

Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses *Spinning* Benang Katun dengan Metode *Six Sigma* (Studi Kasus PT. Primissima)

Sahrial Amri, I Wayan Suletra, Fakhrina Fahma*
Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Abstract

As a textile company which produces grey, PT. Primissima surely needs high quality yarn which is also produced in its factory as its main basic material. Decline in yarn quality that significantly happened on May until August 2004 causes negative effects to the company, especially in customer satisfaction. Analysis of process stability and capability is should be done to prove and explain the problem, particularly on the existing spinning III process.

Analysis using Six Sigma method begins with identifying customer needs, then mapping customer needs into the critical to quality characteristics (CTQ), determining CTQ priority level based on customer importance rating and customer satisfaction rating, and last, measuring sigma value, process stability and process capability of the CTQ top priority level.

The result that focused on unevenness yarn CTQ shows, with sigma value of 4.07 sigma, process condition isn't stable and capable enough to meet the company's specification target. From the process analysis is also obtained information that many factors like environment, machine, tool, process, material, employee, and measurement system are supposed causing the problem. Improvement and control suggestions are also given here.

Keywords : *Six Sigma, process stability, process capability, spinning process, CTQ, unevenness yarn.*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan kualitas benang sebagai bahan baku utama pembuatan kain sangatlah diperhatikan dalam perusahaan tekstil. Seperti di PT. Primissima ini yang memproduksi blacu (lembaran setengah jadi) yang berbahan baku utama benang yang juga diproduksi sendiri oleh PT. Primissima. Kualitas dari suatu benang ditentukan oleh proses pembuatan benang itu sendiri, mulai dari pengecekan serat sebagai bahan baku utama benang sampai pada proses *spinning* dan *winding*, di mana benang yang sudah jadi kemudian digulung dalam suatu *bobbin* atau *cone* yang siap untuk diproses lebih lanjut di departemen pertenunan (*weaving*). Benang yang diproduksi ada tiga jenis yaitu benang 40CD, 40CM, dan 50CM, masing-masing mempunyai criteria spesifikasi yang berbeda-beda.

Kualitas benang yang dihasilkan secara nyata turun dari waktu ke waktu, misalnya mulai dari Mei hingga Agustus 2004. Karakteristik kualitas yang turun seperti ketidakrataan benang (penyimpangan terhadap lebar penampang atau permukaan benang), benang tebal (diameter benang melebihi standar spesifikasi), serta nep (bintik dan kotoran pada benang). Pada karakteristik ketidakrataan benang (nilai U%), dari nilai target benang 40CD yang

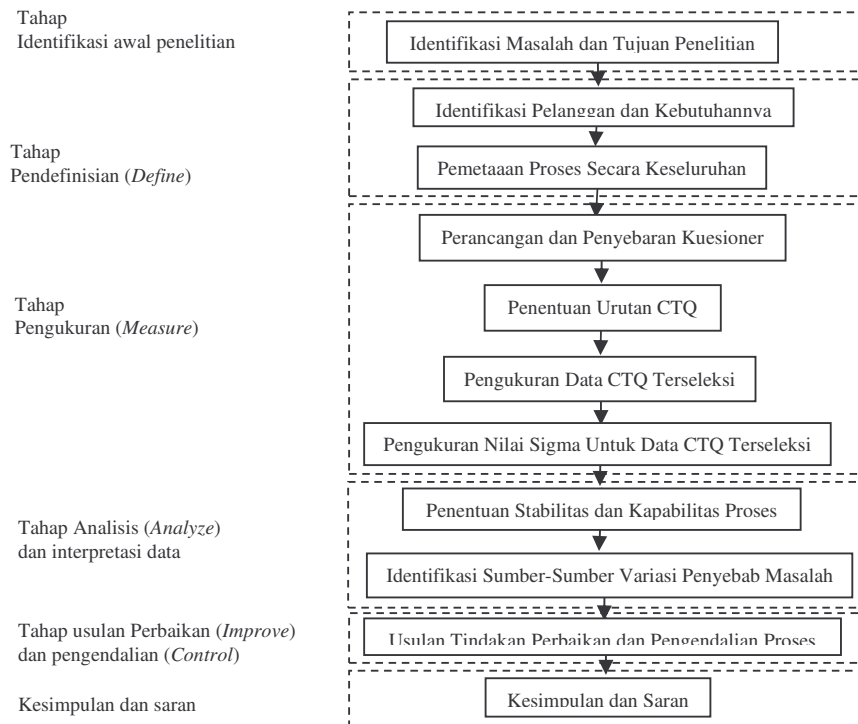
* *Correspondence* : E-mail : suletra@uns.ac.id, fakhrina@uns.ac.id

seharusnya berada pada level 15%, ternyata mulai bulan Mei 2004 terjadi gejala penurunan yang sangat signifikan yang berkelanjutan hingga bulan Agustus 2004 dengan rata-rata U%-nya mencapai 15,86%. Penurunan kualitas ini juga terjadi pada benang 40CM dan 50CM. Sedangkan penyimpangan nilai target untuk karakteristik benang tebal dan nep benang sangat signifikan rata-rata penurunannya dapat mencapai nilai 5% setiap bulannya untuk semua jenis benang (40CD, 40CM maupun 50CM)

Keadaan ini mengakibatkan PT. Primissima terpaksa menurunkan standar spesifikasi dari benang pada ketiga karakteristik diatas. Hal ini kemudian berpengaruh pada target produksi benang seringkali tidak terpenuhi dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap *customer* yaitu kualitas blacu yang juga mengalami penurunan yang berujung pada ketidakpuasan terhadap produk PT. Primissima. Penyebab utama terjadinya permasalahan di atas dikarenakan adanya ketidakstabilan dan ketidakmampuan proses untuk memproduksi benang sesuai standar yang ditentukan, untuk itu analisis yang dilakukan pada penelitian ini dititikberatkan pada pembahasan stabilitas dan kapabilitas proses untuk menghasilkan produk benang yang dapat memuaskan kebutuhan *customer* dengan didekati melalui metode *Six Sigma*. Alasan penggunaan *Six Sigma* tidak lepas dari filosofi PT. Primissima sendiri yang erat kaitannya dengan tujuan implementasi *Six Sigma*, yaitu “Produk unggulan untuk kepuasan pelanggan” dengan kebijakan mutu yang juga diutamakan pada kepuasan pelanggan (*customer*), serta melalui metode *Six Sigma* ini diharapkan agar permasalahan yang tersebut diatas dapat teratasi, sehingga kualitas benang akan semakin membaik sesuai dengan standar kualitas yang ingin dicapai oleh perusahaan.

2. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah kerangka pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap pendefinisian (*define*) dan tahap pengukuran (*measure*).

3.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

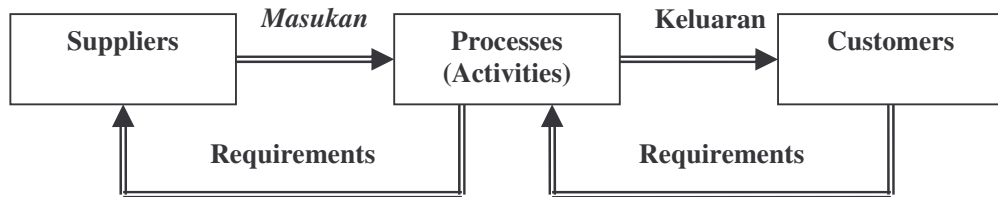
Tahap *Define* yang terdiri dari identifikasi pelanggan dan kebutuhannya serta pemetaan proses, secara lengkap dijelaskan di bawah ini.

i. Identifikasi Pelanggan dan Kebutuhannya

Pelanggan untuk produk benang ada 2 macam, yaitu pelanggan langsung dan pelanggan tidak langsung. Pelanggan langsung adalah proses lanjutan dari *spinning* yaitu proses *weaving* PT. Primissima. Sedangkan pelanggan tidak langsung yang dimaksud adalah konsumen akhir (pemakai), karena konsumen akhir tersebut menerima produk sudah dalam bentuk blacu (*grey*).

ii. Pemetaan Proses

Pemetaan proses bertujuan untuk mengenal serta mengidentifikasi proses produksi benang secara umum dari *raw material* sampai dengan pelanggan yang menggunakannya. Pengidentifikasi proses pada tahapan ini menggunakan *tool* diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process Output-Control*). Kebutuhan atau persyaratan kunci *Inputs* dan *Outputs* sering ditambahkan kedalam diagram SIPOC tersebut, sehingga menjadi SIRPORC (*Suppliers-Input Requirements-Processes-Keluaran Requirements-Customers*).



Gambar 2. Skema Diagram SIRPORC

3.2 Tahap Pengukuran (*Measure*)

Hal-hal yang dilakukan pada tahapan *Measure* seperti perancangan dan penyebaran kuesioner, penentuan urutan prioritas CTQ, pengukuran data CTQ terseleksi serta pengukuran nilai sigma akan dijelaskan secara lengkap di bawah ini.

- **Perancangan dan Penyebaran Kuesioner**

Kuesioner disini dimaksudkan untuk mendefinisikan kebutuhan pelanggan terhadap karakteristik kebutuhan yang telah teridentifikasi mengenai tingkat kepentingan, tingkat kepuasan serta harapan perbaikan produk benang dari yang sekarang (*voice of customers*). Responden dari kuesioner ini adalah karyawan bagian *weaving* yang mengerti secara detil proses serta karakteristik kebutuhan benang tersebut.

- **Penentuan Urutan Prioritas Karakteristik Kualitas Kritis (CTQ)**

Pengolahan data responden hasil kuesioner bertujuan untuk menentukan urutan prioritas karakteristik kualitas kritis (*Critical to Quality/CTQ*). Pada tahapan ini digunakan *tool House of Quality (HOQ)* yang merupakan bagian dari perencanaan *Quality Function Deployment (QFD)*. Adapun langkah-langkah penentuan urutan prioritas untuk setiap CTQ dengan menggunakan HOQ, sebagai berikut:

- a. Penentuan *customer requirements (WHATS)*, menggambarkan karakteristik kebutuhan pelanggan yang kata-katanya telah ditransformasi berdasarkan *voice of customer* pada kuesioner
- b. Penentuan *customer importance*, merupakan nilai rata-rata dari hasil kuesioner pada bagian tingkat kepentingan.
- c. Penentuan *customer ratings*, merupakan nilai rata-rata dari hasil kuesioner pada bagian tingkat kepuasan.
- d. Penentuan *design requirements (HOWS)*, merupakan semua karakteristik teknis yang diukur oleh perusahaan yang berhubungan dengan kualitas produk. Dalam prinsip *Six Sigma*, *HOWS* mempunyai fungsi yang sama CTQ, sehingga, untuk selanjutnya dalam penulisan ini, *HOWS* disebut dengan CTQ.
- e. Penentuan *correlation matrix*, menggambarkan hubungan korelasi diantara karakteristik teknis yang ada. Simbol yang digunakan untuk menggambarkan hubungan ini terdapat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Simbol *correlation matrix*

Simbol	Arti
⊕	pengaruh positif sangat kuat
+	pengaruh positif kuat
kosong	tidak ada pengaruh
—	pengaruh negatif kuat
⊖	pengaruh negatif sangat kuat

- f. Penentuan *objective target values*, menggambarkan target spesifikasi yang diterapkan perusahaan pada setiap *design requirement*
- g. Penentuan *relationship values*, menggambarkan hubungan kekerabatan yang menunjukkan sejauhmana pengaruh *design requirement* untuk memenuhi *customer requirement*. Simbol yang digunakan untuk menggambarkan hubungan ini disajikan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Simbol *relationship value*

Simbol	Arti	Nilai numerik
kosong	tidak ada hubungan	0
⊙	hubungan kuat	9
O	hubungan sedang	3
Δ	hubungan lemah	1

- h. Penghitungan *technical importance* serta *technical satisfaction*, merupakan perhitungan yang melibatkan *customer importance* dan *customer rating* yang melibatkan nilai numerik dari simbol *relationship value* bertujuan untuk

menentukan urutan prioritas penanganan karakteristik teknis ditinjau dari segi kepentingan serta kepuasan *customer*.

- i. Penentuan urutan prioritas CTQ, didasarkan pada selisih antara *technical importance* dan *technical satisfaction* yang terbesar. Hasil dari langkah inilah yang untuk selanjutnya akan dibahas lebih mendalam.

- **Pengukuran Data CTQ Terseleksi**

Proses pengukuran data disertai keterangan waktu, tempat dan cara pengukuran CTQ yang mempunyai urutan prioritas tertinggi terdapat pada tahapan ini. Data ini akan digunakan dalam penghitungan nilai sigma, serta pada proses penentuan stabilitas dan kapabilitas proses.

- **Penghitungan Nilai Sigma**

Salah satu parameter keberhasilan metode *Six Sigma* dilihat dari hasil perhitungan nilai sigma pada keluaran proses. Semakin tinggi nilai sigma, maka produk tersebut akan semakin memenuhi ekspektasi dari pelanggan. Perhitungan nilai sigma ini menggunakan konsep dari *Six Sigma* Motorola dimana pada prosesnya mengijinkan bergesernya nilai rata-rata proses sebesar 1,5 sigma.

4. Analisis

4.1 Analisis *House of Quality*

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *House of Quality* didapatkan bahwa CTQ ketidakrataan benang mempunyai selisih terbesar dari nilai *technical importance* dan *technical satisfaction* dapat dilihat pada tabel 3. Hal ini menandakan bahwa di mata *customer*, CTQ ini memiliki tingkat kepentingan yang tinggi, tetapi mempunyai kualitas yang rendah sehingga *customer* merasa tidak puas terhadap kualitas ketidakrataan benang ini. Sehingga CTQ ketidakrataan benang perlu mendapat perbaikan yang paling diprioritaskan dalam penelitian mereka.

Tabel 3. Urutan selisih nilai *technical importance* dengan *technical satisfaction*

HOWS (CTQ)	Selisih
Ketidakrataan benang	29,65
TPI	23,67
Nomor benang	22,32
Benang tebal	20,98
Kekuatan benang	20,96
Benang tipis	20,18
Nep	19,32
Bentuk gulungan pada <i>cone</i>	14,91
Sambungan benang	13,68
Panjang benang dalam <i>cone</i>	7,26

4.2 Analisis Nilai Sigma

Pada benang 40 CD keluaran proses berada pada kinerja 4,14 sigma atau 4145 DPMO. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap satu juta bagian benang, maka akan terdapat 4145 bagian yang menyimpang dari standar ketidakrataan benang (U%). Artinya, dilihat secara hasil (benang), hampir semua bagian dari benang tersebut (99,5855%) memenuhi standar spesifikasi U% yang ditetapkan oleh PT. Primissima. Analog juga dengan benang 40 CM yang memiliki

keluaran proses berada pada kinerja 4,02 sigma atau 5868 DPMO dan benang 50CM yang memiliki keluaran proses berada pada kinerja 4,01 sigma atau 6037 DPMO.

4.3 Analisis Stabilitas Proses

Dari hasil pengolahan data mentah U% untuk benang 40 CD dan benang 50 CM menunjukkan bahwa proses kurang stabil. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada proses pemintalan masih terdapat gangguan yang bersifat khusus (diluar system) yang mempunyai potensi untuk mengganggu kinerja proses, maka sebelum digunakan dalam pengukuran kapabilitas proses, proses tersebut perlu distabilkan terlebih dahulu dengan membuang data yang menyimpang. Sedangkan untuk benang 40 CM, dari hasil pengolahan data U% menunjukkan bahwa proses dalam kondisi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses tersebut hanya terdapat sumber variasi umum, walaupun ada sumber variasi khusus, maka tidak terlalu mempengaruhi kinerja dari proses itu sendiri, sehingga penyebab umum yang ada tersebut harus ditekan serendah mungkin, agar kualitas ketidakrataan benangnya tidak mengalami penurunan dari waktu ke waktu.

4.4 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses dilakukan pada setiap jenis benang yang diproduksi, adapun rangkuman hasil pengolahan kapabilitas proses benang jenis 40CD, 40CM maupun 50CM ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman hasil perhitungan indeks kapabilitas proses

Jenis Benang	C_{pm}	C_{pmk}	Keterangan
40CD	0,56	0,24	proses tidak mampu
40CM	0,61	0,30	proses tidak mampu
50CM	0,52	0,19	proses tidak mampu
rata-rata	0,56	0,24	proses tidak mampu

- **Kapabilitas Proses Benang 40 CD**

Secara keseluruhan proses produksi benang 40CD di PT. Primmisima sangat berpotensi untuk menghasilkan nilai U% yang jauh dari nilai targetnya 15%, serta jika proses tidak segera diperbaiki, maka dari waktu ke waktu akan semakin menghasilkan nilai U% di atas 17% (semakin banyak kecacatan terjadi).

- **Kapabilitas Proses Benang 40 Cm**

Secara keseluruhan, proses pemintalan benang 40CM di PT. Primmisima sangat berpotensi untuk menghasilkan nilai U% yang jauh dari nilai targetnya 11,5%, dan jika tidak segera diperbaiki, maka proses tersebut sangat memiliki kecenderungan untuk menghasilkan nilai U% di atas 13,5%.

- **Kapabilitas Proses Benang 50 Cm**

Dapat disimpulkan bahwa proses pemintalan benang 50CM di PT. Primmisima sangat berpotensi untuk menghasilkan nilai U% yang jauh dari nilai targetnya 11,9% dengan kecenderungan semakin lama akan menghasilkan nilai U% di atas 14%.

4.5 Analisis Integrasi Nilai Sigma, Stabilitas dan Kapabilitas Proses

Untuk proses benang 40 CD pada kinerja keluaran U% proses sebesar 4,14 sigma, proses berada dalam kondisi kurang stabil dan tidak *capable* (mampu) walaupun sebelumnya, proses sudah distabilkan terlebih dahulu. Hal ini cukup mengherankan mengingat kinerja 4,14 sigma termasuk dalam kinerja yang tinggi untuk ukuran prinsip *Six Sigma*. Hal ini bisa terjadi disebabkan karena alasan berikut ini :

- PT. Primissima jauh lebih mementingkan kualitas hasil (product oriented) daripada kualitas proses (process oriented) dengan mengorbankan atau tidak terlalu mepedulikan kualitas proses tersebut. Dengan kata lain proses dapat sedikit dikorbankan asalkan customer merasa puas.
- PT. Primissima memberi kelonggaran terlalu besar pada standar spesifikasi U%-nya. Pada benang 40CD misalnya, nilai target sebesar 15%, tetapi USL-nya mencapai 17%. Hal ini dimungkinkan terjadi karena, pada proses penghitungan nilai sigma tidak menggunakan nilai target, sedangkan pada penghitungan indek kapabilitas proses, nilai target menjadi elemen yang sangat penting. Dengan demikian PT. Primissima perlu menganalisis kembali standar spesifikasi ketidakrataan benang yang mereka tentukan, terutama untuk batas spesifikasi atasnya (USL).

Analisis diatas analog untuk benang 40 CM dan benang 50 CM.

4.6 Analisis Variasi Penyebab Masalah

Analisis sumber variasi penyebab masalah ditekankan pada penyebab terjadinya ketidakrataan benang yang dapat diringkas pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. Ringkasan Diagram Sebab Akibat

Akibat	Sebab	
	Tulang besar	Tulang kecil
Ketidakrataan benang	Material	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spesifikasi kapas ▪ Nep pada kapas ▪ Kondisi <i>bobbin</i>
	Tenaga kerja	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perbaikan mesin dan alat ▪ Perawatan mesin dan alat ▪ motivasi
	Proses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kecepatan spindel ▪ Keluaran pra <i>ring spinning</i> ▪ Kecepatan rol <i>pengedraftan</i>
	Pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alat ukur ▪ Operator pengukuran ▪ Jumlah sampel
	Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suhu dan kelembaban ▪ Kotoran
	Mesin dan Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umur mesin ▪ Komponen mesin ▪ Kebersihan rol <i>draft</i> ▪ Alat pengatur suhu ▪ Alat penyedot kapas ▪ Jarak antara sepasang rol

5. Usulan Perbaikan (*Improve*) dan Pengendalian (*Control*)

5.1 Usulan Perbaikan (*Improve*)

Berikut ini adalah beberapa usulan perbaikan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi berdasarkan penelitian serta analisis yang telah dilakukan.

1. Membentuk tim pengendali kualitas
2. Mengevaluasi system pengukuran
3. Membuktikan pengaruh sumber variasi penyebab masalah terhadap kualitas benang
4. Menentukan prioritas penanganan perbaikan pada setiap permasalahan

5.2 Usulan Pengendalian (*Control*)

Setelah dilakukan tindakan perbaikan, maka PT. Primissima perlu melakukan tindakan pengendalian terhadap perbaikan-perbaikan tersebut, terutama yang langsung berhubungan dengan proses. Adapun beberapa tindakan pengendalian yang akan diusulkan, sebagai berikut:

1. Melakukan perawatan secara kontinu
2. Menerapkan pengendalian proses statistic secara langsung (online SPC)
3. Mengukur kapabilitas proses setiap periode waktu tertentu

6. Kesimpulan

Model penjadwalan pekerjaan pada *no-wait flowshop* menghasilkan total waktu tinggal aktual yang lebih besar dari model penjadwalan pekerjaan pada *flowshop*. Hal ini disebabkan karena model penjadwalan pekerjaan dengan *no-wait* menghasilkan solusi dengan waktu *idle* yang lebih panjang dari model penjadwalan pekerjaan tanpa *no-wait*. Waktu *idle* ini terjadi karena saat mulai proses pekerjaan pada suatu mesin mungkin ditunda supaya saat selesainya sama dengan saat mulai proses pekerjaan pada mesin berikutnya.

1. Kebutuhan proses pertununan dapat diakomodasi oleh 10 CTQ pengukuran benang yang berkualitas, yaitu nomor benang, kekuatan benang, ketidakrataan benang, nep, TPI, bentuk gulungan benang pada *cone*, sambungan benang, panjang benang dalam *cone*, benang tipis serta benang tebal. Sesuai hasil urutan prioritas tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan teknis menurut *customer* yang dijabarkan melalui *tool House of Quality*, maka penelitian difokuskan pada karakteristik kualitas (CTQ) ketidakrataan benang.
2. Rata-rata output nilai karakteristik ketidakrataan (U%) benang produksi PT. Primissima berada pada kinerja 4,07 sigma. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap satu juta bagian benang akan terdapat 5085 bagian yang menyimpang dari standar spesifikasi U% yang ditetapkan perusahaan.
3. Pada tingkat kinerja 4,07 sigma tersebut, rata-rata proses dinilai kurang stabil. Hal ini dibuktikan dengan masih terdapatnya data yang menyimpang dari batas kendali proses.
4. Setelah proses distabilkan dengan membuang data yang menyimpang tersebut, proses masih dinilai tidak mampu untuk menghasilkan nilai U% sesuai dengan spesifikasi target serta tidak mampu untuk memenuhi batas spesifikasi atas (USL) yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini tercermin dari nilai rata-rata indek kapabilitas proses C_{pm} sebesar 0,56 dan C_{pmk} sebesar 0,24, jauh dibawah nilai 1 yang merupakan syarat proses tersebut dianggap cukup mampu.

5. Adapun penyebab ketidakstabilan dan ketidakmampuan proses tersebut diduga berasal dari faktor lingkungan, mesin dan peralatan, proses, material, tenaga kerja serta faktor pengukuran.

Daftar Pustaka

- Aldowaisan, T. and Allahverdi, A. (1998), "Total flowtime in no-wait flowshops with separated setup times", *Comp. Ops. Res.*, 25(9), pp.757-763.
- Anitasari, Susan *dkk.* "Peningkatan Kualitas Melalui Implementasi Filosofi Six Sigma (Studi Kasus di sebuah Perusahaan Speaker)." *Jurnal Teknik Industri Universitas Petra Surabaya* 5 (2003). Hal. 101-110.
- Banuelas, Ricardo and Jiju Antony. "Going from Six Sigma to Design for Six Sigma: An Exploratory Study Using Analytic Hierarchy Process." *The TQM Magazine* 15 (2003). Page 334-344.
- _____. "Six Sigma or Design for Six Sigma?" *The TQM Magazine* 16 (2004). Page 250-263.
- Behara, Ravi S. *et al.* "Customer Satisfaction Measurement and Analysis Using Six Sigma." *International Journal of Quality and Reliability Management* 12 (1995). Page 9-18.
- Besterfield, Dale H. *Quality Control* 5th. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- Breyfogle, Forest W. *Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1999.
- Damayanti, Retno Wulan. Skripsi: Perancangan dan Pengembangan Prothese Kaki bagian Bawah Lutut dengan Menggunakan Quality Function Deployment. Surakarta: Jurusan Teknik Industri UNS, tidak dipublikasikan, 2003.
- Dody. Skripsi: Roadmap Menuju Implementasi Six Sigma di PT. Coca Cola Bottling Indonesia (CCBI); Sebuah Desain Terintegrasi dengan Sistem Manajemen Kualitas ISO 9001:2000 dan Sistem Manajemen Kualitas Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). Jogjakarta: Program Studi Teknik Industri UGM, tidak dipublikasikan, 2003.
- Gaspersz, Vincent. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia, 2002.
- Hartanto, Sugiarto dan Shigeru Watanabe. *Teknik Tekstil*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita 1980.
[Http://www.isixsigma.com/](http://www.isixsigma.com/)
- Knowles, Graeme *et al.* "Medicated Sweet Variability: A Six Sigma Application at A UK Food Manufacturer." *The TQM Magazine* 16 (2004). Page 284-292.
- Mitra, Amitava. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.
- NASA. *Root Cause Analysis Overview*. NASA, 2003.
- NSSC. *Business Operations: SIPOC Diagram Summary Report*. Washington: NASA Shared Services Center, 2003.
- Pande, Peter S. *et al.* *The Six Sigma Way* Terjemahan: Dwi Prabantini. Yogyakarta: Andi, 2002.
- Salura. *Teori Draft dan Ketidakrataan Benang*. Bandung: Apollo Print, 1973.