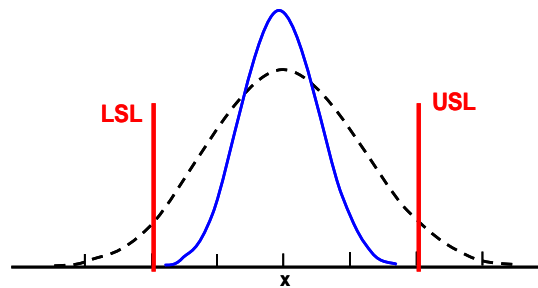


Mengenal
Six Sigma
Secara Sederhana



6 σ

Oleh:
D. Manggala

From: D. Manggala (d_manggala@yahoo.com)
Sent: 02/24/05
To: Para Pembaca Yang Budiman
Subjects: Mengenal Six Sigma Secara Sederhana

Halo para pembaca yang baik hati dan gemar membaca...☺

Six Sigma^{*)} adalah salah satu metode dalam perbaikan proses (*process improvement*) yang belakangan ramai dibicarakan orang. Bahkan, bagi sebagian organisasi, Six Sigma bukan hanya sekadar metode tapi sudah menjadi strategi bisnis yang menjadi tulang punggung perusahaan tersebut. Mungkin ada diantara pembaca yang baru mendengar istilah ini, tapi banyak juga yang sudah mendengar istilah ini tapi kurang berminat karena mendengar bahwa Six Sigma itu banyak berurusan dengan statistik...

Oleh karenanya, saya mencoba untuk menampilkan konsep ini dengan sederhana. Disebut **Sederhana** karena setiap penjelasan akan sesimpel mungkin, konsep statistik ditampilkan hanya bersifat aplikatif, ngga ada penurunan rumus! Ini adalah versi untuk pemula, *in a nut shell*, yang mudah-mudahan tidak mengorbankan konsep dasarnya.

Dengan menulis buku ini, bukanlah berarti saya adalah seorang pakar Six Sigma; sebaliknya, saya malah juga sedang belajar. Saya sedang mempraktikkan teori yang menyebutkan bahwa *the best way in learning is by sharing*.

Juga, ini adalah keinginan saya yang ingin membuat *knowledge-based-management* bisa tersebar lebih luas terutama dikalangan anak-anak muda (atau yang berjiwa muda), karena diluar segala kontroversi ataupun *hype* tentang Six Sigma, metode ini kalau diterapkan dengan disiplin dibidang masing-masing pasti akan memberikan manfaat buat masyarakat.

Untuk bahasa, saya tidak akan berusaha menerjemahkan semua istilah Bahasa Inggris ke dalam Bahasa Indonesia karena takut penerjemahan malah menyulitkan pembaca menangkap apa yang ingin saya sampaikan. Misalnya *joystick* tidak akan saya terjemahkan menjadi "tongkat senang" atau semacamnya...☺

Akhirnya, silahkan email saya jika ada komentar dan saran; jika merasa berguna lanjutkan dengan menerapkan di pekerjaan anda dan menularkan kepada rekan-rekan anda!

^{*)} Six Sigma is a trademark of the Motorola Corporation.

Ps. Terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu secara langsung/tak langsung penulisan buku ini baik rekan kerja, dari mailing list, workshop, maupun diskusi; terutama rekan-rekan kerja yang telah meminjamkan buku untuk saya baca-baca.

24 Februari 2005

D. Manggala
Email: d_manggala@yahoo.com
Website: <http://www.beranda.net>

Daftar Isi	Halaman
Surat Untuk Pembaca	2
I. Pengantar	4
1. Mengapa Membuat Buku Ini	4
2. Tujuan	5
II. Apa Itu Six Sigma	6
1. Definisi	6
2. Kiat Untuk Bertahan Dalam Kompetisi: Lebih Cepat, Lebih Baik, Lebih Murah	8
3. Fondasi Six Sigma: DMAIC, Black Belt, dan Team Pelaksana	9
4. Kontroversi	10
III. Menenal Analisis Statistik Sederhana	12
1. Data	12
2. Populasi dan Sampel	12
3. Pengukuran <i>Central Tendency</i> dan Variasi	15
4. Fokus dalam Six Sigma: Mengurangi Variasi!	18
5. Analisis Grafik Sederhana dalam Six Sigma	18
6. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	26
IV. Lebih Jauh dengan Analisis Statistik	28
1. Distribusi Data	28
2. Sampling Distribution dan Estimasi Interval	32
3. Hypothesis Testing	33
4. Control Chart dan Kapabilitas Proses	37
5. Regresi Linear	42
6. <i>Design of Experiment</i>	44
7. Aspek Manajemen	49
V. Sebuah Contoh Implementasi Six Sigma: Mengurangi Waktu Antrian di Sebuah Bank Kecil	51
1. <i>Define</i>	53
2. <i>Measure</i>	57
3. <i>Analyze</i>	59
4. <i>Improve</i>	60
5. <i>Control</i>	64
VI. Untuk Pengenalan Lanjut	66
1. Training	66
2. Mailing List	66
3. Website	66
4. Buku	66
5. Software	66
Daftar Referensi	67
Appendix 1	68

I. Pengantar

Data tanpa konsep adalah buta, konsep tanpa data adalah kosong

- Immanuel Kant -

1. Mengapa Membuat “Buku“ ini?

Data ada dimana-mana. Dari pasar bursa saham, marketing, politik (misalnya dalam Pemilu), kesehatan, internet, sampai dalam menjalankan pabrik. Nah, yang menjadi tantangan kita di jaman informasi ini adalah bagaimana mengolah **data** tersebut menjadi **informasi**, dan dari **informasi** menjadi **pengetahuan**.¹

Dengan kemajuan di bidang Teknologi Informasi (TI), kemampuan mengumpulkan dan mengolah data mengalami kemajuan yang sangat drastis. Kapasitas penyimpanan data di komputer kita sudah sangat luar biasa peningkatannya, dari skala *kilo byte* (KB) sampai menjadi *giga byte* (GB) dan masih akan terus meningkat. Namun kebanyakan dari kita terjebak dalam apa yang disebut *hypermedia trap*: kita terlalu sibuk mengumpulkan segala jenis data tanpa sempat mengolah dan menganalisa data tersebut. Segala data kita simpan, semua yang kita anggap penting dari email, internet, dan pekerjaan kantor, kita simpan dalam komputer tanpa sempat kita analisa apa informasi yang bisa ditarik dari semua data tersebut.

Demikian juga dengan software pengolah data, dari yang hampir selalu ada di tiap komputer (misalnya Microsoft Excel) sampai yang lebih canggih seperti SPSS atau Minitab, sekarang ini bukanlah sesuatu yang susah dicari. Pada umumnya kita menggunakan software seperti Excel untuk menghitung rata-rata dan membuat analisis sederhana seperti regresi linear atau histogram. Meskipun analisis seperti itu kadang-kadang memang cukup, namun dalam banyak hal kita sering memerlukan analisis yang lebih lengkap; Six Sigma bisa membantu kita dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan menggunakan beberapa *analytical/statistical tool*.

Buku ini dibuat karena saya sedang bekerja di bidang yang banyak berhubungan dengan Six Sigma; jadi sambil belajar, sambil ditulis. Siapa tahu bisa menyerap ilmu lebih baik. Selain itu dalam beberapa workshop yang saya adakan, selama berdiskusi dengan *engineer*, teknisi, operator lapangan sampai manajer, saya sering kesulitan mencari contoh-contoh sederhana yang menarik, praktis, dan gampang diingat untuk menerangkan konsep umum statistik seperti distribusi normal, standar deviasi dan istilah lainnya.

¹ Sebuah topik yang menjadi dasar Knowledge Based Management.

Dalam buku ini, kebanyakan contoh diambil dari sekitar kita. Mungkin ada kesan contohnya asal-asalan, tapi konsepnya saya persiapkan dari sumber-sumber yang cukup baik. Jika ada kesalahan konsep di buku ini, jangan ragu-ragu...silahkan email saya!

2. Tujuan

Tujuan utama penulisan buku ini adalah untuk sharing; terutama bagi orang yang ingin mulai belajar Six Sigma.

Tujuan lain adalah ingin mendorong teman-teman mahasiswa dan anak-anak muda lainnya agar jangan takut dengan ilmu statistik. Dulu saya begitu mendengar standar deviasi aja udah langsung pusing, apalagi kalo sudah ditambah *hypothesis analysis* atau *poisson distribution*. Padahal konsepnya bisa sederhana dan sangat praktis. Urusan penurunan rumus dan definisi biarlah para profesor matematika dan ahli statistik yang mengurus, bagi kita-kita adalah bagaimana menggunakan statistik dalam metode terstruktur yang disebut dengan Six Sigma.

II. Apa Itu Six Sigma?

What's in a name? That which we call a rose

By any other word would smell as sweet

- William Shakespeare (Romeo and Juliet, II, ii, 1-2) -

1. Definisi

Apa sih **Six Sigma** itu?

Dari kata per kata istilah ini terdiri dari:

Six yang artinya enam

Sigma yang merupakan simbol dari **standar deviasi**, dan biasa dilambangkan dengan σ .

Six Sigma sering dituliskan dalam simbol 6σ .

Jadi, 6σ itu apa?

Untuk sampai ke arti Six Sigma, kita perlu tengok sejarahnya sedikit. Six Sigma dimulai oleh **Motorola** ditahun 1980-an dimotori oleh salah seorang engineer disana bernama **Bill Smith** atas dukungan penuh CEO-nya **Bob Galvin**. Motorola menggunakan *statistics tools* diramu dengan ilmu manajemen menggunakan *financial metrics* (yaitu *Return on Investment, ROI*) sebagai salah satu *metrics*/alat ukur dari *quality improvement process*. Konsep ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Dr. Mikel Harry dan Richard Schroeder yang lebih lanjut membuat metode ini mendapat sambutan luas dari petinggi Motorola dan perusahaan lain.²

Six Sigma merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif.

Secara harfiah, Six Sigma (6σ) adalah suatu besaran yang bisa kita terjemahkan secara gampang sebagai sebuah proses yang memiliki **kemungkinan cacat (*defects opportunity*) sebanyak 3.4 buah dalam satu juta produk/jasa**. Ada banyak kontroversi di sekitar penurunan angka Six Sigma menjadi 3.4 dpmo (*defects per million opportunities*). Namun bagi kita, yang penting intinya adalah Six Sigma sebagai *metrics* merupakan sebuah referensi untuk mencapai suatu keadaan yang nyaris bebas cacat. Dalam perkembangannya, 6σ bukan hanya sebuah metrics, namun telah berkembang menjadi sebuah metodologi dan bahkan strategi bisnis.

² Untuk sejarah lebih lengkap bisa dibaca di www.isixsigma.com

Menurut Peter Pande,dkk, dalam bukunya *The Six Sigma Way: Team Fieldbook*, ada enam komponen utama konsep Six Sigma sebagai strategi bisnis³:

1. **Benar-benar mengutamakan pelanggan:** seperti kita sadari bersama, pelanggan bukan hanya berarti pembeli, tapi bisa juga berarti rekan kerja kita, team yang menerima hasil kerja kita, pemerintah, masyarakat umum pengguna jasa, dll.
2. **Manajemen yang berdasarkan data dan fakta:** bukan berdasarkan opini, atau pendapat tanpa dasar.
3. **Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan:** Six Sigma sangat tergantung kemampuan kita mengerti proses yang dipadu dengan manajemen yang bagus untuk melakukan perbaikan.
4. **Manajemen yang proaktif:** peran pemimpin dan manajer sangat penting dalam mengarahkan keberhasilan dalam melakukan perubahan.
5. **Kolaborasi tanpa batas:** kerja sama antar tim yang harus mulus.
6. **Selalu mengejar kesempurnaan.**

Selain enam hal diatas, ciri lain dari penerapan Six Sigma adalah waktu untuk perbaikan yang ditargetkan bisa diselesaikan dalam 4 sampai 6 bulan!

Dalam perjalanan waktu, **General Electric(GE)** mempopulerkan Six Sigma sebagai suatu trend dan membuat perusahaan lain serta orang-orang berlomba-lomba mencari tahu apa itu Six Sigma serta mencoba mengimplementasikannya di tempat kerja masing-masing. Dalam hal ini, peran CEO (waktu itu) **Jack Welch** boleh dibilang sangat penting mengingat dia orang yang menjadikan Six Sigma sebagai tulang punggung semua proses di GE.

Kalau demikian, berarti konsep Six Sigma ditemukan oleh Motorola?

Jawabannya: TIDAK.

Konsep dasar Six Sigma banyak sekali diambil dari **Total Quality Management (TQM)** dan **Statistical Process Control (SPC)** dimana dua konsep besar ini diawali oleh pemikiran-pemikiran **Shewhart, Juran, Deming, Crosby** dan **Ishikawa**. Dari segi waktu, bisa dikatakan Six Sigma adalah hasil evolusi terakhir dari *quality improvement* yang berkembang sejak tahun 1940-an.

Hal inilah yang sering menjadi cibiran para pakar statistik atau *quality experts*, karena menganggap Six Sigma hanyalah konsep usang yang diganti bungkusnya dan dijual lagi sehingga banyak orang yang melihatnya sebagai trend sesaat, *fad* maupun *flavor of the month*.

³ Pande, Peter S., Neuman Robert P, dan Roland R. Cavanagh. *The Six Sigma Way: Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Teams*. McGraw-Hill, 2002: hal 8.

Banyak yang mengatakan bahwa Six Sigma adalah TQM yang lebih praktis, ada juga yang mengatakan SPC dikombinasikan dengan *financial metrics*; tapi bagi saya, apapun namanya entah itu Six Sigma, TQM atau SPC, yang penting adalah: ternyata konsep ini jika dilaksanakan dengan disiplin dan konsisten bisa menghasilkan perbaikan yang nyata dan terbukti!

2. Kiat untuk Bertahan dalam Kompetisi: Lebih Baik, Lebih Cepat, Lebih Murah

Kenapa belakangan ini semakin banyak istilah-istilah *process improvement* muncul? Karena persaingan telah menuntut semua organisasi/perusahaan untuk semakin inovatif dalam memenuhi keinginan pelanggan; pelanggan tidak puas, berarti kita harus siap-siap gulung tikar!

Dalam kaitan itu, di buku ini kita akan banyak membaca istilah cacat atau *defect* atau *waste*; istilah ini adalah segala produk dan jasa yang tidak sesuai dengan keinginan pelanggan kita. Jadi dalam hal ini cacat bukan hanya berarti jam tangan yang tidak berfungsi, baju yang jahitannya jelek, atau mobil yang ngga bisa jalan. Jika kita mesti datang ke kantor tepat jam 7 pagi, maka kedatangan kita jam 7.30 adalah cacat. Jika standar pembuatan KTP adalah antara 7-14 hari, maka jika kita mendapatkan KTP setelah 3 bulan, maka itu adalah cacat. Jika satu botol aqua tanggung harus berisi antara 1490 ml - 1510 ml, maka kalau kita mendapatkan botol yang isinya 1450 ml, itu adalah cacat.

Semakin banyak cacat yang kita hasilkan dari proses yang kita kelola, semakin gampang pelanggan beralih ke perusahaan lain. Dengan semakin ketatnya persaingan, semakin ketat (dan tinggi juga) persyaratan yang diinginkan konsumen.

Mungkin untuk sekadar ilustrasi, kita bisa amati persaingan diantara *shipping company* di Amerika Serikat (AS). Salah satu hobi saya adalah membeli buku bekas lewat internet. Ada beberapa perusahaan yang sering saya gunakan untuk menerima kiriman buku hasil belanja online, yaitu: USPS, UPS dan Fedex. Coba kita bandingkan kualitas pelayanannya:

USPS, untuk jasa standar, biasanya menjanjikan barang dikirim antara 10-14 hari setelah mereka menerima barang. Kadang-kadang 5 hari sudah sampai, ada juga yang tidak sampai-sampai; ada yang salah kirim ke tetangga sebelah, ada juga yang kembali ke si pengirim. USPS sebenarnya memberikan *online tracking number* untuk melihat barang kita sampai dimana; tapi sayang sekali *update*-nya sangat lambat. Biayanya memang paling murah dibanding UPS dan Fedex.

UPS, untuk jasa standar, biasanya menjanjikan barang sampai ke tangan kita 5 hari kerja setelah menerima barang. Pelayanan istimewa dari UPS adalah memberikan *tracking number* yang sangat *up to date* sehingga kita tahu persis hari dan tanggal barang sampai di rumah kita. Rata-rata UPS bisa menepati janji untuk mengirim barang dalam 5 hari, bahkan sering lebih cepat. Persoalannya adalah UPS memberikan range waktu yang masih terlalu lebar. Misalnya akan mengantar antara jam 8 pagi-12 siang, atau jam 2 siang - 5 sore, yang kalau ditungguin bikin jengkel juga soalnya kadang-kadang masih suka telat.

Fedex, untuk jasa standar, sebenarnya mirip seperti UPS, dimana bisa memenuhi pengiriman barang dalam 5 hari (sesuai janji) serta memberikan *tracking number* yang *up to date*. Kelebihannya adalah Fedex mampu memberikan perkiraan waktu yang cukup tepat, misalnya akan mengantar barang tanggal 12 Des'04 jam 10 pagi. Mereka bisa memenuhi janji itu, walaupun telat biasanya paling setengah jam sampai satu jam. Selain ketepatan waktu, masih ada servis memuaskan dari perusahaan ini, yakni mereka akan menelpon kita jika mereka sudah dekat rumah kita, atau akan meninggalkan no handphone kurirnya jika kebetulan kita sedang keluar. Memang biaya pengiriman dengan Fedex sekarang ini lebih mahal; tapi bayangkan jika mereka bisa memangkas sedikit lagi...

Untuk mempersingkat cerita, inti dari ilustrasi diatas adalah bahwa semua perbedaan itu adalah dalam bagaimana ketiga perusahaan itu mengelola prosesnya serta bagaimana mereka bisa mengurangi VARIASI dari proses dan servis mereka. Saya tidak tahu apakah UPS dan Fedex pengguna Six Sigma atau tidak, tapi yang jelas, proses di dua perusahaan itu pastilah selalu diperbaiki dengan menggunakan metode yang sangat terstruktur dan rapi.

3. Fondasi Six Sigma: DMAIC, Black Belt, dan Team Pelaksana

Seperti disebutkan sebelumnya, Six Sigma adalah suatu metode yang sangat terstruktur. Nah, strukturnya terdiri dari lima tahapan yang disingkat **DMAIC: Define, Analyze, Improve, Control**.

Selain itu, kesuksesan implementasi Six Sigma ditentukan oleh kehadiran seorang (atau lebih) fasilitator yang memahami manajemen dan penggunaan statistik; fasilitator ini disebut dengan **Black Belt**.

Namun yang terpenting di atas semua itu adalah team pelaksana, yang sebaiknya terdiri dari anggota yang berasal dari berbagai tim/departemen yang saling terkait (*cross-functional team*).

Setiap tahap, mempunyai bagian-bagian yang mesti dilaksanakan ataupun mempunyai jenis-jenis konsep statistik yang bisa dipakai, walaupun sebenarnya untuk penggunaan statistik bisa cukup fleksibel.

Define: pada tahap ini team pelaksana mengidentifikasi permasalahan, mendefinisikan spesifikasi pelanggan, dan menentukan tujuan (pengurangan cacat/biaya dan target waktu).

Measure: tahap untuk memvalidasi permasalahan, mengukur/menganalisis permasalahan dari data yang ada.

Analyze: menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses; artinya mencari satu atau dua faktor yang kalau itu diperbaiki akan memperbaiki proses kita secara dramatis.

Improve: nah, di tahap ini kita mendiskusikan ide-ide untuk memperbaiki sistem kita berdasarkan hasil analisa terdahulu, melakukan percobaan untuk melihat hasilnya, jika bagus lalu dibuatkan prosedur bakunya (*standard operating procedure-SOP*).

Control: di tahap ini kita harus membuat rencana dan desain pengukuran agar hasil yang sudah bagus dari perbaikan team kita bisa berkesinambungan. Dalam tahap ini kita membuat semacam *metrics* untuk selalu dimonitor dan dikoreksi bila sudah mulai menurun ataupun untuk melakukan perbaikan lagi.

4. Kontroversi

Seperti disebutkan sebelumnya, Six Sigma cukup mengundang kontroversi terutama dikalangan praktisi dibidang *quality*. Pada satu sisi, banyak yang menganggap Six Sigma sebagai suatu hal yang luar biasa hebat, simpel tapi powerful. Banyak konsultan berlomba-lomba mencantumkan Six Sigma sebagai salah satu jasa mereka ditambah buku-buku yang berlomba-lomba masuk ke pasaran.

Di sisi yang berseberangan, banyak praktisi yang skeptis dengan Six Sigma: berpendapat tidak ada yang spesial, hanya merupakan flavor of the month, dan jadi terkenal hanya karena gencarnya liputan dari media massa. Salah satu artikel yang cukup menggambarkan sisi yang berseberangan ini ditulis oleh seorang konsultan dibidang quality bernama **Arthur Schneiderman** dalam artikel yang berjudul "*Question: When is Six Sigma not Six Sigma? Answer: When It's the Six Sigma Metric!!*". Artikel lain yang cukup berimbang berjudul "*What's Wrong With Six Sigma?*" ditulis oleh **John Goodman & Jon Theuerkauf** di majalah **Quality Progress** (terbitan **American Society for Quality**) edisi January 2005. Kedua artikel diatas bisa dicari di internet dengan Google (www.google.com) ataupun mesin pencari lainnya.

Sekali lagi, diluar kontroversi itu, yang penting adalah bahwa kita menggunakan konsep/metode ini, apapun namanya, dalam pekerjaan kita. Hasilnya bisa sangat luar biasa, jika kita disiplin dan konsisten.

III. Mengenal Analisis Statistik Sederhana

There are liars, damn liars, and statisticians

- Mark Twain -

Masih ingat dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa “2/3 laki-laki di Jakarta pernah berselingkuh”? Atau yang lebih serem lagi, sebuah penelitian menemukan bahwa “97.05% mahasiswi di Yogyakarta kehilangan kegadisannya”. Atau dari dunia iklan, sebuah merek pembalut wanita menyebutkan bahwa “1 dari 3 wanita memakai <merk pembalut>”. Diluar kesahihan klaim tersebut, yang harus ditumbuhkan pada masyarakat awam setiap membaca hasil seperti diatas adalah kemampuan memunculkan pertanyaan seperti:

“bagaimana sampling dilakukan? berapa besar sampel-nya?”

”berapa standar deviasi dari datanya?”

“berapa % error-margin?”.

Nah, di bagian ini kita akan mengenal dasar-dasar statistik.

1. Data

Secara umum ada 2 tipe data:

A. **Variable Data:** disebut juga *measurement* atau *continuous data*. Seperti namanya data ini adalah biasanya hasil pengukuran/perhitungan, merupakan data yang kontinyu dari suatu range tertentu. Contoh:

- Nilai Rupiah per satu US\$ sepanjang tahun
- Hasil pengukuran tinggi badan pada 1000 orang murid
- Laju kecepatan fluida dalam pipa distribusi minyak

B. **Attribute Data:** ciri khas dari data jenis ini adalah tidak dilakukan pengukuran dan bersifat tidak kontinyu. Contoh:

- Jenis kelamin (pria/wanita)
- Jumlah kecelakaan per hari
- Hasil ujian (lulus /tidak lulus)
- Jenis-jenis warna mobil (merah, hijau, hitam, dll).

2. Populasi dan Sampel.

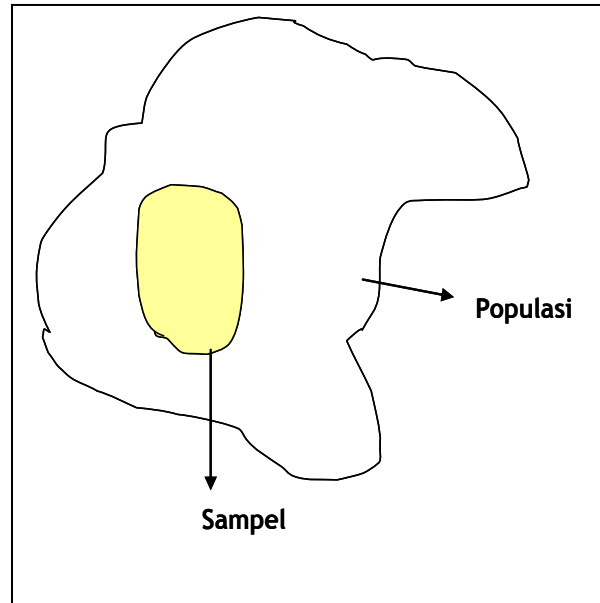
Dalam analisa statistik, kita sering sekali mendengar istilah populasi dan sampel. Kita akan bahas secara singkat kedua istilah tersebut.

A. **Apa itu Populasi dan Sampel?**

Populasi: keseluruhan subyek yang ingin kita ukur dan analisa.

Sampel: sebagian (kecil) dari populasi dimana kita benar-benar melakukan pengukuran; dari hasil ini kita mengambil kesimpulan terhadap keseluruhan populasi.

Sampling dilakukan karena faktor-faktor biaya, waktu dan kepraktisan; rata-rata populasi berjumlah sangat besar sehingga sangat mahal dan butuh waktu lama serta tidak praktis untuk mengukur keseluruhan populasi.



Gambar 1: Diagram sederhana Populasi -Sampel

Misalnya kalau kita ingin mengetahui makanan kegemaran dari SEMUA wanita di Indonesia (populasi), hampir tidak mungkin untuk menanyai satu-satu atau mengirimkan kuisioner ke semua wanita di negara kita; maka dipilih sampling sebagai cara untuk mendapatkan hasilnya. Misalnya, dipilih secara random seribu orang wanita di tiap propinsi sebagai responden (sampel). Metode pemilihan dan pelaksanaan sampling adalah sangat penting dalam analisa statistik, oleh karena itu dianjurkan untuk mempelajari buku-buku sampling tingkat lanjut.

Yang perlu juga diketahui adalah untuk membedakan antara populasi dan sampel, para ahli statistik memberikan simbol yang berbeda serta perhitungan yang sedikit berbeda. Populasi biasanya menggunakan huruf Yunani (*Greek symbol*) sedangkan sampel menggunakan huruf latin (biasa).

Parameter	Populasi	Sampel
Rata-Rata	μ	\bar{x}
Variance	σ^2	s^2
Standar Deviasi	σ	s

Tabel 1: Simbol untuk Populasi dan Sampel

B. Teori Sampling Secara Singkat⁴

Ada beberapa metode yang digunakan dalam sampling:

Convenience sampling: sampling dengan metode yang paling gampang dan nyaman. Metode ini sangat rawan terhadap timbulnya *bias*.

Judgment sampling: metode sampling berdasarkan perkiraan (*educated guesses*) yang kita anggap mampu mewakili proses/sistem yang ingin kita ukur. Contohnya adalah menyebarkan marketing survey hanya kepada orang yang kita anggap punya ketertarikan terhadap produk/jasa kita. Metode ini juga rawan terhadap bias.

Bias adalah perbedaan antara data yang kita kumpulkan dalam sampel dengan “kondisi sebenarnya” dari populasi. Hal ini bisa mempengaruhi hasil interpretasi kita terhadap hasil statistik yang kita hasilkan. Contohnya ya seperti kasus kesimpulan “97.05% mahasiswi di Yogya kehilangan kegadisannya” tempo hari. Dalam kasus ini, pertanyaan yang paling wajar kita tanyakan adalah bagaimana metode sampling dilakukan (termasuk berapa jumlah sampel, dll).

Tentu saja ada metode yang lebih baik untuk menghindari bias, antara lain:

Systematic sampling: Metode sampling dengan menggunakan interval secara sistematis. Misalnya mengambil data setiap jam 1 siang, atau mengambil data setiap produk untuk kelipatan 10. Cara ini paling dianjurkan untuk proses secara umum.

Random Sampling: metode pengambilan sampel secara acak (terutama dengan menggunakan software untuk mengeluarkan nomor secara acak). Ini metode yang cukup aman dari bias.

⁴ Hampir semua teori dan rumus di bagian ini diambil dari buku karangan Pande, Peter S., Neuman Robert P, dan Roland R. Cavanagh. *The Six Sigma Way: Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Teams*. McGraw-Hill, 2002: hal 143-144, dan hal 171-172.

Stratified Sampling: Metode sampling dengan menggolongkan sebuah grup yang sangat besar menjadi sub-grup, lalu dalam sub-grup itu kita bisa mengambil sampel secara sistematis ataupun random.

Konsep penting lain dalam sampling adalah confidence level dan confidence interval, yang akan dibahas lebih lanjut pada saat mendiskusikan distribusi data.

Untuk tujuan praktis, berikut ini adalah rumus menentukan jumlah minimum sampel:

Discrete/Attribute Data:

$$n = (Z/d)^2 \times p(1-p)$$

n = jumlah sampel minimum

d = tingkat ketelitian yang diinginkan (dalam desimal)

p = proporsi dari populasi yang mempunyai karakteristik yang kita ukur

Continuous Data:

$$n = (Zs/d)^2$$

n = jumlah sampel minimum

d = tingkat ketelitian yang diinginkan (dalam desimal)

s = standar deviasi (perkiraan)

Untuk populasi yang tidak terlalu besar ($n/N > 0.05$), gunakan penyesuaian jumlah minimum sampel menjadi:

$$n' = \frac{n}{(1 + n/N)}$$

n' = jumlah sampel hasil penyesuaian

n = jumlah sampel hasil perhitungan pertama

N = jumlah populasi

3. Pengukuran *Central Tendency* dan Variasi

A. Pengukuran Central Tendency

Rata-rata (*mean*), median, dan modus (*mode*) adalah parameter-parameter dalam mengukur central tendency.

- ☑ **Rata-Rata (*mean*)** adalah jumlah total observasi dibagi dengan banyaknya jumlah data, atau dengan rumus matematis biasa ditulis dengan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

☑ **Median** adalah suatu nilai yang membagi dua suatu grup (setelah data diurutkan dari yang terkecil sampai terbesar). Disebut juga 50th *percentile* atau kuartile kedua (Q2). Contohnya, jika ada grup dengan data {3,4,1,5,2} maka mediannya adalah 3 (1,2,3,4,5). Jika data berjumlah genap misalkan grup diatas ditambah dengan satu angka 5, maka median adalah rata-rata dari dua variabel yang ada ditengah: 1,2,3,4,5,5, maka mediannya adalah = (3+4)/2 = 3.5

Pada distribusi normal yang miring (skew) biasanya lebih digunakan median, sedangkan pada distribusi yang seimbang, dipakai rata-rata.

☑ **Modus** adalah nilai suatu data yang paling banyak muncul. Contoh, jika ada grup data sebagai berikut {1,2,3,3,4,5,5,5} maka modus-nya adalah angka 5 karena muncul sebanyak tiga kali, tertinggi pemunculannya dibanding angka lain.

Catatan: Dengan konsep yang sama dengan menghitung median (Q2), kita bisa mengetahui Q1 atau **quartile pertama** (25th percentile) dan Q3 atau **quartile ke tiga** (75th percentile).

B. Pengukuran Variasi

Untuk mengukur variasi/sebaran, parameter yang sering dipakai adalah *range*, *variance* dan standar deviasi.

- ☑ **Range:** adalah beda antara data dengan nilai terbesar dengan terkecil.
- ☑ **Sample Variance (s^2)** bisa dianggap sebagai rata-rata kuadrat dari jarak tiap titik ke rata-rata. Biasanya dinyatakan dengan rumus:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- ☑ **Standar Deviasi (s)** merupakan akar dari variance.

$$s = \sqrt{s^2}$$

Baik variance maupun standar deviasi menunjukkan rata-rata penyimpangan keseluruhan data kita terhadap titik tengah grup data tersebut; namun keuntungan dari menggunakan standar deviasi adalah satuannya sama dengan variable di grup data tersebut. Jika variabel mempunyai satuan menit, standar deviasi juga satuannya menit, jika variabel satuannya kg, maka standar deviasi juga mempunyai satuan kg.

Mengapa hasil analisis dengan rata-rata saja tidak cukup untuk membuat suatu kesimpulan dari data yang kita analisa? Mengapa pengukuran variasi sangat penting dalam statistik?

Mari kita lihat contoh berikut:

Tiga buah perusahaan yaitu A, B, C masing-masing mempunyai 5 karyawan dengan rata-rata gaji pegawai sebesar Rp. 3 juta. Apakah bisa dikatakan gaji karyawan perusahaan A, B, dan C adalah “sama”? Untuk menjawabnya, kita misalkan data gaji masing-masing karyawan di tiap perusahaan adalah sbb (angka dalam juta rupiah):

A	B	C
3	1	1
3	2	3
3	3	3
3	4	3
3	5	5

Tabel 2: Gaji Karyawan Perusahaan A, B, C

Kita bisa lihat, meskipun rata-rata dari gaji perusahaan A, B, C adalah sama, bukan berarti kita bisa menyimpulkan bahwa gaji karyawan ketiga perusahaan itu sama. Itulah sebabnya kita perlu melihat kumpulan data paling tidak dari sisi lokasi (central) dan sebaran.

Mari kita lihat dari hasil analisa dibawah ini bagaimana perbedaan pada range, variance, dan standar deviasi dari A, B, C meskipun rata-rata dan mediannya sama:

	A	B	C
	3	1	1
	3	2	3
	3	3	3
	3	4	3
	3	5	5
Rata-rata	3	3	3
Median	3	3	3
Range	0	4	4
Variance	0	2.5	2
Standar Deviasi	0	1.58	1.41

Tabel 3. Pengukuran lokasi dan sebaran dari gaji karyawan perusahaan A, B, C

Singkatnya, jika melihat dua data set atau grup yang mempunyai rata-rata dan atau median sama, belumlah bisa dikatakan bahwa dua grup tersebut secara statistik bisa dikatakan sama.

4. Fokus dalam Six Sigma: Mengurangi Variasi!

Dalam Six Sigma, konsep Variance dan Standar Deviasi memegang peran yang sangat penting dalam analisis. Ini karena dari pengalaman pada proses-proses produksi barang dan jasa, variasi adalah MUSUH. Fokus Six Sigma adalah mengurangi variasi. Kenapa? Karena setiap individu/organisasi yang menjadi pelanggan kita ‘merasakan’ variasi itu, bukan merasakan rata-rata.

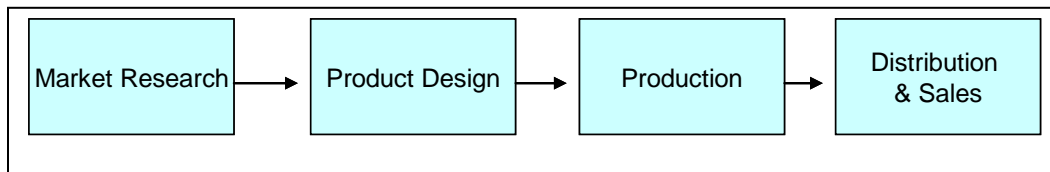
Contoh 1: Rata-rata pengurusan KTP memakan waktu 15 hari kerja.

Nah, walaupun rata-ratanya adalah 15 hari, ternyata Pak Raden mendapatkan KTP hanya dalam 2 hari, Poltak mendapatkan dalam 20 hari sedangkan Tukijan sudah 6 bulan mengurus belum keluar-keluar juga.

Contoh 2: Rata-rata dalam setahun temperatur di kantor kami adalah 26°C; sejuk ya?

Nggak juga! Soalnya kalau AC-nya baru diservis temperaturnya adalah 10°C tapi kalau udah akhir bulan sering juga temperaturnya jadi 38°C!

Inti dari pengurangan variasi ini sebenarnya adalah kita perlu punya standar untuk variasi. Ini disebabkan karena setiap proses adalah input dari proses berikutnya. Perhatikan Gambar 2 berikut:



Gambar 2: Setiap departemen adalah supplier sekaligus pelanggan dari departemen lainnya

Kita lihat bahwa tiap proses merupakan pelanggan dari proses sebelumnya sekaligus supplier dari proses berikutnya. **Semakin banyak variasi, semakin sulit sinkronisasi antar departemen tersebut.** Oleh karena itu spesifikasi dari pelanggan sangat penting (misalnya, contoh diatas pelanggan departemen **Product Design** adalah departemen **Production**). Spesifikasi pelanggan ini bisa berupa waktu, biaya, kualitas, ataupun kuantitas.

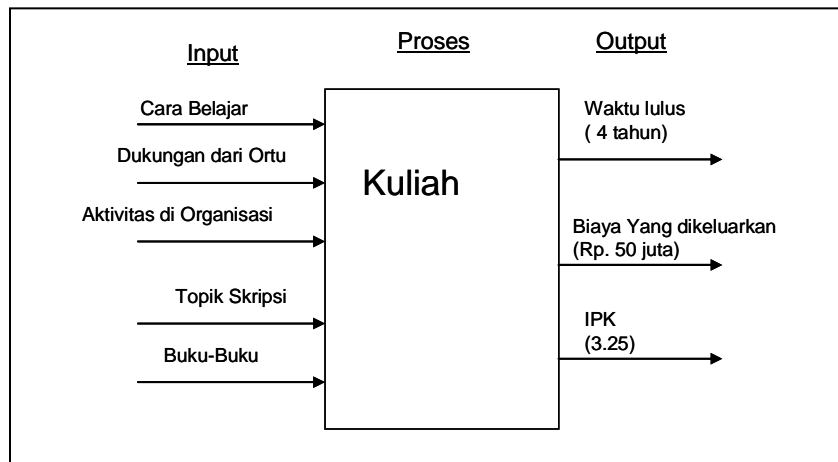
5. Analisa Grafik Sederhana dalam Six Sigma

Dalam bagian ini, kita akan lihat bersama-sama grafik-grafik yang cukup umum dipakai dalam menerapkan Six Sigma.

A. Diagram IPO (Input - Proses -Output)

IPO adalah diagram sederhana untuk melihat faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses kita, serta apa output/target yang kita inginkan dari proses tersebut. Gambar 3 adalah sebuah

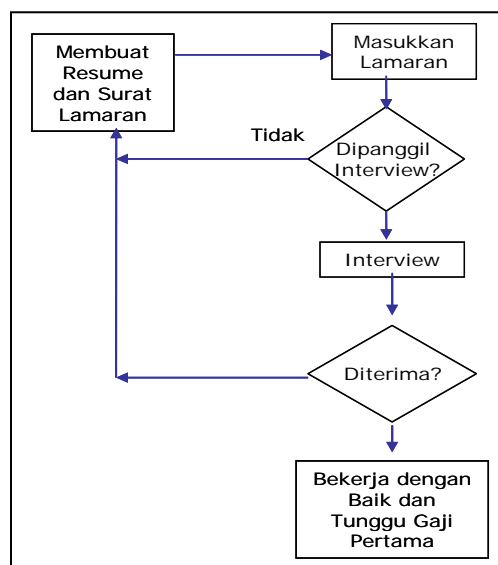
contoh sederhana penggunaan IPO. Diagram IPO generik mempunyai input standar yang disebut **6M** (*Manpower*-manusia, *Method*-metode, *Material*-material, *Measurement*-pengukuran, *Machine* - peralatan, dan *Mother nature* - lingkungan). Sedangkan Output standar biasanya dalam segi biaya (lebih murah), waktu (lebih cepat), dan kualitas (lebih baik). Namun untuk simpelnya, kita menggunakan contoh diagram IPO untuk memperbaiki proses akademik seorang mahasiswa.



Gambar 3: Contoh diagram IPO dalam proses belajar mahasiswa.

B. Diagram Flow Proses (Process Flow Diagram)

Diagram Flow Proses (*Process Flow Diagram* atau PFD) menunjukkan urutan aktivitas yang perlu dilakukan dalam suatu proses. PFD ini penting sekali untuk menganalisa aktivitas yang mana yang perlu diperbaiki atau malah perlu dihilangkan. Penghilangan salah satu step dalam proses tanpa mengurangi kualitas output adalah salah satu prinsip dalam konsep *Lean*.



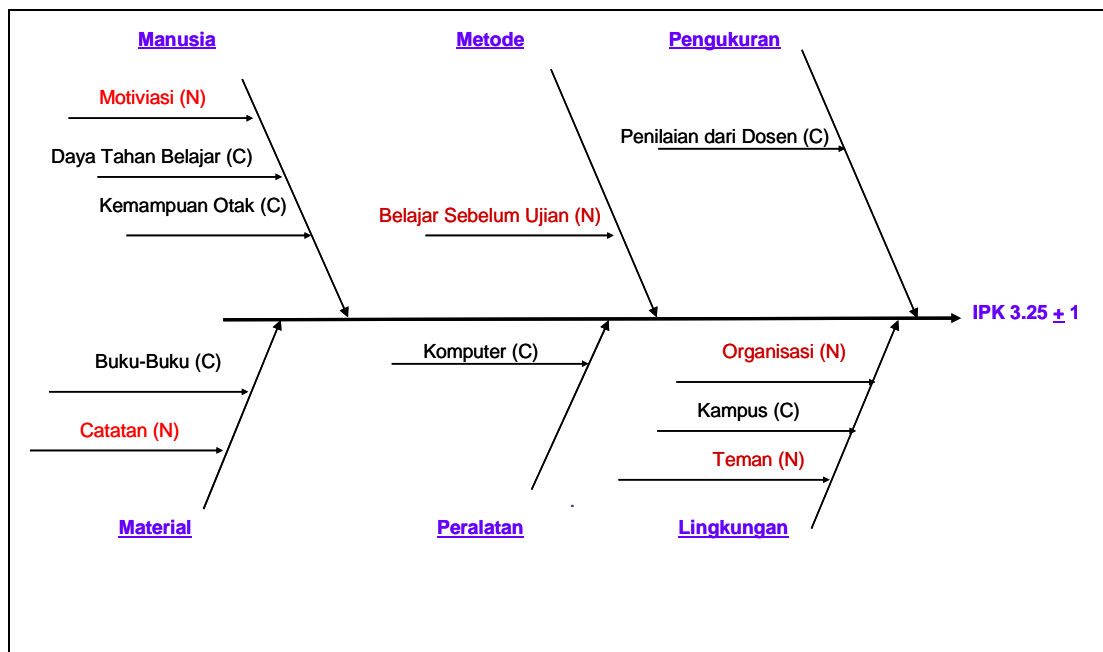
Gambar 4: Contoh PFD dalam proses “Melamar Kerja”

C. Diagram CE/CNX (Cause and Effect Diagram/ Constant-Noise-Experiment Diagram)

Diagram CE/CNX ini juga dikenal sebagai Diagram Tulang Ikan (Fishbone Diagram) atau Diagram Ishikawa. Diagram ini merupakan versi detail dari IPO dimana setiap komponen dalam IPO dilihat lagi bagian-bagiannya sampai sedetail mungkin.

Misalkan teman kita Si Joko ingin memperbaiki IPK-agar keluar dari kelompok PMDK (Persatuan Mahasiswa Dua Koma) dan merubah nasib menjadi mahasiswa dengan IPK antara 3.05-3.25. Ia membuat analisis untuk memperbaiki nasibnya dengan membuat diagram CE/CNX seperti dalam Gambar 5.

Pada umumnya, diagram CE/CNX ini biasanya dihasilkan dari hasil diskusi/brainstorming; komponen-komponen yang mempengaruhi suatu target tertentu di kelompokkan sebagai bagian dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses kita. Faktor yang kita anggap sudah berjalan dengan baik atau tidak banyak berubah-ubah kita beri label C (*constant*); faktor yang berubah-ubah dan tidak kita kontrol dengan baik, kita beri label N (*noise*); sedangkan jika ada faktor yang perlu diuji dulu pengaruhnya terhadap target kita beri label X (*experiment*). Faktor X ini akan kita bahas lagi nanti pada saat membahas Design of Experiment (DOE) secara singkat.



Gambar 5: Contoh CE/CNX untuk menganalisis cara mencapai IPK 3.25

Pada contoh Si Joko, bisa kita lihat bahwa motivasi, metode belajar (hanya sebelum ujian), catatan, teman, dan organisasi ia kategorikan sebagai *noise*. Ini karena motivasinya yang

kadang-kadang tinggi, kadang-kadang hilang sama sekali; belajarnya hanya waktu mau ujian saja (kadang-kadang malah ngga belajar sama sekali karena stress duluan), catatan kuliah yang bolong-bolong, teman-teman yang malah seringnya ngajakin main pas ujian ataupun terlalu banyak ikut kegiatan organisasi tanpa bisa membagi waktu.

Perlu kita ingat lagi bahwa tujuan utama dari Six Sigma adalah mengurangi variasi proses, jadi dalam hal ini adalah mengubah faktor N menjadi C. Caranya? Dengan SOP - Standard Operating Procedure. Pada contoh ini, Joko mesti menuliskan prosedur yang harus dia ikuti agar semua faktor yang menjadi *noise* bisa ia jadikan *constant*.

D. Standard Operating Procedure (SOP)

SOP tidak lain adalah prosedur kerja yang tertulis. SOP dibuat utamanya dari PF diagram yang ditulis secara detail lengkap dengan spesifikai tiap-tiap aktivitas. Misalkan, jika seorang mahasiswa seperti Joko ingin membuat SOP, dia harus membuat uraian lengkap seperti jam berapa dia harus mulai belajar, selama berapa lama, apa saja yang mesti dilakukan serta apa target yang ingin dia capai.

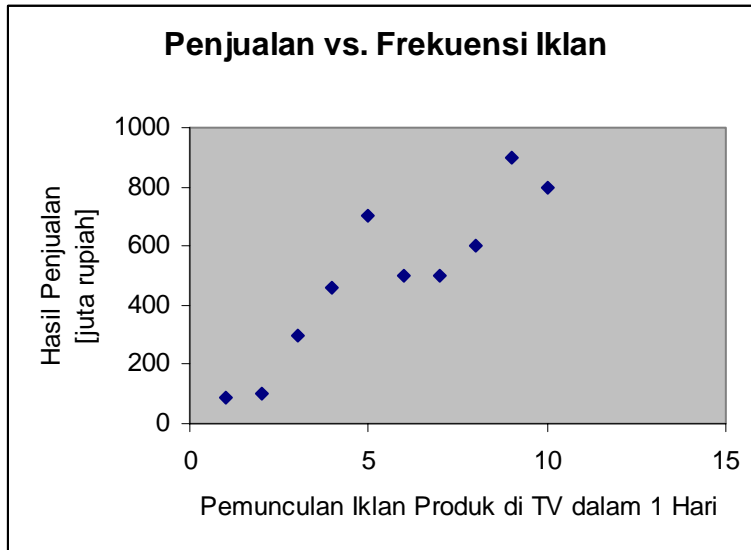
SOP buat seorang pelayan di sebuah kafe akan menyebutkan apa saja yang mesti dilakukan sejak kafe mulai buka: jam berapa mesti mulai bekerja, jam berapa membuka pintu dan jendela, mengatur kursi dan meja, bagaimana menyambut tamu, berapa takaran untuk membuat cappuccino, latte dan segala jenis minuman sampai bagaimana cara memasukkan permintaan ke mesin registry. Juga tentu ada prosedur untuk emergency, misalnya apa yang harus dilakukan jika ada insiden (misalnya kebakaran). SOP yang bagus adalah SOP yang dirinci sedetil-detilnya dan lengkap dengan gambar atau foto.

E. Scatter Diagram

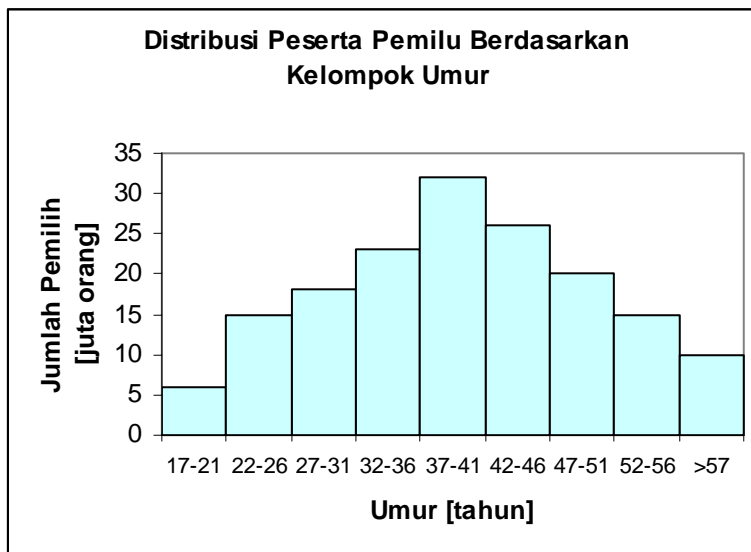
Scatter Diagram cukup sering kita gunakan; diagram ini sangat berguna untuk melihat dengan singkat apakah ada korelasi antara sumbu Y dengan sumbu X. Analisa lanjutan dari diagram ini akan kita bahas dalam bagian Regresi. Contoh *scatter diagram* adalah pada Gambar 6.

F. Histogram

Histogram sangat berguna untuk secara grafik melihat distribusi data apakah mempunyai suatu 'bentuk' tertentu; apakah berupa distribusi normal, distribusi normal yang miring (*skew*), atau tidak berbentuk. Contoh histogram sederhana terlihat di Gambar 7.



Gambar 6: Contoh Scatter Diagram



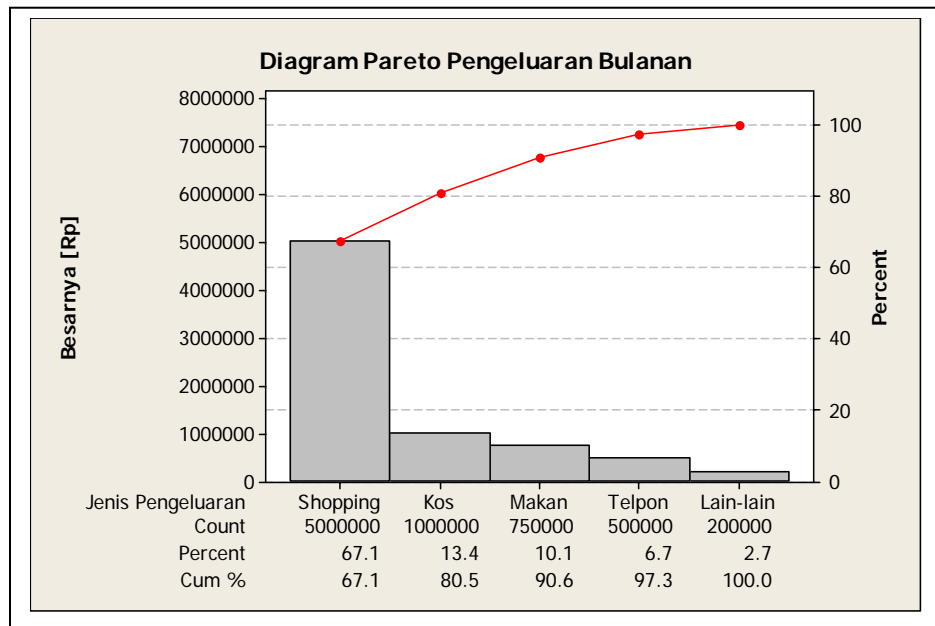
Gambar 7: Contoh Histogram

G. Diagram Pareto

Diagram pareto mempunyai prinsip yang mirip dengan histogram; bedanya, pada diagram pareto, grup diurutkan dari jumlah observasi/frekuensi tertinggi ke yang paling rendah. Sumbu Y bisa juga dalam biaya, pendapatan maupun parameter lain. Contoh Diagram Pareto terlihat pada Gambar 8 dan 9.

Pareto digunakan untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh terhadap suatu kejadian/proses.

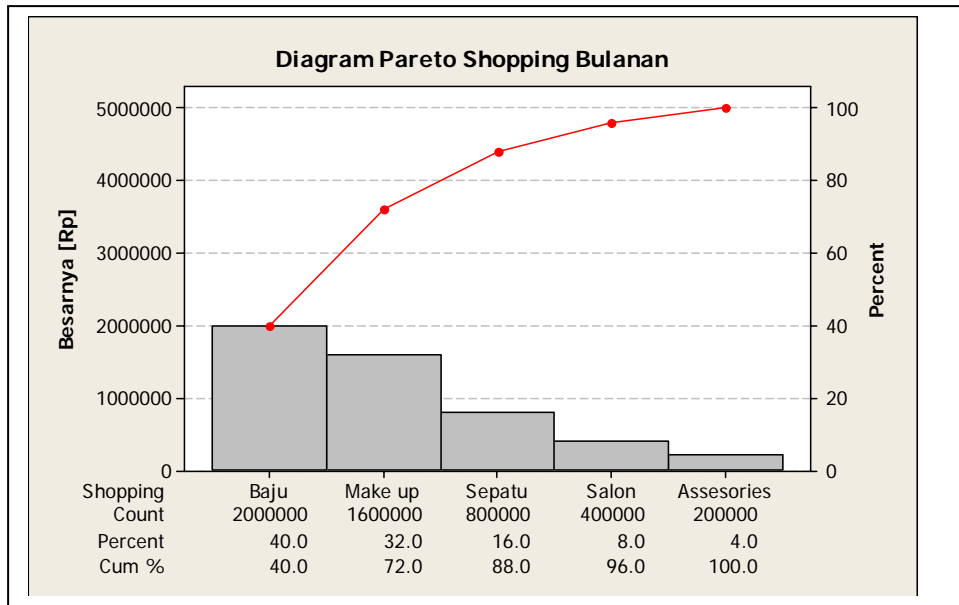
Misalkan saja pada apa yang dialami oleh Titi, seorang karyawan yang berpenghasilan cukup besar namun selalu merasa kekurangan tiap bulan. Atas anjuran teman kantornya, ia membuat pareto untuk pengeluaran bulanan seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Contoh Diagram Pareto

Bisa dilihat oleh Titi sekarang, hampir 80% pengeluarannya didominasi oleh shopping dan uang kos-nya. Seperti juga pada Diagram CE/CNX, pada analisis Pareto juga dimungkinkan untuk melihat lebih detail pada setiap grup (terutama grup yang paling signifikan) agar kita tahu lebih akurat faktor apa yang berpengaruh pada grup tersebut. Pada kasus yang dialami Titi, kita bisa *break down* lagi grup Shopping, untuk melihat apa yang menyebabkan pengeluaran untuk grup ini menjadi sangat tinggi.

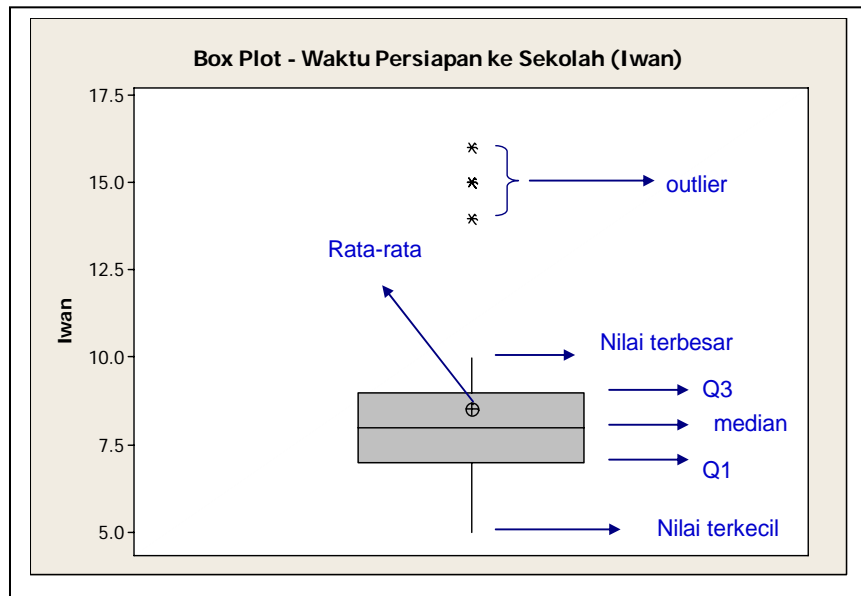
Lihat Gambar 9, dari situ kita lihat bahwa Titi terlalu banyak mengeluarkan uangnya untuk dua hal: baju dan make-up, dan perlu menguranginya segera agar tidak selalu kekurangan dengan gaji yang sekarang.



Gambar 9: Contoh Pareto (sub grup)

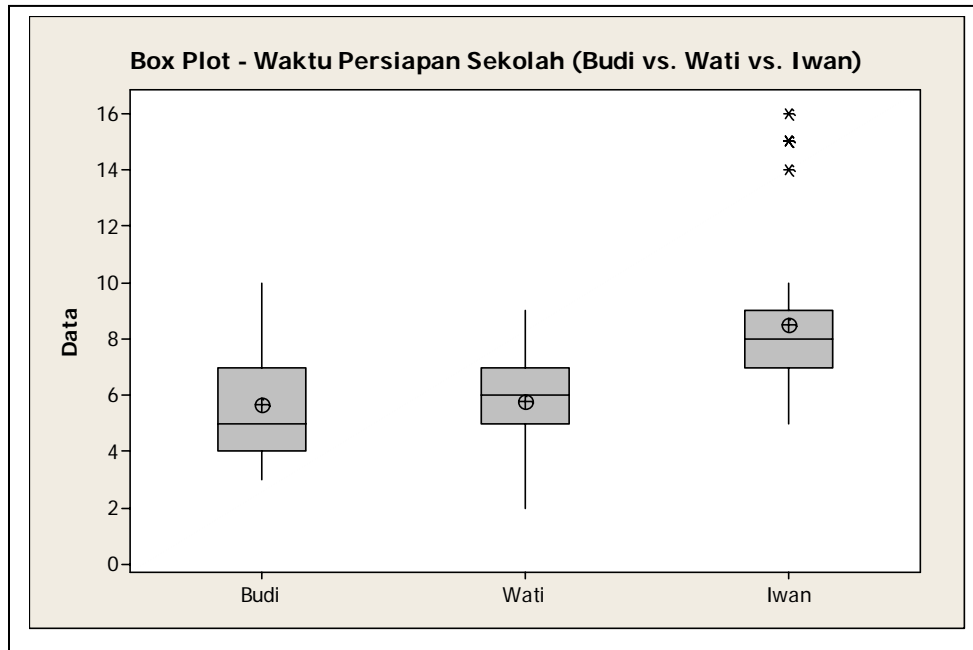
H. Box Plot

Box Plot atau lebih lengkapnya *Box-and-Whisker Plot* merupakan gambaran secara grafis dari 5 gambaran statistik, yakni: nilai terkecil, kuartile pertama (Q1), median, kuartel ketiga (Q3), dan nilai terbesar. Jadi, grafik box plot bisa menggambarkan secara (hampir) menyeluruh dari satu set data. Karena informasi yang terkandung dalam gambarnya cukup lengkap, box plot banyak digunakan terutama untuk membandingkan dua data set atau lebih. Gambar 10 adalah contoh data dalam box-plot; Iwan telah mendata waktu yang diperlukan untuk bersiap ke sekolah dalam enam bulan terakhir.



Gambar 10: Contoh Box Plot dan keterangannya

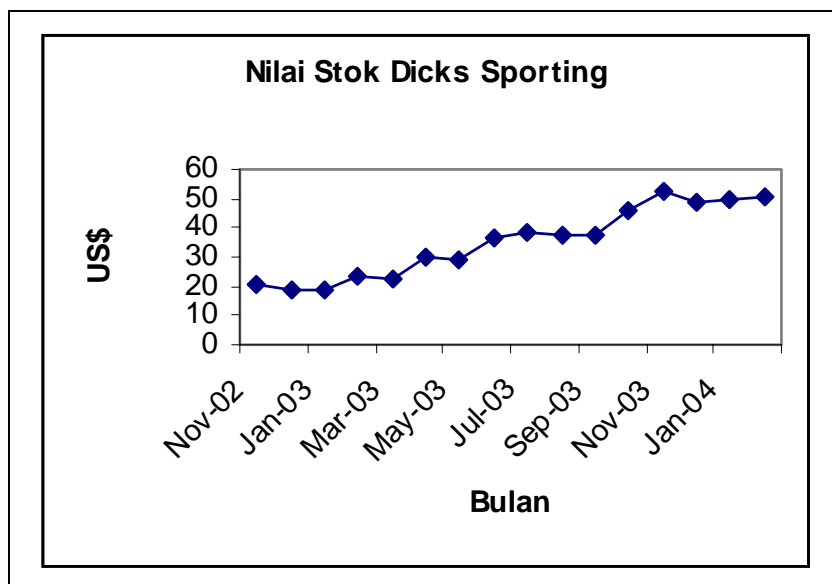
Gambar 11 menunjukkan bagaimana box plot bisa digunakan untuk membandingkan data dari dua set data atau lebih.



Gambar 11: Contoh Box Plot untuk membandingkan dua set data atau lebih

I. Run Chart

Run Chart merupakan suatu grafik antara nilai tertentu terhadap waktu. Grafik nilai rupiah per dolar atau harga saham suatu perusahaan dalam satu periode merupakan salah satu contoh run chart yang umum kita lihat.



Gambar 12: Contoh Run Chart -Nilai Stok Dick's Sporting Goods (Sumber: Yahoo!Finance)

6. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Selain dengan pareto dan diagram tulang ikan, cara lain untuk menentukan *significant few opportunities* adalah dengan FMEA, terutama jika kita tidak punya data yang cukup untuk membuat diagram pareto. Penggunaan FMEA pada awalnya adalah dalam *industrial safety* ataupun *reliability maintenance*, namun belakangan banyak dipakai dalam berbagai proses. Dari hasil FMEA, prioritas perbaikan akan diberikan pada komponen yang memiliki tingkat prioritas (RPN) paling tinggi.

Secara sederhana dan singkat, berikut ini adalah contoh FMEA yang digunakan dalam menganalisis sebuah rumah:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Component	Failure Mode	Failure Effect	SEV	Causes	OCC	Controls	DET	RPN
Genteng	Bocor	Basah didalam rumah	4	Genteng diinjek orang	2	Pasang pagar berduri dekat tembok	3	30
	Jatuh	Nimpa kepala	5	Udah longgar	1	Periksa kondisi antar genteng	4	20
Pintu	Macet	Ngga bisa keluar/masuk	3	Engsel rusak	3	Diminyakin	2	18

Tabel 4. Contoh Failure Mode and Effect Analysis

Keterangan

Component: komponen dari sistem/alat yang kita analisis.

Failure Mode: modus kegagalan yang sering terjadi.

Failure Effect: akibat yang ditimbulkan jika komponen tersebut gagal seperti disebutkan dalam failure mode.

SEV: *severity*, merupakan kuantifikasi seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan yang akibatnya disebutkan dalam Failure Effect. Severity ini dibuat dalam 5 level (1,2,3,4,5) yang menunjukkan akibat yang tidak terlalu serius (1) sampai sangat serius (5).

Causes: apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada komponen.

OCC: *Occurrence*, adalah tingkat kemungkinan terjadi terjadinya kegagalan. Ditunjukkan dalam 5 level (1,2,3,4,5) dari yang paling mungkin terjadi (5) sampai yang sangat jarang terjadi (1).

Control: ini menunjukkan metode apa yang sudah kita terapkan/pasang untuk mengantisipasi kegagalan tersebut.

DET: *escaped detection*, menunjukkan tingkat kemungkinan lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol yang sudah kita pasang. Levelnya juga dari 1-5, dimana angka 1 menunjukkan kemungkinan untuk lewat dari kontrol sangat kecil, dan 5 menunjukkan kemungkinan untuk lolos dari kontrol kita adalah sangat besar.

RPN: risk priority number, adalah hasil perkalian = $SEV \times OCC \times DET$.

Hasilnya dapat kita gunakan untuk menentukan komponen dan failure mode yang paling menjadi prioritas kita.

Untuk analisis FMEA yang lengkap, juga perlu mencantumkan action serta rencana yang dilakukan untuk menghindari atau menghilangkan kegagalan, serta perubahan nilai SEV, OCC, dan DET jika memang terjadi perubahan setelah kita merancang suatu rencana (ditunjukkan dalam kolom baru bernama pSEV, pOCC, pDET, dan pRPN). Untuk analisis secara lengkap ini, penentuan prioritas ditentukan berdasarkan nilai dari pRPN.

IV. Lebih Jauh dengan Analisis Statistik

*Knowledge has become the key economic resource
and the dominant, if not the only, source of comparative advantage*

- Peter Drucker -

1. Distribusi Data

Dasar terpenting untuk memahami distribusi data adalah pengetahuan tentang probabilitas (*probability*), tapi mengingat dasar probabilitas ini memerlukan uraian yang cukup panjang dimana topik ini kebanyakan sudah diajarkan dibangku SMU dan kuliah, saya tidak mengulangi lagi disini. Kebanyakan buku statistik maupun six sigma hampir pasti akan memberikan pembahasan tentang teori probabilitas. Bagi yang ingin mempelajari dari dasar tentang teori distribusi probabilitas, silahkan mencari buku statistik atau melihat daftar pustaka di akhir buku ini.

A. Jenis Distribusi

Seperti disebutkan dalam bagian terdahulu, data bisa dikelompokkan dalam *attribute data* dan *variable/continuous data*. Oleh karena itu, distribusi data secara umum juga bisa dibagi dua yakni **discrete distributions** (untuk non-continuous data) dan **continuous distribution**.

B. Bentuk Distribusi

Bentuk distribusi cukup penting dalam menganalisis data; dimana secara umum bentuk distribusi bisa dibagi menjadi:

- Simetris, bila rata-rata = median, atau angka skewness = 0
- Right -Skewed (Positif), bila rata-rata > median
- Left-Skewed (Negatif), bila rata-rata < median

Seperti yang kita bahas sebelumnya, nilai rata-rata sangat dipengaruhi oleh nilai ekstrim dari data-datanya jadi hal inilah yang menyebabkan timbulnya bentuk yang berbeda-beda.

Histogram dan box plot bisa digunakan untuk membantu kita melihat secara cepat bentuk distribusi suatu data.

C. Discrete Distribution

Distribusi discrete ini punya dua distribusi yang paling sering digunakan yakni binomial distribution dan *Poisson distribution*.

☑ **Distribusi Binomial (*binomial distribution*)**

Misalkan anda seorang penggemar permainan basket dan sedang ingin melatih kemampuan memasukkan bola ke keranjang dari titik lemparan bebas (*free throw*). Anda melakukan tembakan sepuluh kali tiap set; dari beberapa set tembakan ternyata rata-rata tembakan anda adalah anda hanya memasukkan 5 bola dari 10 lemparan, dalam hal ini anda mempunyai nilai kemungkinan bola masuk = 0.5. Dari data ini kita bisa menghitung berapa kemungkinan kita memasukkan bola jika kita melempar sebanyak 200 kali. Ini adalah contoh sederhana dari aplikasi distribusi binomial.

Setiap variabel yang bisa diukur dengan probability seperti diatas dimana suatu kejadian hanya bisa dimasukkan dalam dua kategori (berhasil/gagal, masuk/keluar, bagus/cacat,dll) bisa dikategorikan dalam distribusi binomial.

Rata-rata dari distribusi binomial adalah:

$$\mu = np$$

dimana, μ = rata-rata

n = besarnya sample

p = *probability of success (probability of "something")*

Standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{np(1-p)}$$

☑ **Distribusi Poisson (*Poisson distribution*)**

Banyak analisis dilakukan untuk jumlah suatu kejadian per *area of opportunity*; dimana *area of opportunity* ini bisa berupa waktu, ruang, maupun area.

Misalkan anda sedang mengantri di bank dan masih menunggu lama sekali untuk dilayani. Mungkin anda menghitung dalam hati berapa pelanggan yang datang tiap satu menit. Dalam satu menit pertama ada sepuluh orang yang datang barengan, menit ke tiga ada dua orang, menit ke 10 ada tujuh orang datang. Nah, jika anda tiap hari menghitung laju kedatangan pelanggan per menit, dalam sebulan anda akan punya rata-rata laju kedatangan pelanggan per menit, disini anda dapat dikatakan punya distribusi yang disebut *Poisson distribution*! Distribusi ini sangat penting dalam analisis operasi terutama dalam analisis produktivitas sistem/peralatan yang menggunakan teori antrian (*queue theory*).

Rumus umum dari *Poisson distribution* adalah seperti berikut:

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \text{ for } x = 0, 1, 2, \dots; \lambda > 0$$

Dimana:

P adalah kemungkinan suatu nilai $X = x$,

x = nilai kejadian yang kita ingin ketahui

λ = nilai rata-rata suatu kejadian per *area of opportunity*.

e = dasar dari logaritma natural = 2,718

D. Distribusi Kontinyu (*continuous distribution*)

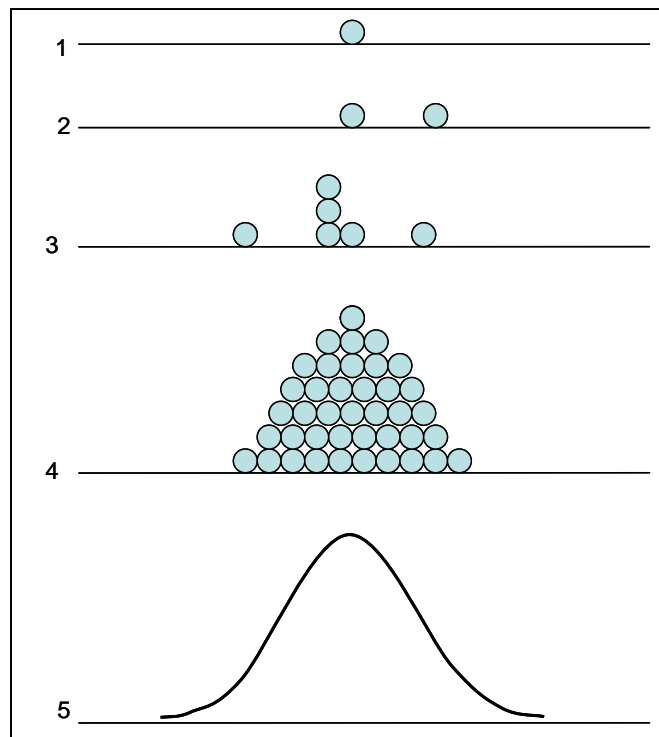
Setelah kita membahas sedikit tentang *discrete distribution*, mari kita simak sedikit tentang *continuous distribution*; ada dua yang paling umum dipergunakan yakni Distribusi Normal dan Distribusi Eksponensial.

Distribusi Normal

Untuk mengenal konsep distribusi normal, mungkin deskripsi dibawah ini bisa membantu.

Misalkan kita memegang sebuah kasti, dan kita lemparkan sejauh-jauhnya berulang-ulang.

Jika lemparan kita lakukan dengan gerakan yang kurang lebih sama, maka akan terjadi pola seperti Gambar 13 berikut ini.



Gambar 13: Distribusi jatuhnya bola membentuk distribusi normal

Pada lemparan pertama, bola akan jatuh di satu titik (lihat bagian 1 pada Gambar 13)

Lemparan kedua, bola jatuh tidak jauh dari titik bola pertama (lihat bagian 2). Lemparan ketiga, empat, lima dan enam mungkin akan menghasilkan pola seperti pada bagian 3. Lemparan kita ulang-ulang terus, dan lokasi jatuhnya kita gambarkan sehingga kemungkinan besar akan terjadi pola seperti bagian 4. Hampir sebagian proses di dunia ini mempunyai bentuk seperti bagian 4, atau untuk data yang berjumlah sangat besar maka distribusinya akan seperti bagian 5.

Bentuk seperti diatas dikenal dengan nama distribusi normal, *Gaussian distribution* maupun "*bell-shaped distribution*". Kurva diatas jika di'sederhanakan' dalam bentuk fungsi, dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{for } -\infty < x < \infty$$

Rata-rata dinyatakan dengan μ dan standar deviasi dinyatakan dalam σ .

Konsep distribusi normal ini sangat penting dalam statistik, terutama memahami makna dari rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ).

Dalam banyak kasus, asumsi yang digunakan dalam analisis adalah bahwa data yang kita punya terdistribusi dengan normal dan simetris. Artinya, kita perlu terlebih dahulu menguji apakah suatu grup data bisa dikatakan terdistribusi secara normal atau tidak. Software seperti Minitab mempunyai pilihan untuk melihat (menguji) kenormalan distribusi kita serta membuat *normal probability plot* untuk melihat apakah distribusi kita simetris atau miring.

☑ **Distribusi Eksponensial (*Exponential Distribution*)**

Selain distribusi normal, distribusi lain yang termasuk dalam kategori distribusi kontinu adalah distribusi eksponensial. Secara sederhana, distribusi ini merupakan distribusi dari data-data yang menggambarkan periode (waktu) ataupun ruang diantara dua kejadian. Jadi, bisa dikatakan kalau distribusi eksponensial adalah distribusi yang berkebalikan dengan distribusi Poisson.

Contoh paling umum dari penggunaan distribusi eksponensial adalah dalam mengukur periode kerusakan sebuah mesin, atau yang umum dikenal dengan *MTBF (Mean Time between Failures)*.

Untuk mempelajari lebih lanjut tentang distribusi ini, silahkan membaca buku referensi dalam daftar pustaka atau buku statistik lain yang lebih lengkap.

2. *Sampling Distribution* dan Estimasi Interval

A. Distribusi Sampling (*Sampling Distribution*)

Dalam penjelasan singkat tentang sampling, kita sudah membahas bahwa dalam dunia nyata sering sekali kita mengambil kesimpulan terhadap suatu populasi berdasarkan analisis yang kita lakukan pada sebagian kecil sampel. Nah, dari sampel yang kita pilih, data-data yang kita kumpulkan juga akan membentuk suatu distribusi yang disebut distribusi sampling. Distribusi sampling adalah distribusi sampel statistik (misalnya rata-rata), untuk semua kemungkinan sampel dengan ukuran n .

Untuk tidak membingungkan, contohnya adalah sbb:

Misalnya suatu populasi mempunyai 1,000 item; nah, rata-rata tiap 10 item akan membentuk distribusi yang disebut distribusi sampel dengan ukuran 10.

Sehubungan dengan distribusi sampling ini, para ahli statistik telah menghasilkan suatu teori yang disebut *Central Limit Theorem* yang menyatakan bahwa:

Tanpa memandang bentuk distribusi dari data dari suatu populasi, jika sampel kita cukup besar maka dapat diasumsikan bahwa distribusi sampling dari rata-rata akan membentuk suatu distribusi normal.

B. Mengenal *Confidence Interval*

Mengetahui bahwa kita mengambil kesimpulan dari suatu populasi berdasarkan analisis yang kita lakukan hanya terhadap sampel, kita bisa tahu bahwa suatu kesimpulan dari sampel (misalkan rata-rata) kemungkinan tidak sama persis dengan rata-rata populasi. Perbedaan hasil statistik antara satu sampel dengan yang lain disebut *sampling error*; ukuran sampel yang lebih besar akan menghasilkan *sampling error* yang lebih kecil.

Para ahli statistik mengeluarkan konsep estimasi interval dimana nilai karakteristik suatu populasi, diperkirakan dengan suatu tingkat kepastian akan berada didalam suatu interval. Interval ini disebut dengan *Confidence Interval Estimate*, suatu konsep yang sangat penting dalam analisis statistik!

Pada umumnya, dalam analisis Six Sigma, *confidence interval* yang umum digunakan adalah 95% confidence interval, dimana hal ini dapat diartikan sebagai berikut:

jika semua sampel diseleksi dalam ukuran n , maka 95% dari sampel itu akan memasukkan parameter populasi dalam interval hasil estimasi.

Untuk membuat estimasi interval, kita mesti mengetahui statistik dari sampel yang kita gunakan untuk menganalisis karakteristik populasi dan ditribusi samplingnya.

Confidence Interval = Titik Estimasi Sampel + Margin of Error

Untuk menghitung batas bawah (*lower limit*) dan batas atas (*upper limit*) dari suatu confidence interval data kontinyu, persamaannya adalah:

$$Upper - LowerLimit = \bar{x} \pm Z \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

\bar{x} = rata-rata sampel

s = standar deviasi sampel

n = jumlah sampel

Z = 2 untuk 95% confidence interval, 3 untuk 99% confidence interval

Sedangkan untuk data atribut, persamaannya menjadi:

$$Upper - LowerLimit = p \pm Z \left(\sqrt{\frac{pq}{n}} \right)$$

p = proporsi dari defectives,

q = 1-p

n = jumlah sampel

Z = 2 untuk 95% confidence interval, 3 untuk 99% confidence interval

3. Hypothesis Testing

Dalam penerapan Six Sigma maupun dalam analisis statistik secara umum, sering kali kita memerlukan analisis untuk membandingkan dua grup data, misalnya:

- Alat Ukur A vs. Alat Ukur B
- Hasil suatu proses sebelum perbaikan vs. setelah perbaikan

Disinilah kita memerlukan suatu pengujian statistik yang disebut *hypothesis test*.

Sebelum masuk ke pembahasan hypothesis test, kita perlu membahas sebentar tentang Type I Error dan Type II Error. Untuk mempermudah pembahasan, andaikan kita sedang melakukan pengadilan atas Tommy seorang tersangka koruptor. Sebagai hipotesis awal, kita menganggap dia “tidak bersalah”; hipotesis alternatifnya tentu saja dia “bersalah”.

H₀: Tommy tidak bersalah

H_a: Tommy bersalah

Tes hipotesis ini adalah untuk membuktikan apakah keputusan yang kita ambil benar-benar sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya, oleh karena itu kondisi antara keputusan yang kita ambil dengan kenyataan sebenarnya dapat digambarkan dalam matriks berikut:

		Kenyataan Sebenar-benarnya	
		H ₀	H _a
Keputusan Pengadilan	H ₀	Keputusan Tepat	Type II error
	H _a	Type I error	Keputusan Tepat

Tabel 5. Matriks untuk Tes Hipotesis

Dari matriks diatas dapat kita lihat bahwa ada dua kemungkinan hakim melakukan kesalahan:

Kesalahan tipe I: memenjarakan orang yang tidak bersalah

Kesalahan Tipe II: membebaskan orang yang bersalah

Kemungkinan melakukan kesalahan Tipe I didefinisikan sebagai α (dikenal sebagai *significance level*), dimana besarnya adalah $0 \leq \alpha \leq 1$

Kemungkinan melakukan kesalahan Tipe II didefinisikan sebagai β , dimana besarnya adalah $0 \leq \beta \leq 1$

Pada umumnya, keputusan-keputusan kritis berasal dari Kesalahan Tipe I.

A. Pengujian Perbedaan Rata-Rata dari Dua Distribusi Kontinyu

Secara umum, *hypothesis tes* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ atau } \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2 \text{ atau } \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Untuk menguji rata-rata dengan tes hipotesis biasanya dilakukan dengan t-test, dengan langkah sederhana berikut:

1. Definisikan parameter yang diuji dalam H₀ dan H_a
2. Pilih confidence interval yang diinginkan, misalnya 95%, atau 99%, atau 99.9% (artinya $\alpha = 0.05$, atau 0.01, atau 0.001)
3. Tentukan besar sampel dan lakukan t-test pada data kita dengan Minitab 14 atau software lain (adds-on Excel)
4. Jika $p < \alpha$ kita bisa mereject H₀ dan memilih H_a dengan tingkat keyakinan sebesar $(1-p) \times 100\%$. (Karena kita melakukan two-tail tes, jangan lupa harga p yang didapat mesti dikalikan 2 sebelum dibandingkan dengan α).
5. Jika $p \geq \alpha$ maka bisa dikatakan kita tidak punya bukti yang kuat untuk mereject H₀.

Catatan: distribusi t merupakan pooled-distributian dari standar deviasi dua sampel yang berbeda. Untuk keterangan lebih lengkap silahkan dibaca di buku statistik/ referensi di daftar pustaka.

Untuk contoh sederhana, perhatikan kasus berikut:

Sebuah perusahaan ingin melakukan pengujian statistik untuk membuktikan apakah ada perbedaan penggajian antara pegawai pria dan wanita. Hal ini dilakukan untuk menepis isu adanya diskriminasi terhadap pegawai wanita, yaitu pegawai wanita diberikan gaji yang lebih rendah dari pria (pada golongan dan masa kerja yang sama). Oleh karena itu, departemen Sumber Daya Manusia mengumpulkan data gaji pegawai dan membandingkan gaji pegawai pria dan wanita setelah dikelompokkan pada golongan dan masa kerja yang sama.

Dalam melakukan pengujian, hipotesisnya adalah:

H_0 : Gaji pegawai pria dan wanita adalah sama

H_a : Gaji pegawai pria tidak sama dengan pegawai wanita

Langkah berikutnya, adalah menentukan confidence interval, yakni dipilih 95% ($\alpha = 0.05$)
Lalu dilakukan pengujian dengan Minitab 14; yang menghasilkan p value sebesar 0.34, atau untuk two-sided test menjadi 0.68.

Karena $p > \alpha$ (jauh lebih besar dari α) maka dapat dikatakan kita tidak punya bukti untuk menolak hipotesis awal kita bahwa gaji pegawai pria dan wanita adalah sama. Dengan kata lain, bisa disimpulkan bahwa dengan data yang ada kita berpendapat bahwa tidak ada perbedaan antara gaji pegawai wanita dan pria.

B. Pengujian Perbedaan antara Dua Proporsi

Untuk pengujian proporsi, persamaan sederhananya adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \pi_1 = \pi_2 \text{ atau } \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_a : \pi_1 \neq \pi_2 \text{ atau } \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

Langkah pengujian dua proporsi hamper mirip dengan t-tes untuk rata-rata, yakni:

1. Definisikan parameter yang diuji dalam H_0 dan H_a
2. Pilih confidence interval yang diinginkan, misalnya 95%, atau 99%, atau 99.9% (artinya $\alpha = 0.05$, atau 0.01, atau 0.001)
3. Tentukan besar sampel dan lakukan Z-test pada data kita dengan Minitab 14 atau software lain (adds-on Excel)

4. Jika $p < \alpha$ kita bisa mereject H_0 dan memilih H_a dengan tingkat keyakinan sebesar $(1-p) \times 100\%$. (Contoh ini adalah two-tail test, harga p yang didapat mesti dikalikan 2 sebelum dibandingkan dengan α).
5. Jika $p \geq \alpha$ maka bisa dikatakan kita tidak punya bukti yang kuat untuk mereject H_0 .

C. Pengujian Perbedaan Rata-rata antara Dua Grup dengan Variances yang Berbeda

Pengujian hipotesis untuk rata-rata, pada umumnya menggunakan asumsi bahwa variasi dari dua grup yang diuji adalah sama. Jika asumsi diatas tidak bisa kita gunakan, maka kita mesti melakukan sebuah tes, yang pada Minitab disebut *separate-variance t-test*.

D. Pengujian Perbedaan Variances antara Dua Grup yang Berbeda

Seperti disebutkan sebelumnya, kita mesti mengetahui apakah variasi antara dua grup yang kita uji secara statistik bisa dianggap sama atau tidak, oleh karena itu sebuah tes yang disebut F-test dilakukan untuk menguji variance. Jika variances kedua grup yang kita uji, secara statistik bisa dianggap sama, maka kita bisa gunakan pooled-variance t-test; sebaliknya, jika tidak sama kita bisa gunakan separate-variance t-test.

Persamaan umum pengujian variances adalah:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Pada pengujian variances ini, penting untuk diingat bahwa asumsi yang digunakan adalah bahwa data yang diuji terdistribusi secara normal. Kita mesti melakukan tes “kenormalan” terhadap data-data kita sebelum F-test. Untungnya Minitab maupun software statistik pendukung Six Sigma lainnya (seperti SPC KISS keluaran Air Academy Associates) memudahkan kita untuk melakukan tes normality dan F-test ini.

Langkah pengujian dua F-tes untuk variances, adalah sebagai berikut:

1. Definisikan parameter yang diuji dalam H_0 dan H_a
2. Pilih confidence interval yang diinginkan, misalnya 95%, atau 99%, atau 99.9% (artinya $\alpha = 0.05$, atau 0.01, atau 0.001)
3. Lakukan F-test pada data kita dengan Minitab 14 atau software lain (adds-on Excel)
4. Jika $p < \alpha$ kita bisa mereject H_0 dan memilih H_a dengan tingkat keyakinan sebesar $(1-p) \times 100\%$. (Contoh ini adalah two-tail test, harga p yang didapat mesti dikalikan 2 sebelum dibandingkan dengan α).
5. Jika $p \geq \alpha$ maka bisa dikatakan kita tidak punya bukti yang kuat untuk mereject H_0 .

E. Analysis of Variances (ANOVA)

Sampai sejauh ini, mungkin diantara kita ada yang bertanya-tanya bagaimana jika kita ingin melakukan t-test atau F-test terhadap lebih dari dua grup data, misalkan tiga, empat, atau malah sepuluh grup data? Nah, disinilah kita perlu mengenal ANOVA, karena alat ini dapat digunakan untuk tujuan tersebut.

Misalkan kita mempunyai lima grup data, kita bisa menguji apakah kelima grup tadi mempunyai rata-rata yang sama atau tidak, hanya dalam sekali pengujian. Jadi, secara sederhana dapat ditampilkan dalam hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Semua rata-rata dari populasi adalah sama

H_a : Tidak semua rata-rata dari populasi adalah sama

Jika hanya ada satu variabel yang kita uji, kita bisa menggunakan one-way ANOVA, sedangkan jika ada dua variabel yang kita uji kita mesti menggunakan two-way ANOVA. Mengingat kompleks-nya penjelasan tentang ANOVA ini, saya persilahkan buat para pembaca untuk mencari penjelasan lebih lanjut pada buku yang lebih komplit.

4. Control Chart dan Kapabilitas Proses (*Process Capability*)

A. Control Chart

Dalam menganalisis dan memperbaiki proses, apapun bentuk proses kita (apakah proses pengolahan minyak, proses memasukkan data ke dalam database, penerimaan pegawai baru, dan sebagainya) yang terutama adalah kita memahami proses kita dan juga mengerti bagaimana kinerja proses tersebut. Oleh karenanya kita perlu alat yang bisa membantu kita dalam melihat apakah proses kita under control atau tidak dengan melihat adanya *common cause of variation* atau *special causes of variation*. Alat bantu kita untuk ini adalah *control chart*.

Common cause of variation: variasi yang terjadi karena proses/system itu sendiri

Special cause of variation: variasi yang terjadi karena factor eksternal/dari luar system

Secara umum, control chart bisa dibagi menjadi beberapa jenis:

A.1. Attribute control chart: untuk data attribute

a. *Non-conforming* chart:

- i. P-chart untuk jumlah sub grup konstan
- ii. P-chart untuk jumlah sub-grup tidak konstan

b. *Area of opportunity* chart:

- i. c-chart untuk jumlah sub grup konstan
- ii. u-chart untuk jumlah sub grup tidak konstan

A.2. Variable/Continues/measurement control chart:

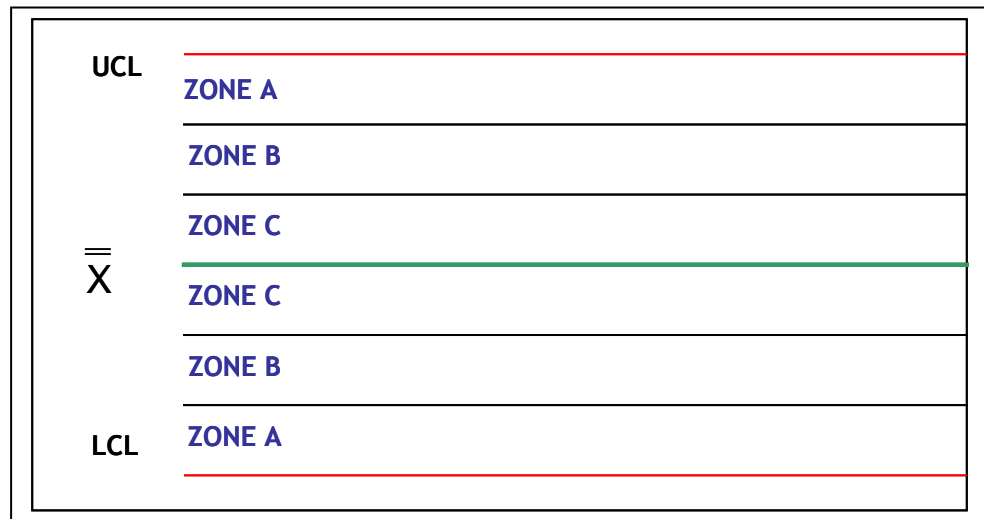
a. Chart untuk sub grup yang lebih besar dari 2:

iii. \bar{X} dan R-chart untuk sub-grup antara 2 sampai 10

iv. \bar{X} dan S-chart untuk sub grup lebih besar dari 10

b. Individual Moving Range (IMR) untuk sub grup yang hanya terdiri dari satu data.

Walaupun ada beberapa macam control chart seperti disebutkan diatas, namun secara umum chart ini bisa digambarkan sebagai berikut:



Gambar 14: Zone dalam Control Chart

Control chart pada umumnya terdiri dari garis tengah dan control limit pada plus-minus tiga standar deviasi, seperti ditunjukkan diatas. Lebih spesifik lagi, control chart dibagi dalam 6 zone, yang akan memudahkan kita dalam melihat apakah ada “kelainan” dalam proses kita.

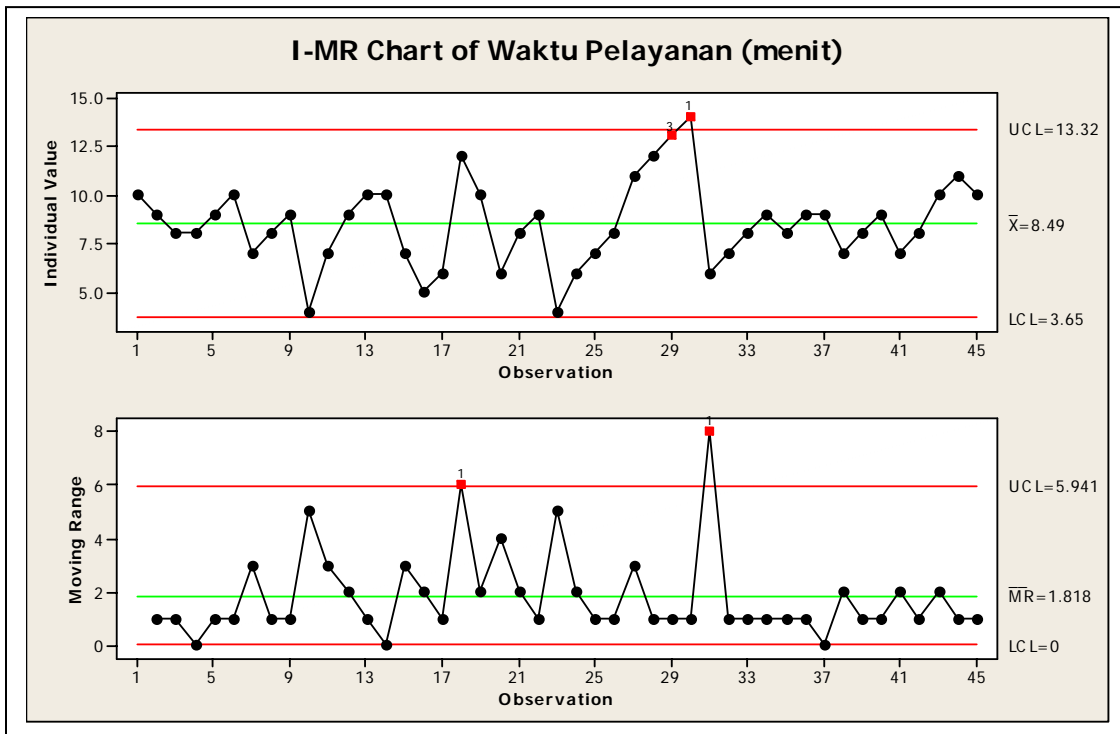
Aturan umum dalam menentukan suatu proses di luar control adalah⁵:

- Ada titik yang berada di atas garis UCL (upper control limit) atau di bawah LCL (lower control limit).
- Dua atau tiga titik secara berurutan ada di zone A.
- Empat atau lima titik secara berurutan ada di zone B.
- Delapan atau lebih titik secara berurutan berada di atas garis tengah atau dibawah garis tengah.
- Delapan atau lebih titik menunjukkan trend naik atau turun

⁵ Gitlow, PhD., Howard S., and David M. Levine, Ph.D. *Six Sigma for Green Belts and Champions*. Prentice Hall, 2005: halaman 428. Penulis memodifikasi chart dan penjelasan agar lebih simple.

- ☑ Tigabelas titik secara berurutan ada di zone C hanya pada satu sisi (hanya pada C atas maupun C bawah).
- ☑ Menunjukkan kecenderungan data seperti gergaji (naik turun secara drastis).

Walaupun kelihatannya cukup rumit mendeteksi adanya kelaianan dalam proses, perangkat lunak seperti Minitab akan membantu dengan cepat menunjukkan proses kita bila terjadi “kelainan” seperti contoh IMR dalam Gambar 15.



Gambar 15: Contoh Individual Moving Range dan titik merah yang menunjukkan “kelainan”

Test Results for I Chart of Waktu Pelayanan (menit)

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 30

TEST 3. 6 points in a row all increasing or all decreasing.
Test Failed at points: 29, 30

TEST 5. 2 out of 3 points more than 2 standard deviations from center line (on one side of CL).
Test Failed at points: 29, 30

TEST 6. 4 out of 5 points more than 1 standard deviation from center line (on one side of CL).
Test Failed at points: 30

Test Results for MR Chart of Waktu Pelayanan (menit)

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 18, 31

B. Kapabilitas Proses (*Process Capability*) untuk Distribusi Data Kontinyu

Sebenarnya ada satu konsep yang seharusnya dibahas dari awal yakni konsep *process capability*; hal ini mengingat kata “six sigma” merupakan suatu konsep yang diturunkan dari kapabilitas proses ini. Namun mengingat untuk mengenal kapabilitas proses kita perlu mengetahui proses control terlebih dahulu, maka baru di bagian ini saya membahasnya.

Jika kita sudah mengetahui bagaimana kinerja proses kita (*voice of process*), tentunya kita ingin membandingkannya dengan spesifikasi yang ditentukan oleh pelanggan kita (*voice of customer*). Keinginan pelanggan biasanya dinyatakan secara kuantitatif dengan spesifikasi terdiri dari USL (Upper Specs Limit) dan LSL (Lower Specs Limit). Jika kita membandingkan rentang spesifikasi dengan rentang proses, maka kita akan mendapatkan suatu besaran yang disebut Index Proses Potential (*Process Potential Index*) yang dilambangkan dengan C_p .

$$C_p = \frac{\text{spesifikasi(range)}}{\text{process(range)}} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Karena tidak semua proses mempunyai distribusi yang simetris, maka dari konsep C_p ini juga diturunkan konsep *Process Capability Index* (C_{pk}) yang dalam persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{y}}{3\sigma}, \frac{\bar{y} - LSL}{3\sigma} \right] \text{ dimana } \bar{y} \text{ adalah titik tengah dari proses.}$$

Kedua faktor diatas sangat penting dalam mengidentifikasi kinerja proses kita karena dengan cepat menunjukkan di level mana proses kita berada.

Konsep yang hampir serupa dengan Process Capability Index adalah konsep Sigma level (σ_{level}) yang menunjukkan berapa standar deviasi jarak antara garis tengah proses kita dengan garis spesifikasi terdekat. Nilai ini adalah nilai normalisasi (Z value) dari sebuah distribusi.

$$\sigma_{level} = \left[\frac{USL - \bar{y}}{\sigma}, \frac{\bar{y} - LSL}{\sigma} \right]$$

atau, bisa ditulis: $C_{pk} = \frac{\sigma_{level}}{3}$

Dengan analogi yang sama kita mendapatkan persamaan $C_p = \frac{\sigma_{capability}}{3}$

C. Kapabilitas Proses (*Process Capability*) untuk Distribusi Data *Discrete* atau *Attribute*

Jika:

A = jumlah barang/jasa yang berhasil dihasilkan dari proses kita tanpa sama sekali kerja ulang (*rework*)

B = jumlah barang/jasa yang dihasilkan dari proses kita dengan minimal satu kali *rework*

C = jumlah barang/jasa yang di reject

Maka:

$$\text{Yield} = (A+B)/n$$

Dimana n = jumlah total barang/jasa yang diproses = A+B+C

Dan, yang disebut First Pass Yield (FPY) = A/n

Dari paparan diatas, kita dapat menurunkan konsep kapabilitas proses untuk data discrete dengan menggunakan konsep Defects Per Unit (dpu) yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

dpu = total jumlah cacat yang dihasilkan selama proses / jumlah total unit yang diproses (n)

Para ahli statistik menurunkan rumus untuk hubungan FPY dengan dpu:

$$\text{FPY} \approx e^{-\text{dpu}}$$

Defects per million opportunities (dpmo) = (1,000,000) x (jumlah total cacat/jumlah total opportunity)

$$= (1,000,000) \times (\text{dpu}/\text{opportunity per unit})$$

Dari hubungan-hubungan diatas, kita akan menemukan korelasi antara dpmo dengan $\sigma_{\text{capability}}$ yang akhirnya akan membawa kita pada definisi six sigma sebagai cacat hanya 3.4 dpmo.⁶

$$\sigma_{\text{capability}} = .8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(\text{dpm})}$$

(Catatan, ada asumsi mengenai adanya shift sebanyak 1.5 σ yang diamati dalam penelitian yang dilakukan Motorola dalam menghasilkan hubungan antara dpmo dengan $\sigma_{\text{capability}}$. Silahkan dibaca lebih lanjut pada buku-buku Six Sigma dalam daftar pustaka untuk keterangan lengkap).

⁶ Keterangan dan persamaan di bagian ini banyak mengambil dari referensi yang dikeluarkan oleh Air Academy Associates antara lain dari Schmidt, Stephen R., Kiemele, Mark J., and Ronald J. Berdine. *Basic Statistics: Tools for Continuous Improvement 4th ed.* Colorado Springs: Air Academy Press & Ass, 1994.

$\sigma_{capability}$	dpmo (2-sided)
6	3.4
5	233
4	6,210
3	66,810
2	308,770

Tabel 6: Hubungan $\sigma_{capability}$ dengan defects per million opportunity (dpmo)

5. Regresi Linear

Teknik regresi adalah pendekatan yang digunakan untuk mendefinisikan relasi matematis antara variabel output (y) dan satu atau lebih variabel input (x). Diantara banyak model regresi, analisis yang paling umum digunakan dalam statistik oleh masyarakat luas adalah regresi linear. Analisis ini memang sangat luas aplikasinya karena hubungan antara dua variabel merupakan sesuatu yang jamak dalam hidup sehari-hari; seperti misalnya: melihat hubungan antara pendapatan dan pengeluaran, hubungan antara harga minyak dengan bahan bakar pokok (sembako), dan sebagainya.

Dalam regresi linear, ada dua komponen yang mendasari analisis-nya:

- pasangan dua variabel: misalnya harga minyak dan harga sembako
- perkiraan alasan tentang hubungan antara dua variabel tersebut.

Konsep regresi sendiri walaupun sangat lazim digunakan, namun tidak banyak yang menyadari bahwa konsep ini sangat dekat dengan *hypothesis test* dalam menentukan apakah dua variabel yang kita analisa saling berkaitan.

Persamaan umum untuk regresi linear sederhana dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1x_i + e_i$$

Dimana:

\hat{Y}_i adalah nilai perkiraan dari variabel output

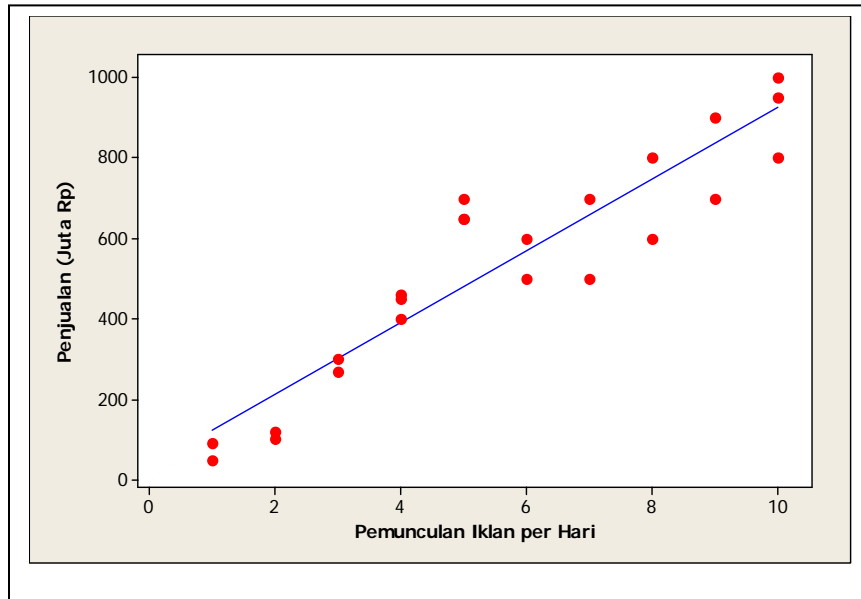
b_0 adalah titik singgung persamaan dengan sumbu y (nilai y jika x = 0)

b_1 adalah koefisien yang menunjukkan gradien persamaan tersebut

x_i adalah nilai variabel input

e_i adalah nilai residual, nilai yang menunjukkan perbedaan antara nilai actual (Y) dan nilai perkiraan (\hat{Y}_i) yang dihasilkan oleh model tersebut.

Sebagai contoh, pada Gambar 16 terlihat contoh analisis regresi linear dengan menggunakan Minitab 14.



Gambar 16: Contoh grafik regresi linear

Yang perlu diperhatikan adalah nilai P untuk variabel predictor selain constant; untuk hubungan yang significant nilai $p < 0.05$, untuk confidence level 95%. Selain itu perlu di lihat R-sq (*coefficient of determination*) dan R-sq(adj) (*adjusted coefficient of determination*). Nilai R-sq sebesar 85% berarti bahwa model kita mampu mewakili 85% dari keseluruhan data. Dari hasil diatas, kita dapat meyakini persamaan dari garis yang menjadi model kita dapat dikatakan mewakili seluruh data.

The regression equation is

Penjualan (Juta Rp) = 34.4 + 89.1 Pemunculan Iklan per Hari

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	34.40	49.66	0.69	0.496
Pemunculan Iklan per Hari	89.114	7.891	11.29	0.000

S = 108.042 **R-Sq = 85.9%** **R-Sq(adj) = 85.2%**

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1488825	1488825	127.54	0.000
Residual Error	21	245135	11673		
Total	22	1733960			

Bila kita hanya menganalisis suatu hubungan antara input dan output yang terdiri dari masing-masing satu variabel, tentunya kita cukup menggunakan analisis regresi. Namun bagaimana jika kita mempunyai banyak variabel input namun kita tidak tahu variabel yang mana yang

mempengaruhi keluaran proses tersebut? Analisis seperti apa yang kita gunakan? Salah satu yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara banyak variabel input dengan satu output adalah multiple regression.

Misalnya jika kita ingin mencari hubungan antara harga mobil (Y) dengan kapasitas mesin (x_1), Warna mobil (x_2), dan kapasitas penumpang (x_3). Hubungan itu dapat dituliskan dalam persamaan dibawah ini:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1x_i + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + e_i$$

Mengingat kompleksnya uraian tentang multiple regression ini, saya menyarankan anda untuk menncari buku statistik ataupun Six Sigma.

6. Design of Experiments (DOE)

Konsep yang cukup dekat dengan *multiple regression* tapi lebih powerful dalam menganalisis dan memprediksi hubungan input dengan output adalah *Design of Experiment* atau DOE.

Contoh:

Misalkan kita adalah seorang pembuat kue yang ikut dalam lomba kue terenak dan terindah. Kue yang kita buat akan dinilai oleh tim juri dengan angka 1-10 berdasarkan rasa, rupa, dan bentuk kue; dalam istilah proses, ini adalah hasil (H) dari proses kita. Untuk menghasilkan kue yang sesuai dengan yang kita inginkan, ada banyak faktor yang mempengaruhi hasil (H) yang merupakan variabel input dari proses pembuatan kue. Faktor-faktor input itu misalnya: temperature oven (A), lama kue dipanggang di oven (B), dan campuran antara tepung - telur atau komposisi kue (C).

Masing-masing faktor mempunyai dua kemungkinan setting:

Temperature Oven (A) : 150 °C (-) dan 175 °C (+)

Lama kue dipanggang (B): 10 menit (-) dan 15 menit (+)

Komposisi kue (C): 4 telur (-) dan 6 telur (+)

Tentunya kita ingin tahu, kombinasi setting manakah yang akan menghasilkan kue terenak; apakah disetting pada temperature 150°C, dengan lama 10 menit, dengan 4 telur atau kombinasi lainnya?

Dengan masing-masing terdapat dua macam setting (atau 2 level) untuk tiga faktor, maka akan ada 8 kemungkinan kombinasi yang menyulitkan kita menentukan mana kombinasi yang paling optimum. Untuk faktor yang semuanya mempunyai 2 level, kombinasi yang mungkin adalah sebanyak 2^k . Bayangkan jika kita mempunyai faktor sebanyak 5 “saja”, maka kombinasi yang mungkin adalah sebanyak 2^5 atau sebanyak 32 kombinasi.

Disinilah DOE dapat membantu kita.

DOE adalah metode statistik yang telah disusun secara terstruktur untuk mengetahui hubungan antara faktor input/independent variable (X) dengan faktor output/dependent variable (Y). Jika pada analisis statistik yang diterangkan sebelumnya dapat dikatakan secara umum kita hanya pasif (dimana kita hanya mengumpulkan data dan lalu menganalisa hasilnya); pada DOE kita “secara sengaja” mengintervensi proses dan melakukan pengaturan terhadap jalannya proses.

Kelebihan dari DOE dibanding metode eksperimen lain seperti hanya mengubah satu setting setiap eksperimen adalah DOE bisa memberitahu kita jika ada interaksi yang terjadi antara dua faktor atau lebih. Singkatnya, dengan DOE kita menguji semua kombinasi faktor dan setting (level) yang mungkin, sehingga kita bisa mengetahui efek utama (*main effects*) dan efek interaksi (*interaction effects*) dari suatu proses.

Efek Utama: efek yang terjadi pada variabel output dengan mengubah satu variabel input.

Efek Interaksi: efek yang terjadi pada variabel output karena perubahan pada beberapa variabel inputnya yang berupa kombinasi dua faktor atau lebih.

Dari contoh diatas, kita bisa membuatkan model untuk eksperimen sebagai berikut:

Run	Temperatur	Lama Pemanggangan	Komposisi Hasil Telur
1	175	15	6
2	175	15	4
3	175	10	6
4	175	10	4
5	150	15	6
6	150	15	4
7	150	10	6
8	150	10	4

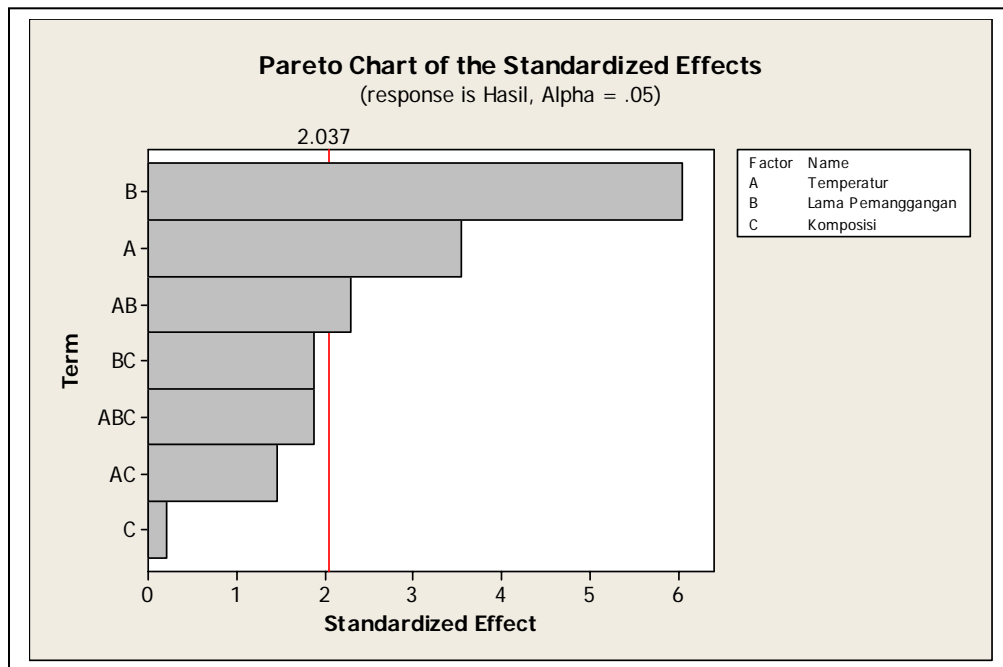
Tabel 7: Contoh Design untuk Eksperimen untuk 2 level, 3 faktor (uncoded design)

Run	Temperatur	Lama Pemanggangan	Komposisi Hasil Telur
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	-	+
4	+	-	-
5	-	+	+
6	-	+	-
7	-	-	+
8	-	-	-

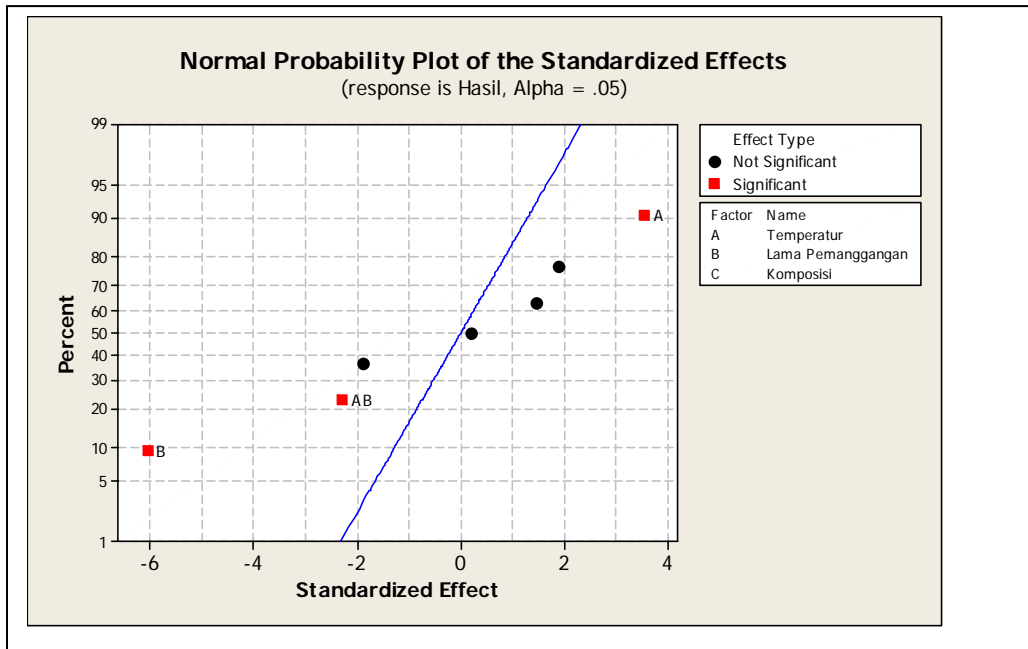
Tabel 8: Contoh Design untuk Eksperimen untuk 2 level, 3 faktor (coded design)
 Catatan: lambang “+” bisa diganti dengan “1”; “-” bisa diganti dengan “-1”

Dalam melakukan DOE, kita perlu melakukan eksperimen dalam urutan yang acak (random) untuk menghindari bias. Minitab 14 atau software yang menyediakan feature DOE bisa membantu kita membuat urutan acak, blok dan lain-lain.

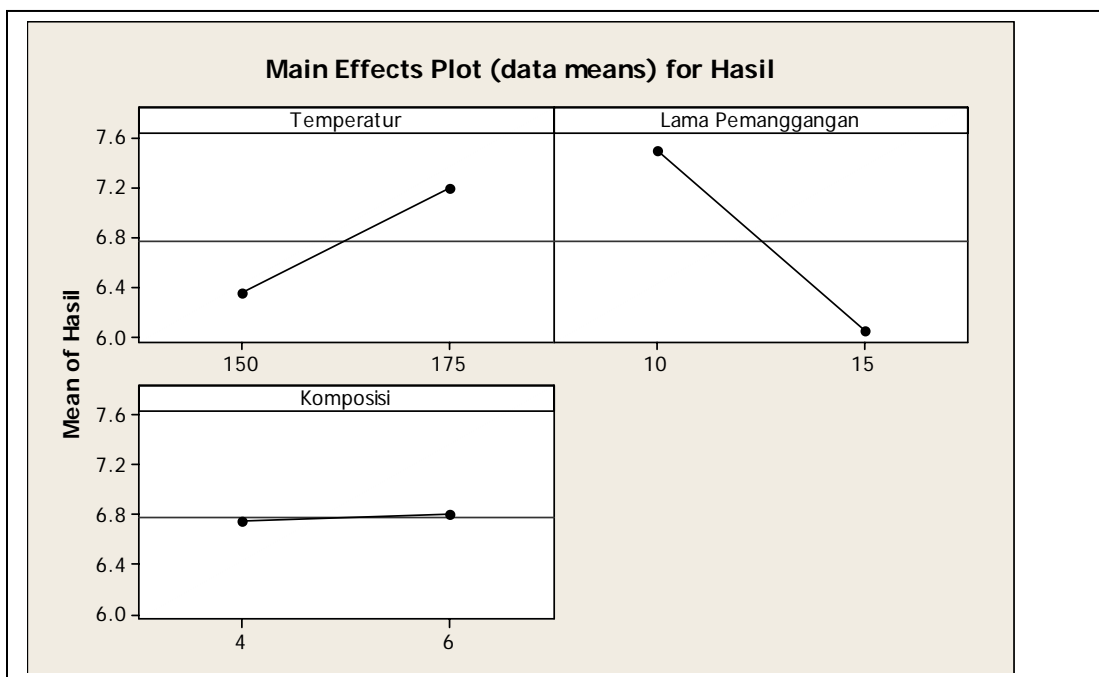
Pada Appendix 1 bisa dilihat contoh run DOE untuk contoh diatas dari Minitab 14, dimana setiap kombinasi pembuatan kue (Temperatur, Lama Pemanggangan dan Komposisi) diulang sebanyak 5 kali secara random untuk mendapatkan hasil yang valid. Hasilnya adalah sebagai berikut



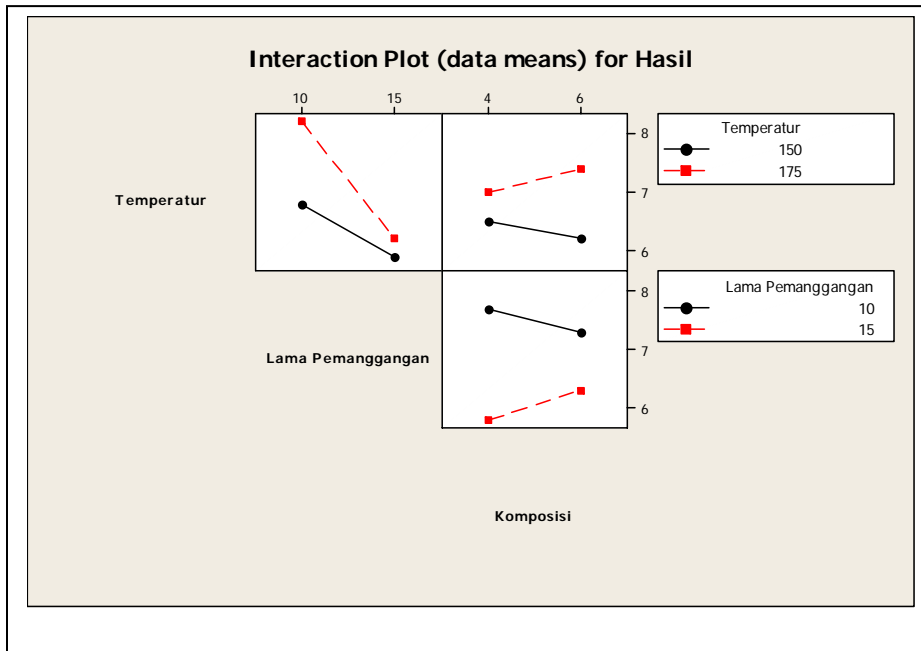
Gambar 17: Diagram Pareto Fakto yang Signifikan
 Perhatikan bahwa yang paling dominant adalah Temperatur, Lama Pemanggangan, dan interaksi antara Temperatur dan Lama Pemanggangan



Gambar 18: Normal Probability Plot



Gambar 19: Main Effect Plot
Perhatikan besarnya kemiringan masing-masing faktor



Gambar 20: Interaction Plot
Perhatikan besarnya kemiringan pada interaksi antara Tempertur dan Lama Pemanggangan

Statistics summary hasil DOE dari Minitab 14:

Estimated Effects and Coefficients for Hasil (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		6.7750	0.1199	56.51	0.000
Temperatur	0.8500	0.4250	0.1199	3.54	0.001
Lama Pemanggangan	-1.4500	-0.7250	0.1199	-6.05	0.000
Komposisi	0.0500	0.0250	0.1199	0.21	0.836
Temperatur*Lama Pemanggangan	-0.5500	-0.2750	0.1199	-2.29	0.029
Temperatur*Komposisi	0.3500	0.1750	0.1199	1.46	0.154
Lama Pemanggangan*Komposisi	0.4500	0.2250	0.1199	1.88	0.070
Temperatur*Lama Pemanggangan* Komposisi	-0.4500	-0.2250	0.1199	-1.88	0.070

S = 0.758288 R-Sq = 66.53% R-Sq(adj) = 59.21%

Analysis of Variance for Hasil (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	28.2750	28.2750	9.4250	16.39	0.000
2-Way Interactions	3	6.2750	6.2750	2.0917	3.64	0.023
3-Way Interactions	1	2.0250	2.0250	2.0250	3.52	0.070
Residual Error	32	18.4000	18.4000	0.5750		
Pure Error	32	18.4000	18.4000	0.5750		
Total	39	54.9750				

Secara sederhana, kita bisa mengetahui bahwa hasil terbaik (H) dari kue kita sangat dipengaruhi oleh Temperatur dan lama Pemanggangan dan interaksi antara dua faktor utama tersebut, dimana setting terbaiknya adalah pada temp 175°C, dipanggang selama 10 menit.

Bagaimana dengan melakukan percobaan untuk 5 atau 6 faktor? Berarti kita berurusan dengan 32 atau 64 kombinasi? Untuk itu dalam DOE banyak sekali metode untuk melakukan eksperimen yang disebut fractional factorial design yang membantu kita dalam membuat eksperimen hasilnya meyakinkan secara statistik dengan hanya melakukan eksperimen pada sebagian kombinasi. Silahkan membaca buku yang lebih lengkap.

7. Aspek Manajemen

Sengaja diakhir ulasan tentang statistik yang panjang diatas saya sisipkan ulasan tentang aspek manajemen dalam implementasi Six Sigma. Ini untuk tetap mengingatkan kita semua bahwa Six Sigma bukanlah melulu tentang statistik. Statistik hanyalah ALAT BANTU untuk mencapai perbaikan yang diinginkan; inti utama dalam Six Sigma adalah manajemen untuk memperbaiki proses dalam mencapai hasil yang jauh lebih baik. Banyak sekali orang mengukur suatu proyek Six Sigma berdasarkan seberapa banyak kita menggunakan tool statistik ataupun seberapa canggih software yang digunakan dalam menganalisis data. Padahal, inti utamanya tetaplah kemampuan mengelola proyek dan organisasi.

Perlu ditekanlan lagi disini bahwa dua hal terpenting dalam Six Sigma adalah:

1. Menentukan proyek yang tepat

Memilih proyek atau proses yang tepat untuk diperbaiki disini maksudnya adalah bagaimana kita memilih proses/proyek yang benar-benar akan memberikan hasil yang sangat penting buat keseluruhan kinerja perusahaan kita.

2. Mengelola tim lintas-fungsi (*cross-functional team*)

Suatu usaha memperbaiki proses biasanya memerlukan tim yang terdiri dari wakil beberapa departemen/bagian yang berkaitan untuk bersama-sama menyelesaikan permasalahan dan membawa perubahan ke arah yang lebih baik. Peranan seorang Black Belt dalam memimpin team lintas-fungsi adalah sangat penting. Bagaimanapun kemampuan dalam memimpin organisasi (termasuk misalnya memimpin rapat yang efektif) sangatlah penting selain pemahaman akan metode DMAIC dan pengetahuan aplikasi statistik.

Seperti layaknya usaha perbaikan dalam sebuah organisasi, memiliki konsep dan alat (termasuk software) yang canggih bukanlah jaminan dalam keberhasilan Six Sigma. Menurut Rath&Strong dalam buku kecilnya, tantangan terbesar dalam implementasi justru timbul dari hal-hal “kecil” seperti⁷:

- Membuat semua anggota team selalu hadir dalam tiap pertemuan

⁷ Federico, Mary, and Renee Beaty. *Rath & Strong's Six Sigma Team Pocket Guide*. McGraw-Hill, 2004.

- Membuat team tetap fokus dan tetap semangat
- Mendapatkan/mengumpulkan data
- Mendapatkan dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak yang berkaitan
- Meyakinkan pemilik proses untuk menyetujui perubahan

Nah, sekarang tinggal kita aplikasikan semua hal diatas di lingkungan kerja atau organisasi kita!

V. Sebuah Contoh Implementasi Six Sigma: Mengurangi Waktu Antrian di Sebuah Bank Kecil⁸

Dogbert : "You've got to implement a six sigma program or else you're doomed"
Dilbert's boss : "Aren't you the same consultant who sold us the worthless TQM program a few years ago?"
Dogbert : "I assure you that this program has a totally, totally different name"
Dilbert's boss : "When can we start?"
(Quoted from Dilbert strip comics)

Dilbert adalah favorit saya; walaupun sangat sinis terhadap berbagai hal di dunia bisnis moderen, banyak yang bisa kita renungkan dari membaca komiknya. Dari kutipan diatas misalnya, hal yang dapat dipetik adalah dalam implementasi Six Sigma lebih baik kita menghindari penggunaan istilah ini sebagai sebuah jargon semata, tapi memfokuskan organisasi kita pada segi implementasi.

Dalam contoh implementasi Six Sigma ini, saya mengambil kasus sederhana dalam mengurangi antrian di sebuah bank kecil. Kasus ini hanyalah sekedar contoh sederhana bagaimana konsep-konsep analitis dan statistik bisa digunakan untuk memperbaiki proses di organisasi atau perusahaan kita. Sengaja dipilih contoh kasus pengurangan waktu antrian di bank agar gampang dibayangkan dan juga mungkin bisa dengan mudah bisa diadaptasi untuk perbaikan proses lain yang bertujuan mengurangi waktu sebuah proses (mengurangi waktu *check-in* di hotel, mengurangi proses pembuatan KTP, dan lain-lain). **Saya belum pernah bekerja di dunia perbankan, jadi contoh ini mungkin jauh dari kenyataan dalam proses kerja di bank; namun inti dari contoh ini adalah bagaimana kita menerapkan konsep Six Sigma.**

Studi Kasus:

Sebuah bank kecil di Bandung bernama Bank Prospektif (BP) yang baru didirikan sejak tahun 2000 mempunyai visi menjadi bank yang mampu memberikan pelayanan spesial kepada pelanggannya. Pemilik sekaligus direktur utama bank tersebut, Dedi Candra, menginginkan bank-nya menjadi institusi keuangan yang mampu berkompetisi dengan bank-bank lain karena mampu menciptakan image cemerlang di mata konsumen karena mampu memberikan pelayanan khusus seperti waktu pelayanan di bank yang cepat, tingkat kesalahan pembukuan transaksi yang rendah, serta pelayanan seluruh pegawai bank yang ramah dan sigap.

⁸ Contoh ini adalah fiktif. Nama orang dan bank adalah rekaan saja, mohon maaf apabila ada kemiripan dengan nama atau institusi anda.

Walaupun sampai pertengahan tahun 2004 BP telah mampu menarik banyak pelanggan karena kualitas pelayanan yang bagus, namun jajaran pimpinan bank tersebut masih merasa banyak yang masih bisa diperbaiki untuk meningkatkan kualitas pelayanan. Salah satu faktor yang banyak disorot adalah mengenai panjangnya antrian pelanggan setiap jam kerja terutama pada awal bulan. "Kita harus melakukan sesuatu perbaikan yang lebih struktur dengan berbasis data dan pengetahuan," kalimat inilah yang diucapkan berulang-ulang oleh Dedi Candra pada berbagai pertemuan dengan pegawai BP memasuki paruh kedua tahun 2004.

Donny, seorang manajer di sana, sudah mengumpulkan data pelayanan di counter yakni: "panjang antrian nasabah", "waktu nasabah mengantri" dan "waktu melayani nasabah" dari Januari-Agustus 2004. Karena keikutsertaannya dalam sebuah mailing list di bidang manajemen operasi, Donny mendengar dan banyak belajar tentang sebuah konsep yang disebut Six Sigma. Setelah membaca beberapa buku akhirnya ia memutuskan untuk mengikuti pelatihan konsep tersebut secara pribadi dalam training Green Belt. Berbekal pengetahuan yang didapat dari training di bulan Juli 2004, ia mengusulkan kepada manajemen Bank Prosepektif untuk melakukan process improvement dengan menggunakan metode Six Sigma.

Dedi Candra yang sudah mendengar tentang Six Sigma dari kolega bisnisnya maupun dari beberapa majalah manajemen mendukung penuh usaha itu dan bersedia menjadi sponsor usaha perbaikan proses pelayanan banknya. Ia juga memberikan kepercayaan agar Donny membentuk sebuah tim yang terdiri dari karyawan yang mewakili departemen yang terkait. Donny telah membuat semacam roadmap DMAIC sebagai panduan kasar dalam mengerjakan "proyek" tersebut. Namun ia sadar, pelaksanaan proyek ini sangat tergantung dari komitmen tim yang akan dibentuknya. Ia kemudian berbicara dengan manajer team-team lain untuk mendapatkan dukungan serta mendapatkan pegawai terbaik dari beberapa departemen. Walaupun tidak semua rekan mendukungnya, namun setelah beberapa kali pertemuan, dan berbekal dukungan dari direktur utama, akhirnya ia mendapatkan anggota yang dianggapnya kompeten.

Pilihan pertama Donny sebagai anggota teamnya adalah Ratna, seorang teller yang sudah beberapa kali mengangkat isu tentang panjangnya antrian serta menurunnya pertambahan nasabah baru. Anggota kedua adalah Agung, seorang management trainee yang dikenal karena kemampuan analisisnya. Ketika ditelpon pertama kali, Agung langsung menyatakan "I am in" tanpa menyembunyikan antusiasmenya. Diah adalah anggota yang paling lama dibujuk untuk bisa ikut karena ia cukup skeptis dengan istilah Six Sigma. Diah adalah pegawai di bagian

accounting yang sudah bekerja sejak BP berdiri. Kecerdasannya serta pengetahuannya akan business process di BP menjadikan dia adalah orang yang harus ada di team.

Dengan bergabungnya ketiga orang anggota tersebut, Donny mulai menyusun strategi. Sebagai langkah awal ia mengundang semua anggota teamnya untuk melakukan rapat pertama, dengan tujuan untuk menyamakan persamaan sekaligus mendefinisikan proyek tersebut.

1. DEFINE

Pada rapat pertama tanggal 1 September 2004, Donny, Ratna, Diah, dan Agung berdiskusi untuk merumuskan proyek tersebut dalam bentuk Team Charter yang hasilnya sebagai berikut:

---0---
TEAM CHARTER
TEAM SIX SIGMA - Bank Prospektif

Nama Proyek: Pengurangan Waktu Antrian Nasabah

Deskripsi Singkat tentang Proyek:

Proyek ini bertujuan untuk mengurangi waktu antrian nasabah dengan melakukan perbaikan pada kecepatan pelayanan serta faktor-faktor yang bisa mengurangi antrian. Jika berhasil, Bank Prospektif akan berhasil memberikan pelayanan yang memuaskan kepada nasabah yang pada akhirnya akan meningkatkan customer's loyalty serta menghindari pindahnya nasabah ke bank lain.

Visi Sukses:

Dalam empat bulan kita berhasil mengurangi waktu pelayanan dari rata-rata 10.25 menit dengan standar deviasi 5.5 menit, menjadi waktu pelayanan rata-rata 5 menit dengan standar deviasi 2 menit.

Catatan: visi sukses ini merupakan permintaan dari Iwan Kurniawan, Kepala Bagian Layanan Pelanggan yang membawahi teller dan counter depan. Selain itu, Dedi Candra juga telah memvalidasi target ini dan menyatakan persetujuannya.

Target Waktu Selesai: 24 Desember 2004

Anggota Team:

Nama	Tugas dalam Team
Dedi Candra	Sponsor
Iwan Kurniawan	Pemilik Proses
Donny K	Fasilitator
Ratna	Anggota
Diah	Anggota
Agung	Anggota

Estimasi Kerugian Finansial Jika Tidak Ada Perbaikan Proses (Cost of Poor Quality):

Rp. 150 Juta per Bulan (berdasarkan data January-July 2004; kerugian karena jumlah transaksi yang kurang optimum serta berpindahnya nasabah kepada bank lain).

Rencana Kerja Umum:

1. Fase DEFINE:

- Menentukan Spesifikasi Yang diinginkan Pelanggan
- Membuat Team Charter
- Membuat Gantt Chart
- Workshop Six Sigma untuk anggota team
- Membuat diagram IPO (Input-Process-Output)

2. Fase MEASURE

- Mengumpulkan data
- Membuat diagram Pareto chart
- Membuat diagram Process Flow

3. Fase ANALYZE

- Membuat Cause and Effect Diagram, dan analisa CNX
- Membuat Scorecard.
- Membuat Run Chart

4. Fase IMPROVE

- Mencoba perubahan
- Membuat Control Chart
- Membuat SOP

5. Fase CONTROL

- Memastikan SOP dijalankan dan sosialisasi
- Membuat Laporan/Dokumentasi Akhir
- Mendapatkan verifikasi dari pelanggan, pemilik proses dan tim finance.

---0---

Sesuai dengan roadmap DMAIC yang telah disetujui diatas, team six sigma tersebut lalu membuat Gantt Chart untuk perincian secara detail jadwal pelaksanaan usaha perbaikan proses tersebut lengkap dengan waktu dan tenaga/sumber daya lain yang diinginkan seperti terlihat dalam Gambar 21.⁹

Sebagai satu-satunya karyawan yang telah mengikuti kursus Six Sigma untuk level Green Belt, Donny sejak awal sudah merencanakan akan mengadakan semacam workshop untuk mengenalkan prinsip Six Sigma terutama konsep DMAIC dan process variances reduction. Ia mengajak seluruh anggota team untuk berpartisipasi dalam workshop tersebut termasuk Pak Dedi dan pak Iwan, serta beberapa manajer dan management trainee yang tertarik.

⁹ Gantt Chart bisa dengan mudah dibuat dengan MS Project, namun untuk lebih sederhana, disini ditampilkan dengan menggunakan MS Excel serta hanya menampilkan high-level schedule saja.

No	Deskripsi	PIC	Tgl Mulai	Tgl Selesai	Schedule														
					Sep				Oct				Nov				Dec		
					I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
1	Fase DEFINE:		1-Sep-04	6-Sep-04	■	■													
1.1	Membuat Team Charter	Team	1-Sep-04	1-Sep-04	■														
1.2	Membuat Gantt Chart	Ratna	2-Sep-04	2-Sep-04	■														
1.3	Workshop Six Sigma untuk anggota team	Donny	3-Sep-04	3-Sep-04	■														
1.4	Membuat diagram IPO (Input-Process-Output)	Diah, Agung, Team	3-Sep-04	6-Sep-04	■	■													
1.5	Menentukan Spesifikasi Yang diinginkan Pelanggan	Iwan K, Dedi C	28-Aug-04	1-Sep-04	■														
2	Fase MEASURE		7-Sep-04	30-Sep-04	■	■	■	■	■	■	■	■							
3	Fase ANALYZE		20-Sep-04	6-Sep-04					■	■	■	■							
4	Fase IMPROVE		15-Dec-04	17-Nov-04									■	■	■	■			
5	Fase CONTROL		12-Nov-04	24-Dec-04									■	■	■	■	■	■	■

Gambar 21: Gantt Chart Tim Six Sigma BP

Workshop diadakan tanggal 3 September 2004, yang kebetulan jatuh pada hari Jumat sehingga workshop diputuskan diadakan di sebuah hotel di Lembang dengan suasana yang sangat santai. Untuk menerangkan konsep-konsep statistik dan analytical tool, Donny menggunakan permainan helikopter kertas yang merupakan permainan yang didapatkan pada waktu mengikuti kursus Six Sigma.¹⁰ Alhasil, bukan hanya semua anggota tim mulai mengerti konsep Six Sigma, tapi dengan workshop sehari itu mereka menjadi sangat bersemangat untuk menerapkan konsep tersebut. Pada sesi setelah makan siang, mereka mulai melakukan brainstorming untuk menyusun diagram Input-Process-Output yang hasilnya akan dirangkum oleh Diah dan Agung.¹¹

“Yang kita butuhkan adalah ATM!”

Ratna, yang sangat prihatin dengan panjangnya antrian di counter Bank Prospektif, menyatakan pendapatnya bahwa solusi dari perbaikan ini adalah dengan memasang ATM (Automated Teller Machine) sehingga tidak semua nasabah perlu mengantri di counter. Namun, Diah menyanggah dengan mengatakan bahwa dengan hanya mempunyai satu kantor pusat dan satu cabang yang dua-duanya berada di wilayah Bandung, tidaklah ekonomis jika BP memasang ATM. Menurut Diah, yang perlu dilakukan adalah menambah jumlah teller dan counter. Kedua

¹⁰ Permainan helicopter kertas ini adalah sebuah permainan yang sepertinya cukup populer dalam pelatihan metode statistik dengan sederhana. Permainan ini dipopulerkan oleh G.E.P Box untuk menerangkan konsep Design of Experiment. Informasi tentang permainan tersedia cukup banyak di internet dan gratis. Saya sendiri belum pernah mempraktikkan workshop Six Sigma dengan helicopter kertas ini; saya menggunakan alat lain yang cukup banyak digunakan di perusahaan-perusahaan yakni alat yang disebut “statapult” atau *statistic catapult*. Salah satu yang menjualnya adalah Air Academy Associates (www.airacad.com).

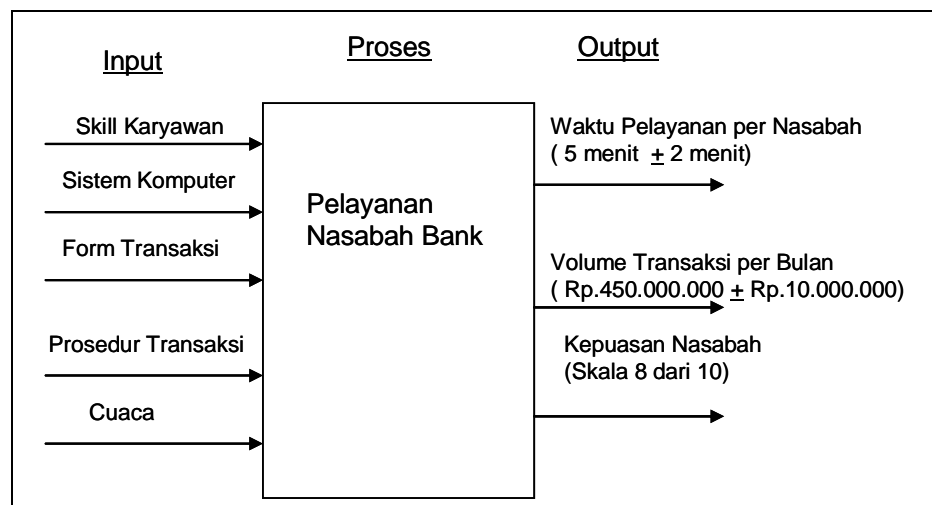
¹¹ Diagram IPO juga sering diuraikan lebih lengkap sebagai diagram SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer).

pendapat yang berseberangan ini sempat menimbulkan dua kubu dan perdebatan yang seru dikalangan peserta terutama para management trainee (MT).

Donny dan Pak Dedi yang banyak mengamati perdebatan kemudian menengahi, mengingatkan bahwa roadmap DMAIC pada pokoknya adalah prinsip yang menuntun kita menyelesaikan persoalan dengan berbasis data-informasi-pengetahuan; panjangnya antrian harus dilihat sebagai *symtomp* atau "gejala penyakit" dan kita harus telaten melakukan "diagnosis" sebelum mengeluarkan kesimpulan apa obat yang paling tepat. Pak Dedi melanjutkan dengan memberikan contoh bagaimana perusahaan-perusahaan besar melakukan kesalahan dalam memperbaiki supply chain mereka; banyak pemimpin perusahaan menganggap bahwa tidak efisiennya rantai suplai dapat diperbaiki dengan memasang software ERP (Enterprise Resources Planning) yang canggih dan mahal dan mendatangkan konsultan yang tak kalah mahalnyanya. Banyak yang lupa mendiagnosis terlebih dahulu apa persoalannya sehingga gagal mendapatkan "obat" yang tepat. "Jadi," Pak Dedi mengakhiri uraiannya, "Kegagalan terjadi karena dalam melihat permasalahan, kita sering mengambil kesimpulan secara terburu-buru atau jump to the conclusion. Yang kita butuhkan adalah keputusan yang berdasarkan data dan analisis!"

Demikianlah workshop, diskusi yang panjang serta brainstorming menyusun diagram IPO itu diakhiri dengan makan malam dan perbincangan santai disebuah restoran di Dago sebelum mereka kembali ke rumah masing-masing..

Dan berikut ini adalah pemaparan Diah dan Agung dalam rapat berikutnya, yang diagramnya dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 22: IPO Perbaikan Layanan Nasabah

Diah menerangkan tentang apa yang menjadi output: “keinginan customer internal (yakni Pak Dedi dan Pak Iwan) yang diterjemahkan ke dalam output berupa performance metrics; semua itu pada akhirnya akan memuaskan customer external (“capital C” Customers) yakni para nasabah bank.”

Dilanjutkan oleh pemamparan Agung tentang faktor input:

“Ada beberapa faktor input yang dianggap sangat mempengaruhi output yang dihasilkan yakni:

- a. Skill karyawan: kemampuan karyawan belum merata sehingga menghasilkan kinerja yang tidak konsisten.*
- b. Sistem komputer: sistem komputer yang ada (terutama piranti lunak untuk transaksi) dianggap kurang mendukung pekerja untuk bekerja cepat.*
- c. Form Transaksi: dari hasil brainstorming, didapatkan informasi bahwa lamanya pelayanan dan panjangnya antrian disebabkan oleh banyaknya keterangan yang harus diisi oleh seorang nasabah dalam satu form.*
- d. Prosedur transaksi: prosedur untuk memproses suatu transaksi kurang jelas, terutama prosedur untuk memasukkan data ke dalam sistem computer; ini terutama menyulitkan pegawai baru.*
- e. Cuaca: waktu pelayanan juga ternyata sering dipengaruhi cuaca; yakni keterlambatan karyawan BP tiba di kantor terutama jika terjadi hujan lebat yang mengakibatkan jalanan di Bandung macet.”*

Demikian Agung mengakhiri uraiannya dengan mengatakan, “Ada pertanyaan?” sambil tersenyum puas.

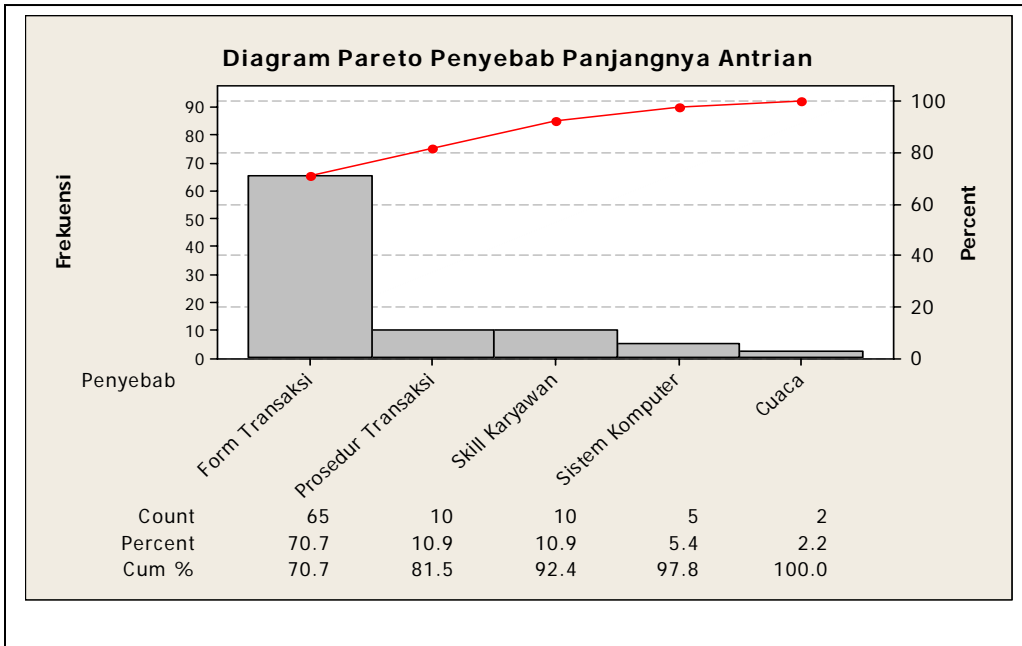
2. MEASURE

Dengan bekal data yang sudah dikumpulkan sebelumnya, team BP membuat Pareto Chart Penyebab Panjangnya Antrian dan Process Flow Diagram dari aktivitas nasabah dan teller dalam proses transaksi. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 23 dan Gambar 24.

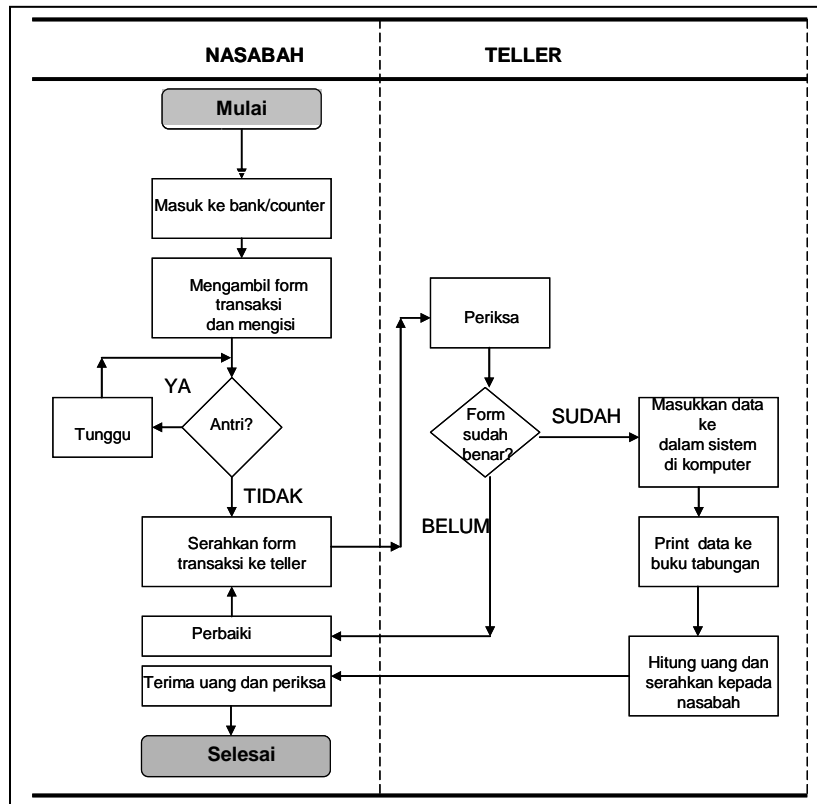
Catatan:

Banyak analisis dengan statistik yang bisa dilakukan pada fase pengukuran berdasarkan data yang telah terkumpul. Misalnya data laju datangnya pelanggan bisa dianalisis dengan distribusi Poisson untuk mendapatkan rata-rata kedatangan. Dari situ optimasi kecepatan aktivitas teller (termasuk menentukan jumlah teller yang sesuai bisa dilakukan dengan tool yang berbasis Queue Theory). Banyak software Operation Management menyediakan feature ini. Selain itu pada fase measure ini, untuk tiap variabel perlu dilakukan Measurement System Analysis atau Gage R&R (Repeatability & Reproducibility) untuk mengevaluasi apakah alat ukur kita cukup baik untuk keperluan proyek perbaikan proses.

Selain itu, tentu saja sangat penting untuk membuat run chart dari waktu rata-rata nasabah mengantri serta waktu rata-rata teller melayani satu nasabah. Namun untuk lebih menyingkat pembahasan, analisa diatas tidak ditampilkan dalam contoh ini.



Gambar 23: Diagram Pareto Penyebab Panjangnya Antrian

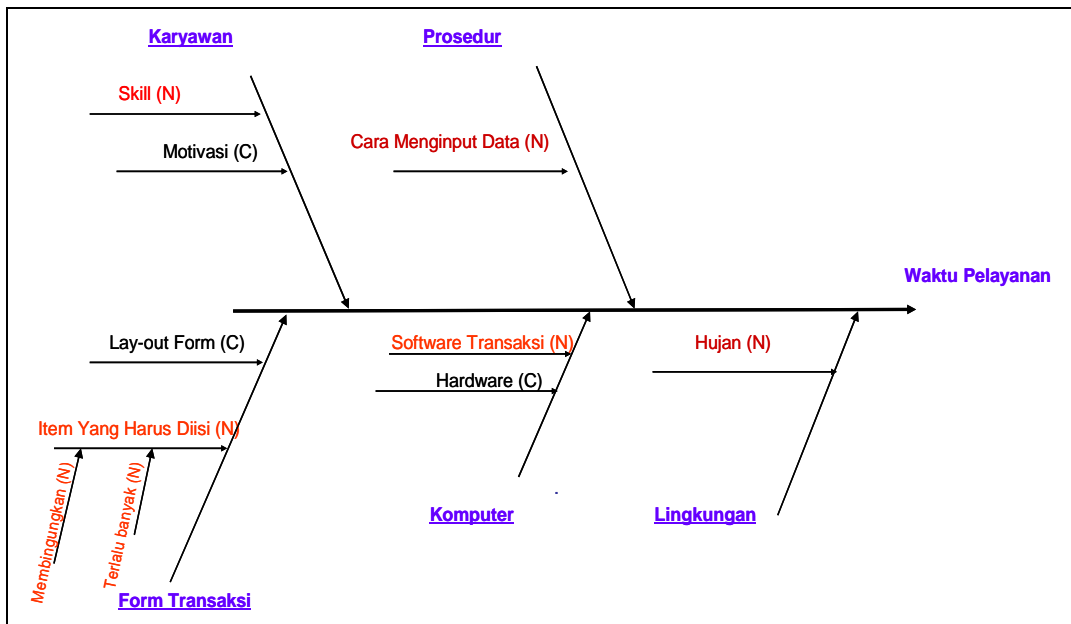


Gambar 24: Process Flow Pelayanan Nasabah

3. ANALYZE

Diah, Agung, dan Ratna sedang memandangi data-data dan gambar-gambar yang telah mereka kumpulkan ketika Donny memasuki ruangan rapat kecil di gedung mereka. “Dari diagram pareto, kelihatannya panjangnya antrian banyak disebabkan oleh Form Transaksi, Mas.” Ratna membuka percakapan, “Tapi saya tidak tahu bagaimana cara memperbaiki proses kita; form kita kan sudah standar dan sudah dicetak dalam jumlah banyak.” Semua terdiam dambil berpikir keras. Agung kemudian mengeluarkan idenya untuk membuat “diagram tulang ikan” seperti yang dipelajarinya di bangku kuliah. Donny terdiam dan lalu tersenyum sambil berkata, “Sepertinya kita perlu kembali ke Lembang rame-rame..!”

Singkat cerita, pada Jumat jam 2 siang, rombongan kecil BP yang terdiri dari tim inti Six Sigma dan beberapa manajer kembali berkumpul di sebuah ruangan hotel di Lembang untuk melakukan analisis faktor-faktor yang membuat waktu pelayanan menjadi seperti sekarang yang akibatnya antrian selalu panjang. Data-data yang telah dikumpulkan dan dibuat grafik, mereka siapkan untuk menjadi bahan diskusi. Setelah melalui diskusi serius yang panjang diselingi tawa keras dan “gorengan”, akhirnya mereka berhasil membuat diagram tulang ikan (atau Cause and Effect/CE-CN_X Diagram) seperti pada Gambar 25.



Gambar 25: CE and CN_X Diagram

Dari hasil diskusi Lembang tersebut, mereka mendapatkan bahwa kebanyakan nasabah bingung mengisi form transaksi karena terlalu banyak yang perlu diisi dan lay-out nya sangat membingungkan. Hal itulah salah satu yang menyebabkan para teller mesti selalu hati-hati memeriksa form yang sudah diisi agar tidak terjadi kesalahan. Memang ternyata menurut Pak

Iwan, banyak teller yang mengeluh karena hampir 70% form diisi dengan salah oleh nasabah sehingga form yang seharusnya tinggal diserahkan kepada teller, akhirnya harus diperbaiki didepan teller.

Hal lain yang mengemuka adalah mengenai kurang jelasnya prosedur pengisian data transaksi kedalam komputer; hal ini menyebabkan para karyawan baru harus terus bertanya kepada teller yang sudah senior. Semua peserta diskusi setuju bahwa jika kedua hal utama diatas diperbaiki, maka akan terjadi peningkatan kecepatan pelayanan serta pengurangan antrian di counter.

Dari hasil tersebut, tim Six Sigma BP kemudian menggabungkan semua data yang telah terkumpul dari Januari sampai Agustus 2004 dirangkum dalam tabel sederhana digabungkan dengan target dari perbaikan tersebut. Dari situ bisa terlihat gap antara kinerja bulanan dan target yang dituju. Tabel diatas adalah scorecard dari tim tersebut. Dari semua hasil yang telah dikumpulkan Donny dkk sekarang sudah siap masuk ke fase perbaikan.

				Tahun 2004											
Performance Metrics	Parameters	Target	Year to Date	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Waktu Pelayanan [menit]	Rata-Rata	5	10.3	11	10	10	10	10	11	10	10				
	Standard Deviasi	2	5.5	5.6	6.1	6.3	5.2	5	5.4	5.4	5				
Volume Transaksi Per Bulan [Juta Rupiah]	Rata-Rata	450	300.3	307	310	280	340	290	312	276	287				
	Standard Deviasi	10	26.1	20	25	34	36	25	21	25	23				
Kepuasan Pelanggan [Skala 1-10]	Rata-Rata	8	6.4	6.3	6.3	6.4	6.2	6.5	6.4	6.5	6.5				
	Standard Deviasi	0.5	1.2							1.2					

Tabel 9: Scorecard sampai dengan bulan Agustus 2004

Catatan:

Pada fase analisa, banyak tool yang bisa digunakan untuk menentukan faktor apa yang menjadi sumber variasi; yang apabila faktor tersebut kita perbaiki, maka keseluruhan proses akan menjadi lebih terkontrol. Selain dengan Cause & Effect Diagram, tool lain yang biasa digunakan antara lain Regresi dan Design of Experiment.

Data-data bisa dianalisa dengan run chart dan control chart sesuai dengan kebutuhan serta bisa dilakukan perhitungan process capability dari kondisi yang ada (sebelum dilakukan perubahan).

4. IMPROVE

Akhirnya tim Six Sigma BP mulai bergerak melakukan perbaikan yang difokuskan pada improvement di form transaksi dan perbaikan prosedur transaksi lengkap dengan training kepada teller.

A. Form Improvement:

Pada proses yang ada sekarang, nasabah mengisi form (deposit, penarikan, atau transfer) pada saat baru masuk ke counter ataupun pada saat mengantri. Yang menjadi permasalahan adalah sering terjadi kesalahan pengisian sebagai berikut:

- *salah mengisi no rekening*
- *no rekening dengan nama/alamat tidak cocok*
- *salah mengambil form (misalnya harusnya mau deposit, tapi yang diisi adalah form transfer).*

Setelah dievaluasi dan didiskusikan bersama-sama, akhirnya ada beberapa perubahan yang dilakukan pergantian model form dari model lama ke model baru.

Model lama: form terdiri dari 3 macam dengan warna berbeda (masing-masing untuk transfer, deposit, penarikan). Memiliki kolom kosong untuk:

- *Tanggal*
- *No rekening nasabah*
- *Nama nasabah*
- *Alamat*
- *Kantor cabang*
- *Jumlah transaksi*
- *biaya (untuk transfer)*
- *Rekening yang dituju (khusus untuk transfer)*
- *Nama dan Alamat yang dituju (khusus untuk transfer)*
- *Tanda tangan dan nama terang*

Model baru¹²: form terdiri dari 3 macam dengan warna dan ukuran yang berbeda (masing-masing untuk transfer, deposit, penarikan).¹³ Kolom kosong yang perlu diisi hanyalah:

- *Jumlah transaksi*
- *Biaya (khusus untuk transfer)*
- *No rekening, nama, dan alamat yang dituju (untuk transfer)*
- *Tanda tangan dan nama terang*

Untuk bisa melakukan perubahan ini, Bank Prospektif harus menyediakan satu bundel form transaksi (terdiri dari 3 macam form diatas) dimana untuk setiap nasabah, masing-masing nomor rekeningnya sudah tercetak dalam bundel yang mereka dapat. Artinya, pada saat

¹² Inspirasi diambil dari form transaksi PNC Bank, USA

¹³ Warna dan ukuran yang berbeda akan menghindarkan kesalahan pengisian formulir. Prinsip ini disebut mistake proofing.

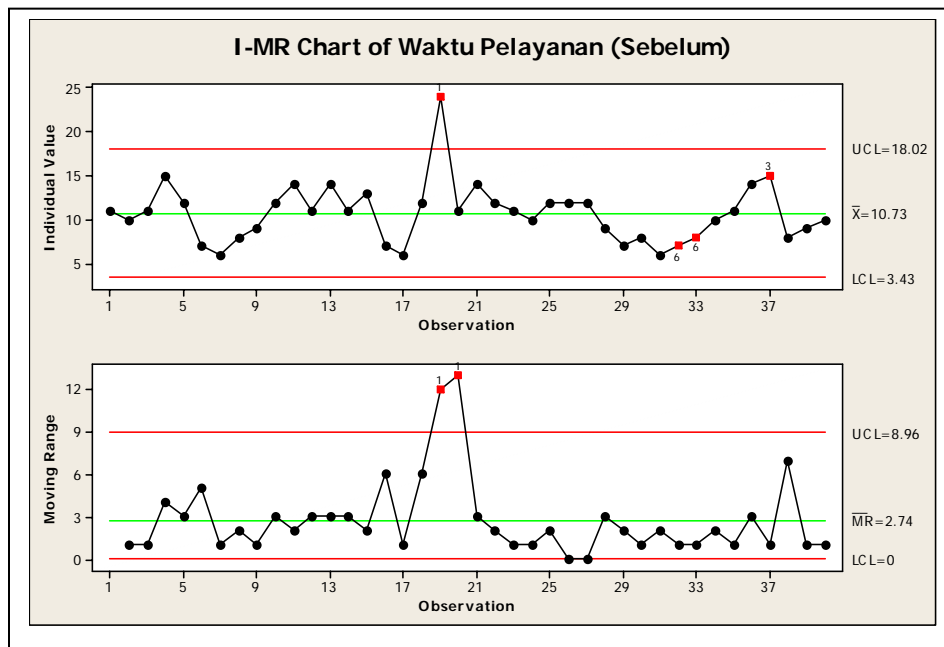
menarik uang, yang mereka perlu lakukan hanyalah menulis jumlah uang yang akan ditarik dan menandatangani form lalu menyerahkan ke teller.

Untuk bisa melakukan hal tersebut, BP harus memperbaiki database nasabahnya; setiap informasi nasabah harus up to date. Untungnya dengan kemajuan teknologi informasi, database yang bagus bisa cukup mudah dibuat hanya dengan memberikan semacam “proyek kecil” pada mahasiswa Informatika ITB. Database ini kemudian digabungkan dengan sistem transaksi di jaringan bank BP.

Hal yang kedua mesti dilakukan adalah mencari alternatif terbaik agar biaya pencetakan form baru tidak terlalu mahal. Untuk itu perlu dicari solusi dengan memanfaatkan usaha percetakan yang sudah maju dalam hal komputerisasi tanpa menambah biaya terlalu banyak.¹⁴

B. Prosedur dan Training:

Sebuah tim khusus dibentuk untuk memperbaiki prosedur yang sudah ada. Perubahan terbesar adalah pada penambahan gambar dan foto yang membantu teller dalam memahami prosedur tanpa harus kebingungan atau salah pengertian. Selanjutnya semua teller secara bergantian mengikuti workshop dan training untuk melatih prosedur yang baru.

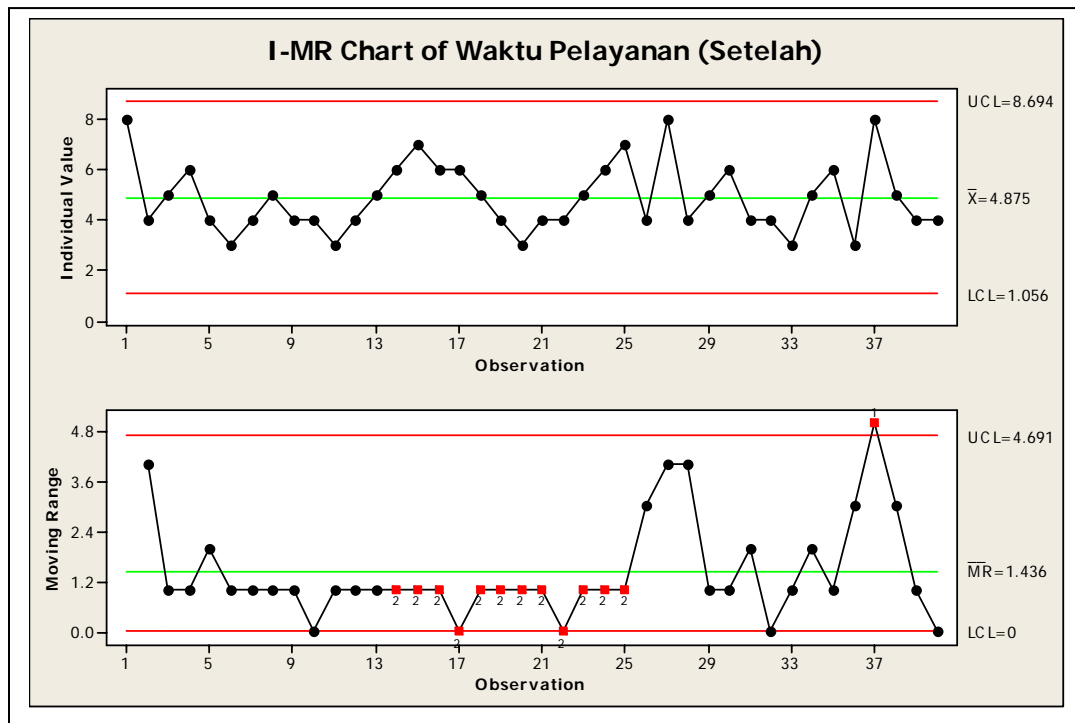


Gambar 26: IMR waktu pelayanan sebelum diterapkan form dan prosedur baru

Selama masa perbaikan itu, Agung dan Ratna mendapat tugas untuk mempersiapkan satu counter sebagai proyek percobaan. Mereka sempat mengumpulkan data waktu pelayanan yang kemudian dibuatkan individual moving range chart-nya seperti terlihat dalam Gambar 26.

¹⁴ Solusi ini mungkin terlalu menyederhanakan kesulitan yang sebenarnya di dunia nyata.

Kemudian mereka memilih secara random teller yang sudah mendapatkan training untuk memulai pelayanan dengan prosedur baru setelah semua nasabah secara bertahap mendapat kiriman form baru serta brosur yang berisi keterangan tentang form baru dan cara penggunaannya. Di dalam dan di luar Bank Prospektif sekarang dihiasi poster-poster menarik tentang cara pengisian form yang baru serta kegunaannya buat nasabah. Ketika semua sudah dirasa siap, mulailah pilot proyek dilakukan pada satu counter; yakni bagi nasabah yang sudah membawa form baru dialihkan ke counter yang menjadi pilot tersebut. Bagi yang belum familiar, bisa menggunakan form lama ke counter lain. Hasilnya cukup memuaskan; dari data yang dikumpulkan terjadi peningkatan kecepatan pelayanan dan tingkat kesalahan pengisian juga sangat kecil jika menggunakan form baru. IMR dari counter yang menjadi ujicoba form dan prosedur baru terlihat pada Gambar 27. Terjadi penurunan dari rata-rata waktu pelayanan 10.73 menit (dengan moving range 2.74 menit) menjadi rata-rata pelayanan 4.88 menit (moving range sebesar 1.44 menit).



Gambar 27: IMR waktu pelayanan setelah diterapkan form dan prosedur baru

Catatan:

Fase Improve adalah fase yang paling panjang karena kita perlu memastikan bahwa perbaikan yang kita lakukan benar-benar berhasil. Fase ini juga perlu didukung dengan kemampuan mengelola organisasi yang baik terutama dalam mengelola perubahan. Dalam contoh diatas saya hanya menggunakan IMR, dimana dalam kondidi sebenarnya mungkin diperlukan x-bar dan S-chart. Hal lain yang perlu dipastikan adalah penggunaan hypothesis test untuk memastikan perubahan hasil sebelum dan sesudah improvement. DOE dan Regresi juga merupakan tool yang dapat membantu kita dalam fase Improve ini.

Namun tetap diingat, yang terpenting adalah jangan sampai kita terjebak dalam penggunaan alat statistik yang berlebihan; focus utamanya tetap perbaikan proses.

5. CONTROL

Sejak fase Define, seluruh team telah melakukan dokumentasi dengan rapi kedalam sebuah binder yang merangkum seluruh hasil sampai fase Improve. Oleh karena itu, Donny secara bertahap sudah memulai menyusun laporan yang akan menjadi dokumentasi seluruh kegiatan dalam perbaikan proses ini.

Untuk memastikan prosedur dan form yang baru dilaksanakan secara konsisten, tim Six Sigma BP secara teratur mengadakan evaluasi dan diskusi atas kinerja pelayanan bank. Sambil berjalan, proyek percobaan dikembangkan secara bertahap sehingga akhirnya seluruh counter di dua cabang Bank Prospektif di kota Bandung. Prosedur akhirnya dibakukan ke dalam suatu dokumentasi yang detail dan standar sehingga benar-benar menjadi pegangan yang penting bagi setiap teller. Termasuk didalamnya adalah diagram process flow yang setelah perbaikan menjadi lebih pendek dan lebih "ramping" karena adanya penyederhanaan proses sebagai efek samping dari form dan prosedur yang lebih jelas dan sederhana.

Semakin cepatnya pelayanan bank tentu saja mengurangi panjang antrian serta meningkatkan jumlah transaksi per bulan. Untuk memvalidasi respon nasabah, pada bulan Desember 2004, Bank Prospektif mengadakan lagi survai kepuasan yang hasilnya benar-benar memuaskan.

Nasabah puas dengan perbaikan yang dilakukan di BP; komentar yang paling banyak adalah:

- *tidak perlu lama membuang waktu dalam antrian*
- *saya suka form yang baru*
- *saya tidak salah mengisi form lagi, karena sekarang bentuk dan warnanya jelas berbeda*
- *teller lebih ramah dan tidak cemberut lagi karena saya salah mengisi form*

Setelah hasil survai keluar, tim Six Sigma melakukan presentasi didepan Pak Dedi (sponsor), Pak Iwan (pemilik proses), Bu Dewi (Direktur Keuangan), dan hampir seluruh manajer di BP. Pada kesempatan itu Diah mendapat kesempatan untuk menerangkan hasil perbaikan pelayanan bank, yang diterangkan sesuai dengan kerangka DMAIC. Akhirnya ia menunjukkan hasil yang telah dicapai sampai bulan Desember 2004 yang dirangkum dalam scorecard seperti ditunjukkan Gambar 27.

				Tahun 2004											
Performance Metrics	Parameters	Target	Year to Date	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Waktu Pelayanan [menit]	Rata-Rata	5	8.8	11	10	10	10	10	11	10	10	7	6	5	5
	Standard Deviasi	2	4.4	5.6	6.1	6.3	5.2	5	5.4	5.4	5	3	2	2	2
Volume Transaksi Per Bulan [Juta Rupiah]	Rata-Rata	450	339.3	307	310	280	340	290	312	276	287	370	400	450	450
	Standard Deviasi	10	20.8	20	25	34	36	25	21	25	23	10	10	10	10
Kepuasan Pelanggan [Skala 1-10]	Rata-Rata	8	7.8							6.5					9
	Standard Deviasi	0.5	0.9							1.2					0.5

Tabel 10: Scorecard sampai dengan bulan Desember 2004

Setelah tepuk tangan yang meriah dari seluruh hadirin, Pak Dedi sebagai pemilik sekaligus direktur utama Bank Prospektif mengatakan hal seperti inilah yang akan membuat BP bisa maju dan bertahan dalam berkompetisi dengan bank lain di Bandung atau Jabotabek. Namun ia mengingatkan bahwa, yang paling sulit adalah membuat hasil perbaikan itu bisa berkesinambungan dan konsisten. Selain itu ia mengatakan, masih banyak perbaikan-perbaikan lain yang perlu dilakukan. Untuk itu ia telah menugaskan Donny untuk mulai membuat program yang tepat untuk mendidik karyawan BP dalam Six Sigma untuk memperbaiki berbagai proses di Bank Prospektif.

VII. Untuk Pengenalan Lebih Lanjut

*[Belajar itu] seperti menyapu, selalu akan ada sampah;
Habis sampah, masih banyak debu
- sebuah lagu rakyat daerah Bali -*

Sebagai penutup, berikut ini beberapa cara yang bisa kita lakukan untuk belajar lebih lanjut tentang Six Sigma.

1. Training

Dalam mengikuti training, usahakan mengikuti program yang “memaksa” anda untuk langsung mengimplementasikannya setelah training (atau malah lebih bagus lagi selama mengikuti training). Pada perusahaan-perusahaan tertentu, training Six Sigma biasanya dilakukan dalam selang satu atau dua bulan yang berkesinambungan; artinya, jika program lengkap terdiri dari 3 minggu penuh, maka ada jarak sekitar sebulan atau dua bulan diantara minggu pertama dan kedua, serta antara minggu kedua-ketiga. Dengan mempraktikkan, kita bisa punya pengalaman dalam aplikasi langsung. Juga disarankan, agar memilih program yang menyediakan mentor agar menambah kepercayaan diri kita dalam melakukan analisa.

2. Mailing List

Mailing list di Indonesia yang sangat bermanfaat diikuti untuk berinteraksi mengenai proses improvement, adalah adalah APICS-ID@yahoogroups.com dan Indo-POM@yahoogroups.com .

3. Website

Banyak sekali website tentang Six Sigma di internet; yang bisa saya rekomendasikan antara lain:

- American Society for Quality (www.asq.org)
- i Six Sigma (www.isixsigma.com)
- Indonesian Production and Operation Management Society (www.ipoms.or.id/mambo)
- Google (www.google.com) dengan kata kunci “six sigma“
- Wikipedia (www.wikipedia.org) dengan kata kunci “six sigma“
- Beranda-faktorQ (www.beranda.net/faktorq.html) - website pribadi penulis ☺

4. Buku

Bisa dilihat di daftar referensi atau juga dicari di toko buku online seperti Amazon.com

5. Software

Rekomendasi:

- MS Excel
- Six Sigma adds-on untuk Excel (mungkin susah dicari)
- Minitab 14
- SPSS 12 (saya belum familiar, tapi katanya sangat bagus juga buat analisis)

Daftar Referensi

Breyfogle III, Forrest W. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods* 2nd ed. John Wiley & Sons, 2003.

Carver, Robert H. *Doing Data Analysis with Minitab 14*. Thomson, 2004.

Federico, Mary, and Renee Beaty. *Rath & Strong's Six Sigma Team Pocket Guide*. McGraw-Hill, 2004.

George, Michael L., Rowlands, David, Price, Mark and John Maxey. *The Lean Six Sigma Pocket Tool Book*. McGraw-Hill 2005.

Gitlow, PhD., Howard S., and David M. Levine, Ph.D. *Six Sigma for Green Belts and Champions*. Prentice Hall, 2005.

Pande, Peter S., Neuman Robert P, dan Roland R. Cavanagh. *The Six Sigma Way: Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Teams*. McGraw-Hill, 2002.

Schmidt, Stephen R., Kiemele, Mark J., and Ronald J. Berdine. *Knowledge Based Management: Unleashing the Power of Quality Improvement*. Colorado Springs: Air Academy Press & Ass, 1999.

Schmidt, Stephen R., Kiemele, Mark J., and Ronald J. Berdine. *Basic Statistics: Tools for Continuous Improvement* 4th ed. Colorado Springs: Air Academy Press & Ass, 1994.

Stagliano, Augustine A. *Rath & Strong's Six Sigma Advance Tools Pocket Guide*. McGraw-Hill, 2004.

i Six Sigma <http://www.isixsigma.com/>

Tentang Penulis

D. Manggala adalah seorang praktisi pemula di bidang Lean-Six Sigma yang sekarang bekerja di sebuah perusahaan di Indonesia. Ia adalah sarjana Teknik Mesin ITB dan lulus dari program MBA Duquesne University dengan beasiswa Fulbright. Ia mempunyai minat besar pada bidang *process improvement* & *supply chain management* dan akan sangat gembira bila mempunyai teman diskusi dalam dua bidang tersebut. Penulis bisa dihubungi lewat d_manggala@yahoo.com atau melalui www.beranda.net

Appendix 1: Design dan Input untuk Run DOE Pembuatan Kue dengan Minitab 14

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Temperatur	Lama Pemanggangan	Komposisi	Hasil
15	1	1	1	150	15	6	7
23	2	1	1	150	15	6	6
33	3	1	1	150	10	4	8
29	4	1	1	150	10	6	7
17	5	1	1	150	10	4	7
38	6	1	1	175	10	6	9
8	7	1	1	175	15	6	5
22	8	1	1	175	10	6	8
39	9	1	1	150	15	6	6
18	10	1	1	175	10	4	9
26	11	1	1	175	10	4	8
25	12	1	1	150	10	4	7
32	13	1	1	175	15	6	7
7	14	1	1	150	15	6	6
10	15	1	1	175	10	4	7
4	16	1	1	175	15	4	5
28	17	1	1	175	15	4	7
13	18	1	1	150	10	6	6
36	19	1	1	175	15	4	6
24	20	1	1	175	15	6	7
3	21	1	1	150	15	4	5
19	22	1	1	150	15	4	5
12	23	1	1	175	15	4	6
35	24	1	1	150	15	4	5
30	25	1	1	175	10	6	9
16	26	1	1	175	15	6	7
5	27	1	1	150	10	6	6
27	28	1	1	150	15	4	7
1	29	1	1	150	10	4	8
31	30	1	1	150	15	6	6
2	31	1	1	175	10	4	9
14	32	1	1	175	10	6	8
9	33	1	1	150	10	4	7
11	34	1	1	150	15	4	6
21	35	1	1	150	10	6	5
20	36	1	1	175	15	4	6
6	37	1	1	175	10	6	8
37	38	1	1	150	10	6	7
34	39	1	1	175	10	4	7
40	40	1	1	175	15	6	6