesa Catu Krewo Sedana.....</b>	<b>54</b>
<b>ANALISIS KINERJA IPPBX BERBASIS RASPBERRY PI 3 PADA STMIK STIKOM INDONESIA .....</b>	<b>55</b>
<b>Perbandingan LVQ dan Backpropagation dalam Penentuan Keaslian Uang Rupiah Berbasis Parameter HSV .....</b>	<b>57</b>
<b>Tingkat Kenyamanan Termal Wisatawan Mancanegara di Kuta .....</b>	<b>58</b>
<b>PREDICTED MEAN VOTE HOTEL DI KUTA DAN RESPON WISATAWAN MANCANEGARA .....</b>	<b>59</b>
<b>PREDICTED PRECENTAGE SISSATISFIED WISATAWAN MANCANEGARA ....</b>	<b>60</b>
<b>Metode Pemasangan Pipa Air Bersih Melayang dalam Air Laut untuk Mendukung Perkembangan Pariwisata di Nusa Ceningan dan Lembongan ....</b>	<b>61</b>
<b>Pengaruh Konsentrasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Terhadap Koefisien Konveksi pada Penukar Kalor Pipa Ganda .....</b>	<b>63</b>
<b>Pembuatan Modul Pengujian Karakteristik Peltier Sebagai Pembangkit Energi Listrik.....</b>	<b>64</b>
<b>Analisa Limbah Cair dan Limbah Uap pada Rencana Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Bedugul Sistem Binary dengan Simulasi CFD.....</b>	<b>65</b>
<b>Analisa Daya Pembangkit pada Rencana Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Bedugul Sistem Binary dengan Simulasi CFD.....</b>	<b>66</b>
<b>PEMBUATAN KERTAS DAUR ULANG DARI LIMBAH SERAT KELAPA MUDA DAN KERTAS BEKAS .....</b>	<b>67</b>
<b>Pengaruh Jumlah Bilah dan Sudut Pasang terhadap Daya Turbin Angin Darrieus Termodifikasi sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Skala Rumah Tangga .....</b>	<b>68</b>
<b>EFEK PEMANASAN AWAL BIODIESEL TERHADAP KINERJA MESIN DIESEL</b>	<b>69</b>

Potensi Energi Terbarukan Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Menunjang Peningkatan Rasio Elektrifikasi .....	70
PERFORMANSI KOLEKTOR SURYA TUBULAR DENGAN VARIASI EKSENTRISITAS PIPA FLUIDA MENGGUNAKAN PASIR SEBAGAI MEDIA PENYIMPAN PANAS .....	72
PEMANFAATAN LIMBAH DAN <i>AIR KONDENSAT</i> AC UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH PADA BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI .....	73
Abstrak.....	73
Abstract .....	73
Effect of Blower Angle on Spray Cooling Process by Using CFD .....	75
ANALISA EFISIENSI TURBIN LAPANGAN PANAS BUMI DIENG.....	76
Analisis Penyerapan Energi dan Pola Deformasi <i>Crash Box</i> dengan <i>Additional Structure</i> pada Pengujian Frontal dan <i>Oblique</i> .....	78
Pengering Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi Dengan Mekanisme Penukar Kalor.....	79
Granulation Making Fat Powder Spray Refrigeration Process With Variation of Blower Angle .....	80
KARAKTERISTIK ENDAPAN SISA PEMBAKARAN BAHAN BAKAR ARAK BALI PADA KOMPONEN RUANG BAKAR .....	81
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TYPE HOTOVOLTAIC DI WAISAI KABUPATEN RAJA AMPAT PROVINSI PAPUA BARAT .....	82
Energy absorption and deformation pattern evaluation on Circle, hexagonal and square <i>Crash Box</i> by using computer simulation .....	83
Kajian pengaruh konfigurasi <i>windbox</i> terhadap distribusi kecepatan superficial pada fluidized bed chamber dengan metode CFD .....	84
PENGARUH KONSENTRASI PARTIKEL CuO TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI.....	85
Analisis <i>Kinetic Rate</i> dan Energi Aktivasi pada Pirolisis Biomassa Kemiri Sunan .....	86
PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN BAKAR CAIR (PERTALITE) DAN BAHAN BAKAR GAS (LPG) TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN KONVENSIONAL 4 SILINDER .....	87
Pengujian Eksperimental Intensitas <i>Swirling Flow</i> Pada Variasi Bilangan Reynolds Pada Geometri <i>Backward-Facing Step</i> .....	88
Potensi Energi Listrik Hasil Gasifikasi Sampah Organik dari Wisatawan di Pantai Parangtritis .....	89
Pengaruh Jumlah Sudu Dengan Bahan Sudu Kayu Lokal Untuk Kincir Angin Berporos Horizontal di Aceh.....	90

<b>PENGARUH VARIASI KETINGGIAN CEROBONG TERHADAP UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR DENGAN PENAMBAHAN SIRIP BERLUBANG BERDIAMETER BEDA .....</b>	<b>91</b>
<b>ANALISA ATOMISASI BAHAN BAKAR BE10 DAN BE15.....</b>	<b>92</b>
<b>Pengaruh Pemanasan Awal Dan Variasi Tekanan Bahan Bakar Terhadap Karakteristik Biodiesel.....</b>	<b>93</b>
<b>EVALUASI VARIASI TEKANAN DAN JENIS BAHAN BAKAR TERHADAP SUDUT SEMBURAN DAN DROPLET.....</b>	<b>94</b>
<b>ANALISIS SEMPROTAN PADA BAHAN BAKAR BIODIESEL CAMPURAN DENGAN VARIASI TEKANAN .....</b>	<b>95</b>
<b>PEMANFAATAN PANAS KONDENSOR AC WINDOW ¾ PK UNTUK PEMANAS AIR.....</b>	<b>96</b>
<b>Desain dan Fabrikasi Zeolit dan Hybrid Zeolit-Tembaga Untuk Wick Heat Pipe .....</b>	<b>98</b>
<b>Sifat karbon aktif dari bambu yang diaktivasi kimia dengan rasio 1:3 (arang/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) pada suhu aktivasi berbeda .....</b>	<b>99</b>
<b>Fenomena Pendidihan Sumbu Kapiler Pipa Kalor berbasis Sintered Powder Tembaga pada Fluida Kerja Hybrid Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – TiO<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O .....</b>	<b>100</b>
<b>PENGARUH PERLAKUAN BIOMASSA JANUR TERHADAP LAJU KONVERSI BAHAN BAKAR GASIFIKASI DOWNDRAFT.....</b>	<b>101</b>
<b>PENGARUH VARIASI DENSITAS BIOMASSA TONGKOL JANGUNG TERHADAP PROSES GASIFIKASI DOWNDRAFT.....</b>	<b>102</b>
<b>PROFIL TEMPERATURE REAKTOR GASIFIKASI DOWNDRAFT UNTUK.....</b>	<b>103</b>
<b>Investigasi Kinerja Loop Heat Pipe yang menggunakan bantuan pompa.....</b>	<b>104</b>
<b>Potensi Energi Listrik dari Sampah Berbasis Gasifikasi di Kawasan <i>Village Center Bali</i>.....</b>	<b>105</b>
<b>Pengujian Eksperimental Intensitas Swirling Flow Pada Variasi Bilangan Reynolds Pada Geometri Backward-Facing Step.....</b>	<b>106</b>
<b>Pemanfaatan arang batok kelapa sebagai bahan bakar pada gasifikasi dual reaktor fluidized bed.....</b>	<b>107</b>
<b>Managemen Termal Baterai dan Motor Berbasis Pipa Kalor.....</b>	<b>108</b>
<b>Kajian Pengaruh Penghambatan Kebeningan Kaca Terhadap Radiasi Intensitas Mata-hari pada Pemanasan Ruang Mobil.....</b>	<b>109</b>
<b>Terhadap Radiasi Intensitas Mata-hari pada Pemanasan Ruang Mobil .....</b>	<b>110</b>
<b>Analisa Limbah Cair dan Limbah Uap pada Rencana Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Bedugul Sistem Binary dengan Simulasi CFD.....</b>	<b>111</b>
<b>POLA DEFORMASI DAN ENERGI PENYERAPAN CRASH BOX HEXAGONAL UNTUK RASIO DIAMETER TERHADAP PANJANG FOAM-FILLED .....</b>	<b>112</b>
<b>Analisis Penyerapan Energi dan Pola Deformasi Crash Box dengan Additional Structure pada Pengujian Frontal dan Oblique.....</b>	<b>113</b>



<b>Pembangkit Listrik Tenaga Surya Type Photovoltaic Di Waisai Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat .....</b>	<b>114</b>
<b>Pembuatan Modul Pengujian Karakteristik Peltier Sebagai Pembangkit Energi Listrik.....</b>	<b>115</b>
<b>Kajian penggunaan turbin angin tipe horizontal (propeller) dan tipe vertical (Darrieus-H) untuk wilayah Propinsi Aceh. ....</b>	<b>116</b>
<b>PEMANFAATAN LIMBAH DAN AIR KONDENSAT AC UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH PADA BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI .....</b>	<b>117</b>
<b>Fenomena Pendidihan Sumbu Kapiler Pipa Kalor Berbasis Nano Coating Graphene pada Fluida Kerja Air .....</b>	<b>118</b>
<b>Karakteristik karbon aktif dari bambu yang diaktivasi dengan variasi laju aliran nitrogen.....</b>	<b>119</b>
<b>Effect of Blower Angle on Spray Cooling Process by Using CFD .....</b>	<b>120</b>
<b>PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN PENGEBORAN DAN PERLAKUAN PENDINGINAN TERHADAP KEKERASAN DAN EFISIENSI MATA BOR PADA MATERIAL STRUCTURAL STEEL.....</b>	<b>121</b>
<b>Simulasi Komputer Desain Part Body Kendaraan Hemat Energi Dengan Material Carbon Fiber Composite .....</b>	<b>122</b>
<b>ANALISA DAN PERANCANGAN KINERJA MESIN PENGHANCUR LIMBAH SUNTIKAN .....</b>	<b>123</b>
<b>Pengaruh pengadukan Co-substrat terhadap tekanan akumulasi biogas dari limbah kulit pisang kapok.....</b>	<b>124</b>
<b>Optimasi Parameter Desain Crash Box with Honeycomb Filler dengan RSM untuk Peningkatan SEA.....</b>	<b>125</b>
<b>Pengaruh temperatur pemanasan terhadap tekanan akumulasi dan derajat kemasan Co-substrat biogas .....</b>	<b>126</b>
<b>Potensi Energi Listrik dari Sampah Berbasis Gasifikasi di Kawasan Village Center Bali.....</b>	<b>127</b>
<b>Pengaruh penambahan Co substrat kulit durian dengan variasi total solid pada biogas .....</b>	<b>128</b>
<b>Sistem Kendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Logika Fuzzy .....</b>	<b>129</b>
<b>Pembuatan dan pengujian konverter LPG untuk kendaraan di atas 25 tahun yang menggunakan sistem karburator .....</b>	<b>130</b>
<b>Peningkatan Koefisien Perpindahan Kalor dengan Hybrid Nanofluida.....</b>	<b>131</b>

[MF-008]

## Aplikasi Metode DMAIC Untuk Perbaikan Kualitas Proses di Perusahaan Farmasi

Taufik\*, Feri Afrinaldi, Fadhlurrahman

Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas, Padang

### Abstrak

Makalah ini menerapkan metode DMAIC untuk meningkatkan performansi proses pengemasan produk yang disebut STW. Level sigma proses tersebut ditentukan dan *p-chart* digunakan untuk memeriksa kestabilannya. Untuk mengidentifikasi dan memberi peringkat penyebab ketidaksesuaian, digunakan *fishbone diagram* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *P-chart* baru dan *single sampling inspection* juga diusulkan untuk memantau kualitas produk yang dihasilkan proses. Studi ini menemukan bahwa saat ini proses memiliki level sigma sebesar 1.5. Untuk tindakan perbaikan, direkomendasikan penggunaan *p-chart* yang memiliki jarak dari batas kendali ke garis tengah sebesar  $1.65\sigma$  dan dibuat menggunakan sampel berukuran 557. Jika biaya inspeksi digunakan sebagai kriteria, *single sampling inspection* yang memiliki angka penerimaan sebesar 38 dan ukuran sampel sebesar 587 diusulkan penggunaannya. Jika risiko produsen adalah kriteria yang digunakan, direkomendasikan penggunaan *single sampling inspection* dengan angka penerimaan sebesar 39 dan ukuran sampel sebesar 604.

Kata kunci: DMAIC, kualitas, proses

### Abstract

This paper applies DMAIC methodology in improving the performance of packaging process of a product called STW. Sigma level of the process is measured and an initial *p-chart* is used to check process stability. To identify and rank the causes of nonconformities, a fishbone diagram and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) are utilized. A *p-chart* and a single sampling inspection are also proposed to monitor quality. This study finds that the current process has a sigma level of 1.5. For improvement, a *p-chart* having a distance of  $1.65\sigma$  from the center line to the control limits and constructed using sample size of 557 is recommended. A single sampling plan with critical value of 38 and sample size of 587 is proposed if inspection cost is the criterion. If producer's risk is the criterion, a single sampling inspection with critical value of 39 and sample size of 604 is suggested.

Keywords: DMAIC, quality, process

# Aplikasi Metode DMAIC Untuk Perbaikan Kualitas Proses di Perusahaan Farmasi

Taufik\*, Feri Afrinaldi, Fadhlurrahman  
Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas, Padang

## Abstrak

Makalah ini menerapkan metode DMAIC untuk meningkatkan performansi proses pengemasan produk yang disebut STW. Level sigma proses tersebut ditentukan dan *p-chart* digunakan untuk memeriksa kestabilannya. Untuk mengidentifikasi dan memberi peringkat penyebab ketidaksesuaian, digunakan *fishbone diagram* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *P-chart* baru dan *single sampling inspection* juga diusulkan untuk memantau kualitas produk yang dihasilkan proses. Studi ini menemukan bahwa saat ini proses memiliki level sigma sebesar 1.5. Untuk tindakan perbaikan, direkomendasikan penggunaan *p-chart* yang memiliki jarak dari batas kendali ke garis tengah sebesar  $1.65\sigma$  dan dibuat menggunakan sampel berukuran 557. Jika biaya inspeksi digunakan sebagai kriteria, *single sampling inspection* yang memiliki angka penerimaan sebesar 38 dan ukuran sampel sebesar 587 diusulkan penggunaannya. Jika risiko produsen adalah kriteria yang digunakan, direkomendasikan penggunaan *single sampling inspection* dengan angka penerimaan sebesar 39 dan ukuran sampel sebesar 604.

Kata kunci: DMAIC, kualitas, proses

## Abstract

This paper applies DMAIC methodology in improving the performance of packaging process of a product called STW. Sigma level of the process is measured and an initial *p-chart* is used to check process stability. To identify and rank the causes of nonconformities, a fishbone diagram and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) are utilized. A *p-chart* and a single sampling inspection are also proposed to monitor quality. This study finds that the current process has a sigma level of 1.5. For improvement, a *p-chart* having a distance of  $1.65\sigma$  from the center line to the control limits and constructed using sample size of 557 is recommended. A single sampling plan with critical value of 38 and sample size of 587 is proposed if inspection cost is the criterion. If producer's risk is the criterion, a single sampling inspection with critical value of 39 and sample size of 604 is suggested.

Keywords: DMAIC, quality, process

## 1. Pendahuluan

Kualitas sebuah produk dapat diartikan sebagai kemampuan produk tersebut untuk menyediakan satu atau lebih karakteristik yang diinginkan oleh konsumen [1]. Kualitas juga merupakan salah satu faktor penentu kesuksesan dan berkembangnya sebuah usaha. Ini berlaku terhadap semua jenis industri, termasuk industri farmasi.

Industri farmasi dituntut untuk senantiasa menjaga, memperbaiki, dan menjamin kualitas produk mereka. Menurut Kementerian Kesehatan RI [2], industri farmasi yang ada di Indonesia harus memproduksi produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan, persyaratan distribusi, dan tidak menyebabkan efek samping terhadap kesehatan konsumen. Untuk menjamin ini, industri farmasi di Indonesia harus mematuhi apa yang dikenal dengan Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) dan Cara Pembuatan Kosmetik yang Baik (CPKB). Dalam CPOB dan CPKB, standar yang harus diikuti oleh industri ditetapkan oleh pemerintah.

Dalam makalah ini, performansi kualitas sebuah perusahaan farmasi yang berlokasi di kota Padang akan dievaluasi dan dianalisis. Evaluasi dan analisis tersebut difokuskan hanya untuk proses pengepakan salah satu produk yang dihasilkan. Produk tersebut bernama STW. Hasil evaluasi akan menjadi dasar

untuk mendefinisikan tindakan-tindakan untuk perbaikan kualitas. (Karena alasan tertentu, nama perusahaan dan produk yang dievaluasi tidak disebutkan secara lengkap).

STW memiliki empat variasi, merah, biru, kuning, dan hijau. Setiap harinya, hanya dua variasi yang diproduksi, hijau dan merah, atau kuning dan biru. STW merah diproduksi setelah STW hijau dan STW biru dihasilkan setelah STW kuning. Ini dilakukan untuk menghindari tercampurnya bahan kimia penyusun masing-masing produk. Rata-rata setiap harinya diproduksi 14.500 bungkus produk.

Data telah dikumpulkan mulai dari Agustus 2016 hingga Juni 2017. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa proporsi produk cacat yang dihasilkan di proses pengepakan sebesar 6.5%. Ini lebih tinggi dari standar yang ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 5%. Gambar 1 menunjukkan proporsi cacat di proses pengepakan dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017. Dalam rentang waktu tersebut, proporsi cacat yang dihasilkan setara dengan 13.000 bungkus produk cacat per bulan.

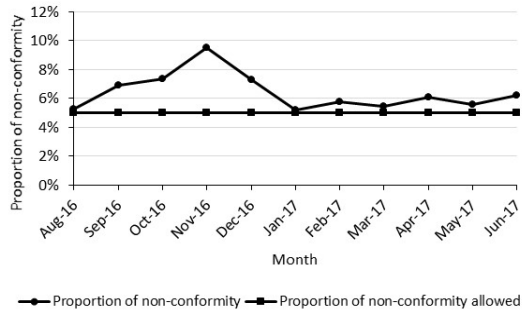
Makalah ini bertujuan untuk mengukur performansi proses saat ini, mencari penyebab tingginya proporsi cacat, dan mengidentifikasi tindakan perbaikan sehingga proporsi cacat tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan. Untuk mencapai

\*Korespondensi: Tel./Fax.: +628126611139

E-mail: [taufiknazir@yahoo.com](mailto:taufiknazir@yahoo.com)

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2019

tujuan tersebut, diaplikasikan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control).



Gambar 1. Proporsi cacat dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017

## 2. Studi Literatur

DMAIC merupakan prosedur pemecahan masalah yang terdiri dari 5 tahapan, *define, measure, analyze, improve, dan control*. DMAIC dapat digunakan untuk mencari akar permasalahan kualitas produk/proses dan mendefinisikan solusi untuk permasalahan tersebut [1]. Menurut Montgomery [1], pada tahap *define*, diidentifikasi kebutuhan konsumen dan kemungkinan dilakukannya tindakan perbaikan. Alat yang dapat digunakan pada tahap ini adalah *project charter*, diagram *Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers* (SIPOC), dan *flow charts*. Pada tahap 2, *measure*, dilakukan pengukuran performansi proses dan penentuan level *sigma* proses. *Process maps, flow chart, cause-and-effect analysis, process capability analysis, gauge R&R, Statistical Process Control* (SPC), dan *process control plans* merupakan alat yang dapat diaplikasikan. Pada langkah *analyze*, data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk menentukan penyebab terjadinya variasi kualitas. Uji hipotesis, selang kepercayaan, analisis regresi, *failure and effect analysis*, rancangan percobaan, SPC, dan *process control plans* dapat digunakan sebagai alat untuk mencapai tujuan tahap *analyze*. Tujuan dari tahap *improve* (tahap ke-3) adalah mencari kandidat solusi, mengevaluasi kandidat solusi tersebut, dan memilih solusi terbaik. Ini dapat dilakukan dengan menerapkan rancangan percobaan dan simulasi. Tahap terakhir, *control*, digunakan untuk mengontrol implementasi solusi yang telah diperoleh. Alat yang dapat digunakan pada tahap ini adalah SPC dan *process control plans*.

DMAIC telah digunakan secara luas untuk memperbaiki kualitas proses [3]. Jirasukprasert *et al.* [4] mengkombinasikan DMAIC, rancangan percobaan dan statistik untuk menginvestigasi cacat yang terjadi pada proses pembuatan sarung tangan karet. Integrasi tiga metode di atas mampu membantu perusahaan penghasil sarung tangan karet tersebut dalam menurunkan jumlah cacat dan meningkatkan level *sigma* prosesnya. Mirip dengan Jirasukprasert *et al.* [4], Prajapati dan Desai [5] menggunakan DMAIC untuk menurunkan jumlah cacat dan meningkatkan level *sigma* proses produksi produk-produk untuk tujuan ekspor. Shamsuzzaman *et al.* [6] juga berhasil meningkatkan level *sigma* proses pemenuhan order di

perusahaan telekomunikasi dengan mengaplikasikan metode DMAIC.

Aplikasi metode DMAIC di industri metalurgi dapat ditemukan di Girmanova *et al.* [7], dan Narula dan Grover [8]. Girmanova *et al.* [7] mengaplikasikan metode DMAIC untuk meminimasi biaya kegagalan yang berhubungan dengan dihasilkan produk cacat dalam proses metalurgi. Penelitiannya membuktikan bahwa aplikasi metode DMAIC mampu meningkatkan level *sigma* proses hingga 13%. Narula dan Grover [8] juga berhasil memperbaiki performansi proses pengecoran logam dengan menggunakan metode DMIC. Narula dan Grover [8] menggunakan *sampling inspection*, evaluasi pemasok, dan standarisasi proses untuk tindakan perbaikan.

Al-Aomar *et al.* [9] melaporkan penggunaan metode DMAIC di industri makanan dan minuman ringan. Metode DMAIC digunakan untuk mengukur kapabilitas proses, mendeteksi kelemahan proses, dan mendefinisikan tindakan perbaikan yang harus dilakukan. Dalam laporannya, Al-Aomar *et al.* [9] menyatakan bahwa perbaikan efisiensi dan kualitas dapat dicapai dengan sukses. Powell *et al.* [10] mengintegrasikan *value stream mapping* dan DMAIC dan kemudian mengaplikasikannya untuk memperbaiki proses di industri makanan. Hasil dari penelitian ini berupa kumpulan faktor-faktor kunci untuk suksesnya implementasi *value stream mapping* dan DMAIC di industri makanan.

## 3. Metode

Dalam makalah ini penulis mengaplikasikan prosedur dan langkah metode DMAIC yang dijelaskan dalam Montgomery [1].

### 3.1. Define

Pada tahap ini, critical quality characteristic (CTQ) pada proses pengepakan produk STW diidentifikasi. Alat yang digunakan adalah diagram SIPOC. Alat ini digunakan untuk visualisasi proses pengepakan produk STW.

### 3.2. Measure

Pada tahap ini diputuskan bahwa data cacat dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017 akan digunakan. Berdasarkan data tersebut, jenis-jenis cacat yang terjadi akan dikelompokkan, rata-rata proses diestimasi, level *sigma* proses akan dihitung, dan SPC digunakan untuk mengukur performansi proses. Peta kendali *p* juga akan dibangun untuk melihat stabilitas proses. Berdasarkan peta kendali *p* tersebut, probabilitas penerimaan produk  $Pa(p)$  akan dihitung. Ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *operating characteristic* (OC) peta kendali *p* yang sudah diperoleh sebelumnya. Selanjutnya *Average Run Length* (ARL) proses juga akan diestimasi.

Untuk membuat peta kendali *p*, menentukan  $Pa(p)$  dan ARL, digunakan persamaan (1)-(5). Pada persamaan tersebut,  $UCL_p$  merupakan batas kontrol atas peta kendali *p*,  $b$  menyatakan jarak dari garis tengah ke garis batas control, dan  $\hat{\sigma}_p$  merupakan estimasi standar deviasi proporsi cacat.

$$CL_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{mn} \tag{1}$$

$$LCL_p = \bar{p} - b\hat{\sigma}_p = \bar{p} - b\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{2}$$

$$UCL_p = \bar{p} + b\hat{\sigma}_p = \bar{p} + b\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{3}$$

$$Pa(p) = P\left\{z \leq \frac{UCL_p - p}{\sigma_p}\right\} \tag{4}$$

$$ARL = \frac{1}{1 - Pa(p)} \tag{5}$$

3.3. Analyze

Peta kendali *p*, angka probabilitas penerimaan, dan *ARL* yang telah diperoleh pada tahap *measure* akan dianalisis untuk menentukan penyebab terjadinya cacat. Alat yang akan digunakan adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dari diagram tulang ikan akan diketahui penyebab terjadinya cacat. Penyebab terjadi cacat tersebut akan menjadi input untuk FMEA. Pada FMEA level *severity*, *occurrence*, dan *ability to detect* masing-masing penyebab terjadinya cacat akan ditentukan. Berdasarkan level *severity* (S), *occurrence* (O), dan *ability to detect* (D) tersebut *risk priority number* (RPN) akan ditentukan. Level *severity* (S), *occurrence* (O), dan *ability to detect* (D) akan dievaluasi berdasarkan Stamatis [11] dan RPN dihitung menggunakan persamaan (6).

$$RPN = S \times O \times D \tag{6}$$

3.4 Improve dan Control

Pada tahap ini, RPN yang dihitung pada tahap sebelumnya akan digunakan untuk mendefinisikan tindakan perbaikan. Efek dari tindakan tersebut juga akan diprediksi.

Pada tahap *control*, peta kendali *p* yang baru akan dirancang berdasarkan risiko yang dapat ditolerir oleh produsen ( $\alpha$ ) dan konsumen ( $\beta$ ), proporsi cacat ketika proses terkendali ( $p_1$ ), dan proporsi cacat ketika proses tidak terkendali ( $p_2$ ). Hasil dari proses ini adalah ukuran sampel (*n*) dan nilai *b* yang seharusnya digunakan untuk membuat peta kendali *p*. Persamaan (7) dan (8) digunakan untuk mencari nilai *n* dan *b*. Pada persamaan tersebut,  $\sigma_{p_1}$  dan  $\sigma_{p_2}$  merupakan standard deviasi proporsi cacat ketika proses terkendali dan tidak terkendali. Simbol *z* merupakan variabel distribusi normal standar.

$$1 - \alpha = Pa(p_1) = P\left\{z \leq \frac{\bar{p} - p_1}{\sigma_{p_1}} + b \frac{\sigma_{\bar{p}}}{\sigma_{p_1}}\right\} \tag{7}$$

$$\beta = Pa(p_2) = P\left\{z \leq \frac{\bar{p} - p_2}{\sigma_{p_2}} + b \frac{\sigma_{\bar{p}}}{\sigma_{p_2}}\right\} \tag{8}$$

Prosedur *single sampling* juga akan dirancang untuk menentukan apakah kualitas produk dalam sebuah lot dapat diterima atau tidak. Nilai *acceptance number* (*c*) dan ukuran sampel (*n*) proses *sampling* merupakan hasil dari proses perancangan ini. Untuk mengevaluasi rencana *sampling* yang sudah dirancang, nilai  $\alpha'$  dan  $\beta'$  (nilai risiko sebenarnya yang harus ditanggung oleh produsen dan konsumen) dihitung menggunakan persamaan (9) dan (10).

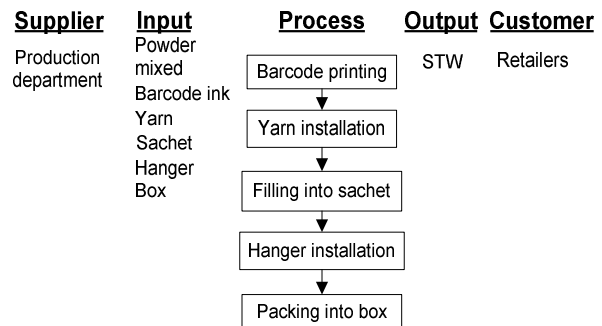
$$1 - \alpha = \sum_{i=0}^c \frac{(np_1)^i}{i!} e^{-np_1} \tag{9}$$

$$\beta = \sum_{i=0}^c \frac{(np_2)^i}{i!} e^{-np_2} \tag{10}$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Define

Proses yang menghasilkan STW meliputi tahapan *heating*, *mixing*, *weighing*, dan *packaging*. Gambar 2 menunjukkan diagram SIPOC yang memvisualisasikan elemen-elemen penting proses tersebut. Sebagaimana dijelaskan pada bagian awal makalah ini, proporsi cacat pada bagian pengepakan (*packaging*) mencapai 6.5% (1.5% lebih tinggi dari target yang ditetapkan perusahaan). Oleh karena itu, proses perbaikan difokuskan pada tahap pengepakan dan yang bertindak sebagai CTQ adalah persentase produk cacat di tahapan pengepakan.



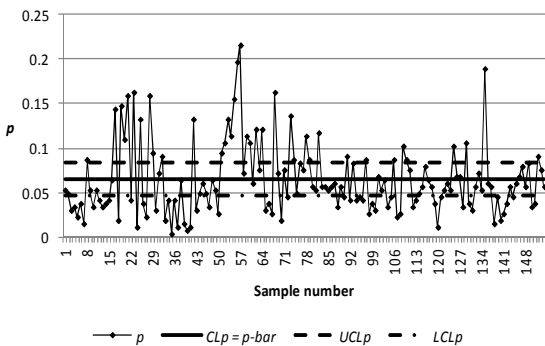
Gambar 2. Diagram SIPOC

4.2 Measure

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017. Terdapat empat jenis cacat yang terjadi pada tahap pengepakan, yaitu bocor, nomor *batch* tidak jelas, tidak ada benang, dan kantong dalam keadaan rusak. Persentase kejadian cacat tersebut adalah 62%, 32%, 4%, dan 2%. Saat ini, tindakan yang dilakukan oleh pihak perusahaan dalam menangani cacat yang terjadi adalah dengan melakukan tindakan *corrective*. Apabila terjadi kebocoran maka kantong diperbaiki dan dilakukan pengisian ulang, jika kantong rusak maka kantong diganti, apabila benang tidak ada maka dilakukan pemasangan ulang, dan jika nomor *batch* tidak jelas maka dilakukan pencetakan ulang.

Untuk mengevaluasi stabilitas proses, peta kendali  $p$  awal ( $\pm 3\sigma$ ) dibangun menggunakan sampel dengan ukuran  $n = 1.584$  kantong (total terdapat 154 sampel). Ukuran sampel  $n = 1.584$  digunakan berdasarkan jumlah produk yang secara rutin diperiksa setelah tahap pengepakan. Gambar 3 menunjukkan peta kendali  $p$  tersebut.

Rata-rata proses  $\bar{p} = 6.5\%$  dan estimasi standar deviasi  $\bar{p}$  adalah  $\sigma_{\bar{p}} = 0.0062$ . Dengan demikian dapat level  $\sigma$  proses adalah  $\Phi^{-1}(1 - 0.065) = 1.5$ . Berdasarkan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa proses tidak stabil. Perhatian perlu diberikan untuk titik-titik yang berada di atas  $UCL_p$ . Dari 154 sampel, 40 di antaranya berada di atas  $UCL_p$ .



Gambar 3. Peta kendali  $p$  awal

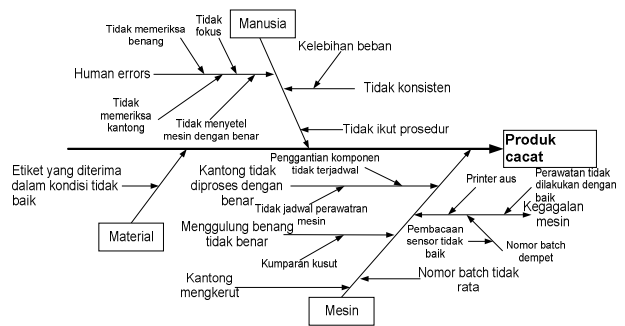
Tabel 1 menunjukkan performansi proses pengepakan setiap bulannya. Dapat disimpulkan bahwa pada November 2016, performansi proses berada pada level terburuk.  $ARL$  dan  $Pa(p)$  pada bulan tersebut adalah 1.051 dan 0.048. Artinya, apabila sampel saat ini berada di dalam batas kendali maka sampel berikutnya akan berada di luar batas kendali dan hanya 48 buah produk yang dapat diterima kulitasnya dari 1000 buah produk yang diproduksi.

Tabel . Performansi proses setiap bulannya

Bulan	Agus-16	Sept-16	Okt-16
$Pa$	~ 1	0.986	0.926
$ARL$	> 3,000	72.707	13.550
Bulan	Nov-16	Des-16	Jan-17 – Jun-17
$Pa$	0.048	0.941	~ 1
$ARL$	1.051	16.916	> 3,000

### 4.3 Analyze

Diagram tulang ikan digunakan untuk menentukan akar penyebab dihasilkannya produk cacat di tahap pengepakan. Diagram tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4. Terdapat tiga faktor penyebab terjadinya cacat, yaitu faktor manusia, mesin, dan material. Dari sisi manusia, penyebab utama terjadinya cacat adalah kurang fokus, lalai dalam pengecekan keberadaan benang, dan kesalahan dalam *set-up* mesin. Hanya ada satu penyebab permasalahan dari sisi material, yaitu kualitas etiket. Dari sisi mesin terdapat beberapa penyebab produk cacat, di antaranya adalah printer yang sudah aus dan perawatan mesin yang tidak terjadwal.



Gambar 4. Diagram tulang ikan

Selanjutnya dengan menggunakan FMEA, nilai RPN untuk setiap akar permasalahan ditentukan. Tiga orang ahli, semuanya dari pihak perusahaan, diwawancarai untuk menentukan level severity, occurrence, dan detection masing-masing akar penyebab permasalahan. Skala yang digunakan adalah skala 1 – 10, 1 = sangat rendah dan 10 = sangat tinggi. Setelah itu akar penyebab permasalahan diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil berdasarkan nilai RPN, lihat Tabel 2.

### 4.4 Improve dan control

Tindakan perbaikan yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk mengontrol proses perbaikan, digunakan SPC. Diketahui bahwa konsumen tidak mau menerima lebih 10% ( $\beta$ ) produk dengan proporsi cacat 8% atau lebih buruk ( $p_2$ ). Konsumen juga ingin produsen untuk memproduksi produk dengan rata-rata proses 5% ( $p_1$ ) atau lebih baik. Jika itu terpenuhi maka konsumen akan menerima paling tidak 95% ( $1-\alpha$ ) produk yang dikirimkan oleh produsen. Berdasarkan informasi di atas, dirancang sebuah peta kendali  $p$  yang baru. Pada saat proses terkendali diasumsikan bahwa  $p_1 = \bar{p} = 0.05$ . Jadi,

$$1 - 0.05 = P \left\{ z \leq \frac{0.05 - 0.05}{\sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}}} + b \sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}} \right\}$$

Dengan menyelesaikan persamaan di atas diperoleh  $b = 1.65$ . Ketika proses tidak terkendali,

$$0.1 = P \left\{ z \leq \frac{0.05 - 0.08}{\sqrt{\frac{0.08(1 - 0.08)}{n}}} + (1.65) \sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}} \right\}$$

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh  $n = 557$ . Dengan demikian direkomendasikan penggunaan peta kendali  $p$  dengan jarak dari garis tengah ke batas kendali atas sebesar  $1.65\sigma$  ( $\sigma$  adalah standar deviasi proses). Peta tersebut dibangun menggunakan sampel dengan ukuran  $n = 557$  kantong.

Tabel 1. RPN akar penyebab produk cacat

Jenis cacat	Penyebab	RPN	Tindakan perbaikan
Bocor	Kelebihan beban	96	Tambah operator
	Tidak fokus	245	Atur waktu istirahat
	Tidak ikut prosedur	144	Pelatihan dan pengawasan
	Penggantian komponen tidak terjadwal	80	Jadwalkan penggantian komponen
	Tidak ada jadwal rutin perawatan mesin	80	Jadwalkan perawatan mesin
	Nomor <i>batch</i> tidak rata	196	Cek nomor <i>batch</i> secara teratur
Nomor <i>batch</i> tidak jelas	Kelebihan beban	144	Tambah operator
	Penyetelan mesin tidak benar	168	Sediakan SOP
	Printer aus	147	Pengecekan dan perawatan berkala
	Pembacaan sensor tidak benar	168	Pengecekan dan perawatan berkala
	Proses perawatan tidak dilakukan dengan baik	120	Sediakan SOP
Tidak ada benang	Kelebihan beban	192	Tambah operator
	Tidak memeriksa keberadaan benang	224	Sediakan SOP
	Kumparan kusut	240	Pengecekan berkala
Kantong rusak	Kantong mengkerut	200	Sediakan SOP pengecekan kantong

Selanjutnya, prosedur *single sampling inspection* dirancang untuk proses pengepakan. Diketahui bahwa  $p_1/p_2 = 1.6$  dan diketahui bahwa nilai tersebut berada di antara  $c = 38$  dan  $c = 39$  (nilai ini dapat dilihat di tabel *two-point design of a single sampling plan* di buku teks pengendalian kualitas). Rencana inspeksi yang dihasilkan ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. *Single sampling inspection*

Plan no.	c	n	$\alpha'$	$\beta'$
1	38	587	0.0505	0.1057
2	38	590	0.0536	0.0997
3	39	605	0.0511	0.0973
4	39	604	0.0501	0.0922

Jika perusahaan ingin meminimasi biaya inspeksi, direkomendasikan penggunaan *plan* 1. Jika perusahaan ingin meminimasi risiko, diusulkan penggunaan *plan* 4. Prosedur inspeksinya adalah sebagai berikut:

1. Ambil dan periksa sebanyak  $n$  kantong

2. Jika ditemukan  $c$  atau lebih sedikit produk cacat dalam sampel maka terima lot produk tersebut.
3. Jika ditemukan lebih dari  $c$  produk cacat dalam sampel maka tolak lot produk tersebut.

## 5. Simpulan

Dalam makalah ini, metode DMAIC diaplikasikan untuk mengurangi jumlah produk cacat dalam proses pengepakan produk STW yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan farmasi yang berlokasi di kota Padang, Indonesia. Penelitian ini menemukan bahwa level *sigma* proses saat ini adalah  $1.5\sigma$  dan rata-rata proporsi produk cacat yang dihasilkan adalah 6.5% (1.5% lebih tinggi dari batas maksimum yang diinginkan perusahaan). Selanjutnya, juga ditemukan bahwa proses pengepakan sangat tidak stabil pada bulan Sep-16, Okt-16, Nov-16, dan Des-16.

Berdasarkan diagram tulang ikan dan hasil analisis menggunakan FMEA, kesalahan operator merupakan faktor dominan penyebab dihasilkannya produk cacat. Untuk meningkatkan performansi proses, peta kendali  $p$  dengan  $b = 1.65\sigma$  dan  $n = 557$  diusulkan untuk digunakan. Untuk meminimasi biaya inspeksi, *single sampling plan* dengan  $n = 587$  dan  $c = 38$  direkomendasikan untuk dipakai. Namun jika perusahaan ingin meminimasi risikonya sebagai produsen, *single sampling plan* dengan  $n = 604$  dan  $c = 39$  diusulkan untuk digunakan.

## Daftar Pustaka

- [1] D. C. Montgomery, *Statistical Quality Control*, Seventh Ed. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, 2013.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, "Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1799/Menkes/Per/XII/2010." Jakarta, 2010.
- [3] K. Srinivasan, S. Muthu, S. R. Devadasan, and C. Sugumaran, "Enhancement of sigma level in the manufacturing of furnace nozzle through DMAIC approach of Six Sigma: a case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no. 10, pp. 810–822, 2016.
- [4] P. Jirasukprasert, J. A. Garza-Reyes, V. Kumar, and M. K. Lim, "A Six Sigma and DMAIC Application for The Reduction of Defects in a Rubber Gloves Manufacturing Process," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 5, no. 1, pp. 2–22, 2015.
- [5] N. J. Prajapati and D. A. Desai, "Application of Six Sigma at an export oriented Unit: a case study," *Int. J. Product. Qual. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 507–535, 2016.
- [6] M. Shansuzzaman, M. Alzeraif, and I. Alsyof, "Using Lean Six Sigma to improve mobile order fulfilment process in a telecom service sector," *Prod. Plan. Control*, vol. 29, pp. 1–14, 2018.
- [7] L. Girmanová, M. Šolc, J. Kliment, A. Divoková, and V. Mikloš, "Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation," *Acta Technol. Agric.*, vol. 20, no. 4, pp. 104–109, 2017.

- [8] V. Narula and S. Grover, "Application of Six Sigma DMAIC Methodology for Reducing Defects in a Foundry Shop," *Mater. Sci. Forum*, vol. 808, pp. 79–87, 2015.
- [9] R. Al-Aomar, A. Al-Saberi, M. Al-Ameri, A. Al-Wahedi, and K. Eke, "Six sigma application to food and beverage testing services," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 819–824, 2017.
- [10] D. Powell, S. Lundebj, L. Chabada, and H. Dreyer, "Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 8, no. 1, pp. 53–64, 2017.
- [11] D. Stamatis, *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*, Second. Milwaukee: American Quality Press, 2003.



# SERTIFIKAT

Diberikan kepada:

**Taufik**

Atas partisipasinya sebagai:

**PEMAKALAH**

dalam kegiatan **Konferensi Nasional Engineering Perhotelan (KNEP) X 2019 Program Studi Teknik Mesin**, Fakultas Teknik Universitas Udayana., pada tanggal 27 – 28 Juni 2019.

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Mesin



**Dr. I. Ketut Gede Sugita, MT**

NIP. 19660414 199203 1 004

Bali, 27 Juni 2019

Ketua Panitia,

**Dr. Wayan Nata Septiadi, ST, MT**

NIP. 19840912 200801 1 006



# KNEP

*by* Feri Afrinaldi

---

**Submission date:** 07-Aug-2021 12:43PM (UTC+0800)

**Submission ID:** 1628657968

**File name:** Naskah\_\_2.pdf (315.34K)

**Word count:** 3304

**Character count:** 19117

## Aplikasi Metode DMAIC Untuk Perbaikan Kualitas Proses di Perusahaan Farmasi

Taufik\*, Feri Afrinaldi, Fadhlurrahman  
Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas, Padang

### Abstrak

Makalah ini menerapkan metode DMAIC untuk meningkatkan performansi proses pengemasan produk yang disebut STW. Level sigma proses tersebut ditentukan dan *p-chart* digunakan untuk memeriksa kestabilannya. Untuk mengidentifikasi dan memberi peringkat penyebab ketidaksesuaian, digunakan *fishbone diagram* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. *P-chart* baru dan *single sampling inspection* juga diusulkan untuk memantau kualitas produk yang dihasilkan proses. Studi ini menemukan bahwa saat ini proses memiliki level sigma sebesar 1.5. Untuk tindakan perbaikan, direkomendasikan penggunaan *p-chart* yang memiliki jarak dari batas kendali ke garis tengah sebesar  $1.65\sigma$  dan dibuat menggunakan sampel berukuran 557. Jika biaya inspeksi digunakan sebagai kriteria, *single sampling inspection* yang memiliki angka penerimaan sebesar 38 dan ukuran sampel sebesar 587 diusulkan penggunaannya. Jika risiko produsen adalah kriteria yang digunakan, direkomendasikan penggunaan *single sampling inspection* dengan angka penerimaan sebesar 39 dan ukuran sampel sebesar 604.

Kata kunci: DMAIC, kualitas, proses

### Abstract

This paper applies DMAIC methodology in improving the performance of packaging process of a product called STW. Sigma level of the process measured and an initial *p-chart* is used to check process stability. To identify and rank the causes of nonconformities, a *fishbone diagram* and *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* are utilized. A *p-chart* and a *single sampling inspection* are also proposed to monitor quality. This study finds that the current process has a sigma level of 1.5. For improvement, a *p-chart* having a distance of  $1.65\sigma$  from the center line to the control limits and constructed using sample size of 557 is recommended. A *single sampling plan* with critical value of 38 and sample size of 587 is proposed if inspection cost is the criterion. If producer's risk is the criterion, a *single sampling inspection* with critical value of 39 and sample size of 604 is suggested.

Keywords: DMAIC, quality, process

### 1. Pendahuluan

Kualitas sebuah produk dapat diartikan sebagai kemampuan produk tersebut untuk menyediakan satu atau lebih karakteristik yang diinginkan oleh konsumen [1]. Kualitas juga merupakan salah satu faktor penentu kesuksesan dan berkembangnya sebuah usaha. Ini berlaku terhadap semua jenis industri, termasuk industri farmasi.

Industri farmasi dituntut untuk senantiasa menjaga, memperbaiki, dan menjamin kualitas produk mereka. Menurut Kementerian Kesehatan RI [2], industri farmasi yang ada di Indonesia harus memproduksi produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan, persyaratan distribusi, dan tidak menyebabkan efek samping terhadap kesehatan konsumen. Untuk menjamin ini, industri farmasi di Indonesia harus mematuhi apa yang dikenal dengan Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) dan Cara Pembuatan Kosmetik yang Baik (CPKB). Dalam CPOB dan CPKB, standar yang harus diikuti oleh industri ditetapkan oleh pemerintah.

Dalam makalah ini, performansi kualitas sebuah perusahaan farmasi yang berlokasi di kota Padang akan dievaluasi dan dianalisis. Evaluasi dan analisis tersebut difokuskan hanya untuk proses pengepakan salah satu produk yang dihasilkan. Produk tersebut bernama STW. Hasil evaluasi akan menjadi dasar

untuk mendefinisikan tindakan-tindakan untuk perbaikan kualitas. (Karena alasan tertentu, nama perusahaan dan produk yang dievaluasi tidak disebutkan secara lengkap).

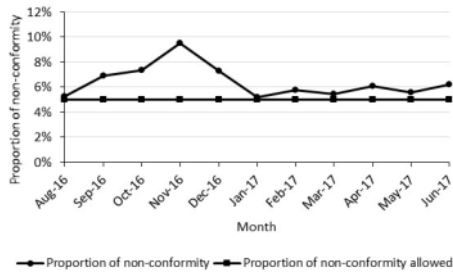
STW memiliki empat variasi, merah, biru, kuning, dan hijau. Setiap harinya, hanya dua variasi yang diproduksi, hijau dan merah, atau kuning dan biru. STW merah diproduksi setelah STW hijau dan STW biru dihasilkan setelah STW kuning. Ini dilakukan untuk menghindari tercampurnya bahan kimia penyusun masing-masing produk. Rata-rata setiap harinya diproduksi 14.500 bungkus produk.

Data telah dikumpulkan mulai dari Agustus 2016 hingga Juni 2017. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa proporsi produk cacat yang dihasilkan di proses pengepakan sebesar 6.5%. Ini lebih tinggi dari standar yang ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 5%. Gambar 1 menunjukkan proporsi cacat di proses pengepakan dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017. Dalam rentang waktu tersebut, proporsi cacat yang dihasilkan setara dengan 13.000 bungkus produk cacat per bulan.

Makalah ini bertujuan untuk mengukur performansi proses saat ini, mencari penyebab tingginya proporsi cacat, dan mengidentifikasi tindakan perbaikan sehingga proporsi cacat tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan. Untuk mencapai

\*Korespondensi: Tel./Fax.: +628126611139  
E-mail: [taufiknazir@yahoo.com](mailto:taufiknazir@yahoo.com)

tujuan tersebut, diaplikasikan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control).



Gambar 1. Proporsi cacat dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017

## 2. Studi Literatur

DMAIC merupakan prosedur pemecahan masalah yang terdiri dari 5 tahapan, *define, measure, analyze, improve, dan control*. DMAIC dapat digunakan untuk mencari akar permasalahan kualitas produk/proses dan mendefinisikan solusi untuk permasalahan tersebut [1]. Menurut Montgomery [1], pada tahap *define*, diidentifikasi kebutuhan konsumen dan kemungkinan dilakukannya tindakan perbaikan. Alat yang dapat digunakan pada tahap ini adalah *project charter*, diagram *Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers* (SIPOC), dan *flow charts*. Pada tahap 2, *measure*, dilakukan pengukuran performansi proses dan penentuan level *sigma* proses. *Process maps, flow chart, cause-and-effect analysis, process capability analysis, gauge R&R, Statistical Process Control* (SPC), dan *process control plans* merupakan alat yang dapat diaplikasikan. Pada langkah *analyze*, data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk menentukan penyebab terjadinya variasi kualitas. Uji hipotesis, selang kepercayaan, analisis regresi, *failure and effect analysis*, rancangan percobaan, SPC, dan *process control plans* dapat digunakan sebagai alat untuk mencapai tujuan tahap *analyze*. Tujuan dari tahap *improve* (tahap ke-3) adalah mencari kandidat solusi, mengevaluasi kandidat solusi tersebut, dan memilih solusi terbaik. Ini dapat dilakukan dengan menerapkan rancangan percobaan dan simulasi. Tahap terakhir, *control*, digunakan untuk mengontrol implementasi solusi yang telah diperoleh. Alat yang dapat digunakan pada tahap ini adalah SPC dan *process control plans*.

DMAIC telah digunakan secara luas untuk memperbaiki kualitas proses [3]. Jirasukprasert *et al.* [4] mengkombinasikan DMAIC, rancangan percobaan dan statistik untuk menginvestigasi cacat yang terjadi pada proses pembuatan sarung tangan karet. Integrasi tiga metode di atas mampu membantu perusahaan penghasil sarung tangan karet tersebut dalam menurunkan jumlah cacat dan meningkatkan level *sigma* prosesnya. Mirip dengan Jirasukprasert *et al.* [4], Prajapati dan Desai [5] menggunakan DMAIC untuk menurunkan jumlah cacat dan meningkatkan level *sigma* proses produksi produk-produk untuk tujuan ekspor. Shamsuzzaman *et al.* [6] juga berhasil meningkatkan level *sigma* proses pemenuhan order di

perusahaan telekomunikasi dengan mengaplikasikan metode DMAIC.

Aplikasi metode DMAIC di industri metalurgi dapat ditemukan di Girmanova *et al.* [7], dan Narula dan Grover [8]. Girmanova *et al.* [7] mengaplikasikan metode DMAIC untuk meminimasi biaya kegagalan yang berhubungan dengan dihasilkannya produk cacat dalam proses metalurgi. Penelitiannya membuktikan bahwa aplikasi metode DMAIC mampu meningkatkan level *sigma* proses hingga 13%. Narula dan Grover [8] juga berhasil memperbaiki performansi proses pengecoran logam dengan menggunakan metode DMIC. Narula dan Grover [8] menggunakan *sampling inspection*, evaluasi pemasok, dan standarisasi proses untuk tindakan perbaikan.

Al-Aomar *et al.* [9] melaporkan penggunaan metode DMAIC di industri makanan dan minuman ringan. Metode DMAIC digunakan untuk mengukur kapabilitas proses, mendeteksi kelemahan proses, dan mendefinisikan tindakan perbaikan yang harus dilakukan. Dalam laporannya, Al-Aomar *et al.* [9] menyatakan bahwa perbaikan efisiensi dan kualitas dapat dicapai dengan sukses. Powell *et al.* [10] mengintegrasikan *value stream mapping* dan DMAIC dan kemudian mengaplikasikannya untuk memperbaiki proses di industri makanan. Hasil dari penelitian ini berupa kumpulan faktor-faktor kunci untuk suksesnya implementasi *value stream mapping* dan DMAIC di industri makanan.

## 3. Metode

Dalam makalah ini penulis mengaplikasikan prosedur dan langkah metode DMAIC yang dijelaskan dalam Montgomery [1].

### 3.1. Define

Pada tahap ini, critical quality characteristic (CTQ) pada proses pengepakan produk STW diidentifikasi. Alat yang digunakan adalah diagram SIPOC. Alat ini digunakan untuk visualisasi proses pengepakan produk STW.

### 3.2. Measure

Pada tahap ini diputuskan bahwa data cacat dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017 akan digunakan. Berdasarkan data tersebut, jenis-jenis cacat yang terjadi akan dikelompokkan, rata-rata proses diestimasi, level *sigma* proses akan dihitung, dan SPC digunakan untuk mengukur performansi proses. Peta kendali *p* juga akan dibangun untuk melihat stabilitas proses. Berdasarkan peta kendali *p* tersebut, probabilitas penerimaan produk  $Pa(p)$  akan dihitung. Ini dilakukan dengan menggunakan fungsi *operating characteristic* (OC) peta kendali *p* yang sudah diperoleh sebelumnya. Selanjutnya *Average Run Length* (ARL) proses juga akan diestimasi.

Untuk membuat peta kendali *p*, menentukan  $Pa(p)$  dan ARL, digunakan persamaan (1)-(5). Pada persamaan tersebut,  $UCL_p$  merupakan batas kontrol atas peta kendali *p*,  $b$  menyatakan jarak dari garis tengah ke garis batas control, dan  $\hat{\sigma}_p$  merupakan estimasi standar deviasi proporsi cacat.

$$CL_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{mn} \quad (1)$$

$$LCL_p = \bar{p} - b\hat{\sigma}_p = \bar{p} - b\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2)$$

$$UCL_p = \bar{p} + b\hat{\sigma}_p = \bar{p} + b\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3)$$

$$Pa(p) = P\left\{z \leq \frac{UCL_p - p}{\sigma_p}\right\} \quad (4)$$

$$ARL = \frac{1}{1 - Pa(p)} \quad (5)$$

3.3. Analyze

Peta kendali *p*, angka probabilitas penerimaan, dan ARL yang telah diperoleh pada tahap *measure* akan dianalisis untuk menentukan penyebab terjadinya cacat. Alat yang akan digunakan adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dari diagram tulang ikan akan diketahui penyebab terjadinya cacat. Penyebab terjadi cacat tersebut akan menjadi input untuk FMEA. Pada FMEA level *severity*, *occurrence*, dan *ability to detect* masing-masing penyebab terjadinya cacat akan ditentukan. Berdasarkan level *severity* (S), *occurrence* (O), dan *ability to detect* (D) tersebut *risk priority number* (RPN) akan ditentukan. Level *severity* (S), *occurrence* (O), dan *ability to detect* (D) akan dievaluasi berdasarkan Stamatis [11] dan RPN dihitung menggunakan persamaan (6).

$$RPN = S \times O \times D \quad (6)$$

3.4 Improve dan Control

Pada tahap ini, RPN yang dihitung pada tahap sebelumnya akan digunakan untuk mendefinisikan tindakan perbaikan. Efek dari tindakan tersebut juga akan diprediksi.

Pada tahap *control*, peta kendali *p* yang baru akan dirancang berdasarkan risiko yang dapat ditolerir oleh produsen ( $\alpha$ ) dan konsumen ( $\beta$ ), proporsi cacat ketika proses terkendali ( $p_1$ ), dan proporsi cacat ketika proses tidak terkendali ( $p_2$ ). Hasil dari proses ini adalah ukuran sampel (*n*) dan nilai *b* yang seharusnya digunakan untuk membuat peta kendali *p*. Persamaan (7) dan (8) digunakan untuk mencari nilai *n* dan *b*. Pada persamaan tersebut,  $\sigma_{p_1}$  dan  $\sigma_{p_2}$  merupakan standard deviasi proporsi cacat ketika proses terkendali dan tidak terkendali. Simbol *z* merupakan variabel distribusi normal standar.

$$1 - \alpha = Pa(p_1) = P\left\{z \leq \frac{\bar{p} - p_1}{\sigma_{p_1}} + b \frac{\sigma_{\bar{p}}}{\sigma_{p_1}}\right\} \quad (7)$$

$$\beta = Pa(p_2) = P\left\{z \leq \frac{\bar{p} - p_2}{\sigma_{p_2}} + b \frac{\sigma_{\bar{p}}}{\sigma_{p_2}}\right\} \quad (8)$$

Prosedur *single sampling* juga akan dirancang untuk menentukan apakah kualitas produk dalam sebuah lot dapat diterima atau tidak. Nilai *acceptance number* (*c*) dan ukuran sampel (*n*) proses *sampling* merupakan hasil dari proses perancangan ini. Untuk mengevaluasi rencana *sampling* yang sudah dirancang, nilai  $\alpha'$  dan  $\beta'$  (nilai risiko sebenarnya yang harus ditanggung oleh produsen dan konsumen) dihitung menggunakan persamaan (9) dan (10).

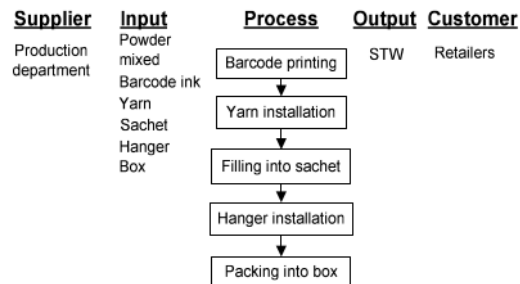
$$1 - \alpha = \sum_{i=0}^c \frac{(np_1)^i}{i!} e^{-np_1} \quad (9)$$

$$\beta = \sum_{i=0}^c \frac{(np_2)^i}{i!} e^{-np_2} \quad (10)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Define

Proses yang menghasilkan STW meliputi tahapan *heating*, *mixing*, *weighing*, dan *packaging*. Gambar 2 menunjukkan diagram SIPOC yang memvisualisasikan elemen-elemen penting proses tersebut. Sebagaimana dijelaskan pada bagian awal makalah ini, proporsi cacat pada bagian pengepakan (*packaging*) mencapai 6.5% (1.5% lebih tinggi dari target yang ditetapkan perusahaan). Oleh karena itu, proses perbaikan difokuskan pada tahap pengepakan dan yang bertindak sebagai CTQ adalah persentase produk cacat di tahapan pengepakan.



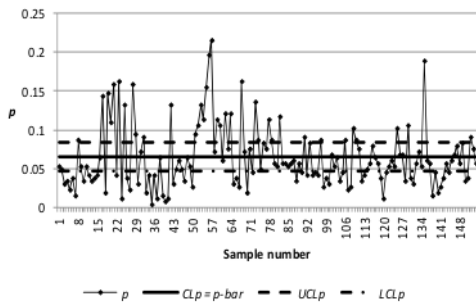
Gambar 2. Diagram SIPOC

4.2 Measure

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari Agustus 2016 sampai dengan Juni 2017. Terdapat empat jenis cacat yang terjadi pada tahap pengepakan, yaitu bocor, nomor *batch* tidak jelas, tidak ada benang, dan kantong dalam keadaan rusak. Persentase kejadian cacat tersebut adalah 62%, 32%, 4%, dan 2%. Saat ini, tindakan yang dilakukan oleh pihak perusahaan dalam menangani cacat yang terjadi adalah dengan melakukan tindakan *corrective*. Apabila terjadi kebocoran maka kantong diperbaiki dan dilakukan pengisian ulang, jika kantong rusak maka kantong diganti, apabila benang tidak ada maka dilakukan pemasangan ulang, dan jika nomor *batch* tidak jelas maka dilakukan pencetakan ulang.

Untuk mengevaluasi stabilitas proses, peta kendali  $p$  awal ( $\pm 3\sigma$ ) dibangun menggunakan sampel dengan ukuran  $n = 1.584$  kantong (total terdapat 154 sampel). Ukuran sampel  $n = 1.584$  digunakan berdasarkan jumlah produk yang secara rutin diperiksa setelah tahap pengepakan. Gambar 3 menunjukkan peta kendali  $p$  tersebut.

Rata-rata proses  $\bar{p} = 6.5\%$  dan estimasi standar deviasi  $\bar{p}$  adalah  $\sigma_{\bar{p}} = 0.0062$ . Dengan demikian dapat level  $\sigma$  proses adalah  $\Phi^{-1}(1 - 0.065) = 1.5$ . Berdasarkan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa proses tidak stabil. Perhatian perlu diberikan untuk titik-titik yang berada di atas  $UCL_p$ . Dari 154 sampel, 40 di antaranya berada di atas  $UCL_p$ .



Gambar 3. Peta kendali  $p$  awal

Tabel 1 menunjukkan performansi proses pengepakan setiap bulannya. Dapat disimpulkan bahwa pada November 2016, performansi proses berada pada level terburuk.  $ARL$  dan  $Pa(p)$  pada bulan tersebut adalah 1.051 dan 0.048. Artinya, apabila sampel saat ini berada di dalam batas kendali maka sampel berikutnya akan berada di luar batas kendali dan hanya 48 buah produk yang dapat diterima kualitasnya dari 1000 buah produk yang diproduksi.

Tabel . Performansi proses setiap bulannya

Bulan	Agus-16	Sept-16	Okt-16
$Pa$	~ 1	0.986	0.926
$ARL$	> 3,000	72.707	13.550
Bulan	Nov-16	Des-16	Jan-17 – Jun-17
$Pa$	0.048	0.941	~ 1
$ARL$	1.051	16.916	> 3,000

4.3 Analyze

Diagram tulang ikan digunakan untuk menentukan akar penyebab dihasilkannya produk cacat di tahap pengepakan. Diagram tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4. Terdapat tiga faktor penyebab terjadinya cacat, yaitu faktor manusia, mesin, dan material. Dari sisi manusia, penyebab utama terjadinya cacat adalah kurang fokus, lalai dalam pengecekan keberadaan benang, dan kesalahan dalam *set-up* mesin. Hanya ada satu penyebab permasalahan dari sisi material, yaitu kualitas etiket. Dari sisi mesin terdapat beberapa penyebab produk cacat, di antaranya adalah printer yang sudah aus dan perawatan mesin yang tidak terjadwal.



Gambar 4. Diagram tulang ikan

Selanjutnya dengan menggunakan FMEA, nilai RPN untuk setiap akar permasalahan ditentukan. Tiga orang ahli, semuanya dari pihak perusahaan, diwawancarai untuk menentukan level severity, occurrence, dan detection masing-masing akar penyebab permasalahan. Skala yang digunakan adalah skala 1 – 10, 1 = sangat rendah dan 10 = sangat tinggi. Setelah itu akar penyebab permasalahan diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil berdasarkan nilai RPN, lihat Tabel 2.

4.4 Improve dan control

Tindakan perbaikan yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk mengontrol proses perbaikan, digunakan SPC. Diketahui bahwa konsumen tidak mau menerima lebih 10% ( $\beta$ ) produk dengan proporsi cacat 8% atau lebih buruk ( $p_2$ ). Konsumen juga ingin produsen untuk memproduksi produk dengan rata-rata proses 5% ( $p_1$ ) atau lebih baik. Jika itu terpenuhi maka konsumen akan menerima paling tidak 95% ( $1-\alpha$ ) produk yang dikirimkan oleh produsen. Berdasarkan informasi di atas, dirancang sebuah peta kendali  $p$  yang baru. Pada saat proses terkendali diasumsikan bahwa  $p_1 = \bar{p} = 0.05$ . Jadi,

$$1 - 0.05 = P \left\{ z \leq \frac{0.05 - 0.05}{\sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}}} + b \sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}} \right\}$$

Dengan menyelesaikan persamaan di atas diperoleh  $b = 1.65$ . Ketika proses tidak terkendali,

$$0.1 = P \left\{ z \leq \frac{0.05 - 0.08}{\sqrt{\frac{0.08(1 - 0.08)}{n}}} + (1.65) \sqrt{\frac{0.05(1 - 0.05)}{n}} \right\}$$

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh  $n = 557$ . Dengan demikian direkomendasikan penggunaan peta kendali  $p$  dengan jarak dari garis tengah ke batas kendali atas sebesar  $1.65\sigma$  ( $\sigma$  adalah standar deviasi proses). Peta tersebut dibangun menggunakan sampel dengan ukuran  $n = 557$  kantong.

Tabel 1. RPN akar penyebab produk cacat

Jenis cacat	Penyebab	RPN	Tindakan perbaikan
Bocor	Kelebihan beban	96	Tambah operator
	Tidak fokus	245	Atur waktu istirahat
	Tidak ikut prosedur	144	Pelatihan dan pengawasan
	Penggantian komponen tidak terjadwal	80	Jadwalkan penggantian komponen
	Tidak ada jadwal rutin perawatan mesin	80	Jadwalkan perawatan mesin
	Nomor <i>batch</i> tidak rata	196	Cek nomor <i>batch</i> secara teratur
Nomor <i>batch</i> tidak jelas	Kelebihan beban	144	Tambah operator
	Penyetelan mesin tidak benar	168	Sediakan SOP
	Printer aus	147	Pengecekan dan perawatan berkala
	Pembacaan sensor tidak benar	168	Pengecekan dan perawatan berkala
	Proses perawatan tidak dilakukan dengan baik	120	Sediakan SOP
Tidak ada benang	Kelebihan beban	192	Tambah operator
	Tidak memeriksa keberadaan benang	224	Sediakan SOP
	Kumparan kusut	240	Pengecekan berkala
Kantong rusak	Kantong mengkerut	200	Sediakan SOP pengecekan kantong

Selanjutnya, prosedur *single sampling inspection* dirancang untuk proses pengepakan. Diketahui bahwa  $p_1/p_2 = 1.6$  dan diketahui bahwa nilai tersebut berada di antara  $c = 38$  dan  $c = 39$  (nilai ini dapat dilihat di tabel *two-point design of a single sampling plan* di buku teks pengendalian kualitas). Rencana inspeksi yang dihasilkan ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. *Single sampling inspection*

Plan no.	c	n	$\alpha'$	$\beta'$
1	38	587	0.0505	0.1057
2	38	590	0.0536	0.0997
3	39	605	0.0511	0.0973
4	39	604	0.0501	0.0922

Jika perusahaan ingin meminimasi biaya inspeksi, direkomendasikan penggunaan *plan* 1. Jika perusahaan ingin meminimasi risiko, diusulkan penggunaan *plan* 4. Prosedur inspeksinya adalah sebagai berikut:

1. Ambil dan periksa sebanyak  $n$  kantong

2. Jika ditemukan  $c$  atau lebih sedikit produk cacat dalam sampel maka terima lot produk tersebut.
3. Jika ditemukan lebih dari  $c$  produk cacat dalam sampel maka tolak lot produk tersebut.

## 5. Simpulan

Dalam makalah ini, metode DMAIC diaplikasikan untuk mengurangi jumlah produk cacat dalam proses pengepakan produk STW yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan farmasi yang berlokasi di kota Padang, Indonesia. Penelitian ini menemukan bahwa level *sigma* proses saat ini adalah  $1.5\sigma$  dan rata-rata proporsi produk cacat yang dihasilkan adalah 6.5% ( $1.5\%$  lebih tinggi dari batas maksimum yang diinginkan perusahaan). Selanjutnya, juga ditemukan bahwa proses pengepakan sangat tidak stabil pada bulan Sep-16, Okt-16, Nov-16, dan Des-16.

Berdasarkan diagram tulang ikan dan hasil analisis menggunakan FMEA, kesalahan operator merupakan faktor dominan penyebab dihasilkannya produk cacat. Untuk meningkatkan performansi proses, peta kendali  $p$  dengan  $b = 1.65\sigma$  dan  $n = 557$  diusulkan untuk digunakan. Untuk meminimasi biaya inspeksi, *single sampling plan* dengan  $n = 587$  dan  $c = 38$  direkomendasikan untuk dipakai. Namun jika perusahaan ingin meminimasi risikonya sebagai produsen, *single sampling plan* dengan  $n = 604$  dan  $c = 39$  diusulkan untuk digunakan.

## Daftar Pustaka

- [1] D. C. Montgomery, *Statistical Quality Control*, Seventh Ed. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, 2013.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, "Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1799/Menkes/Per/XII/2010." Jakarta, 2010.
- [3] K. Srinivasan, S. Muthu, S. R. Devadasan, and C. Sugumaran, "Enhancement of sigma level in the manufacturing of furnace nozzle through DMAIC approach of Six Sigma: a case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no. 10, pp. 810–822, 2016.
- [4] P. Jirasukprasert, J. A. Garza-Reyes, V. Kumar, and M. K. Lim, "A Six Sigma and DMAIC Application for The Reduction of Defects in a Rubber Gloves Manufacturing Process," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 5, no. 1, pp. 2–22, 2015.
- [5] N. J. Prajapati and D. A. Desai, "Application of Six Sigma at an export oriented Unit: a case study," *Int. J. Product. Qual. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 507–535, 2016.
- [6] M. Shansuzzaman, M. Alzeraif, and I. Alsyouf, "Using Lean Six Sigma to improve mobile order fulfillment process in a telecom service sector," *Prod. Plan. Control*, vol. 29, pp. 1–14, 2018.
- [7] L. Girmanová, M. Šolc, J. Kliment, A. Divoková, and V. Mikloš, "Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation," *Acta Technol. Agric.*, vol. 20, no. 4, pp. 104–109, 2017.

- [8] V. Narula and S. Grover, "Application of Six Sigma DMAIC Methodology for Reducing Defects in a Foundry Shop," *Mater. Sci. Forum*, vol. 808, pp. 79–87, 2015.
- [9] R. Al-Aomar, A. Al-Saberi, M. Al-Ameri, A. Al-Wahedi, and K. Eke, "Six sigma application to food and beverage testing services," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 12, no. 6, pp. 819–824, 2017.
- [10] D. Powell, S. Lundeby, L. Chabada, and H. Dreyer, "Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 8, no. 1, pp. 53–64, 2017.
- [11] D. Stamatis, *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*, Second. Milwaukee: American Quality Press, 2003.



## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

- 1** S. Venkatesan, G. Sundaramali, R. Velu, N. Dilip Raja. "Evaluation of lead time for contour and roundness measuring equipment", *Materials Today: Proceedings*, 2020  
Publication 1%
- 2** [repository.widyatama.ac.id](https://repository.widyatama.ac.id)  
Internet Source 1%
- 3** [p25ext.lanl.gov](https://p25ext.lanl.gov)  
Internet Source 1%
- 4** V. Raja Sreedharan, R. Raju. "A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries", *International Journal of Lean Six Sigma*, 2016  
Publication <1%
- 5** [journals.plos.org](https://journals.plos.org)  
Internet Source <1%
- 6** Prashant Tiwari, J. Kiarash Sadeghi, Chinweike Eseonu. "A sustainable lean production framework with a case implementation: <1%

# Practice-based view theory", Journal of Cleaner Production, 2020

Publication

---

7	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Internet Source	<1 %
8	Anshu Gupta, Pallavi Sharma, S. C. Malik, Neha Agarwal, P. C. Jha. "Productivity Improvement in the Chassis Preparation Stage of the Amplifier Production Process: A DMAIC Six Sigma Methodology", International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, 2016 Publication	<1 %
9	Cristina Veres. "Conceptual Model for Introducing Lean Management Instruments", Procedia Manufacturing, 2020 Publication	<1 %
10	Virender Narula, Sandeep Grover. "Application of Six Sigma DMAIC Methodology for Reducing Defects in a Foundry Shop", Materials Science Forum, 2014 Publication	<1 %
11	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %

---

13	M.L. Meena, R. Jain, P. Kumar, S. Gupta, G.S. Dangayach. "Process improvement in an Indian automotive part manufacturing company: a case study", International Journal of Productivity and Quality Management, 2018 Publication	<1 %
14	idoc.pub Internet Source	<1 %
15	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
16	Anand S. Patel, Kaushik M. Patel. "Critical review of literature on Lean Six Sigma methodology", International Journal of Lean Six Sigma, 2021 Publication	<1 %
17	ahmadpradipta.blogspot.com Internet Source	<1 %
18	docplayer.info Internet Source	<1 %
19	es.scribd.com Internet Source	<1 %
20	indofarma.id Internet Source	<1 %
21	Prajapati, Nayankumar J., and Darshak A. Desai. "Application of Six Sigma at an export	<1 %

oriented unit: a case study", International  
Journal of Productivity and Quality  
Management, 2016.

Publication

---

22

[docobook.com](http://docobook.com)

Internet Source

<1 %

---

23

[tesis.pucp.edu.pe](http://tesis.pucp.edu.pe)

Internet Source

<1 %

---

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On