PENGENDALIAN MUTU PADA PROSES PEMBEKUAN UDANG MENGGUNAKAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL* (SPC) STUDI KASUS : DI PT LOLA MINA JAKARTA UTARA

Oleh:

HERNITA SAULINA S

C34052091

DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009

RINGKASAN

HERNITA SAULINA S (C3052091). Pengendalian Mutu pada Proses Pembekuan Udang menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) Studi Kasus : PT Lola Mina Jakarta Utara. Dibimbing oleh **ANNA C ERUNGAN** dan **BUSTAMI**

Mutu sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk (barang dan atau jasa) yang dihasilkan agar memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan guna meningkatkan kepuasan pelanggan. Pengendalian mutu adalah suatu aktivitas keteknikan atau manajemen yang dengan aktivitas itu dapat diukur ciri-ciri kualitas produk dan membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila terjadi ketidaksesuaian dengan spesifikasi.

Pengendalian mutu proses pembekuan udang di PT Lola Mina dianalisis dengan metode *Statistical Process Control* (SPC). Pengendalian mutu bertujuan mengetahui efektivitas dan efisiensi pengendalian mutu pada proses pembekuan udang dengan metode *Statistical Process Control* (SPC) pada industri udang beku tanpa kepala. Tahapan proses yang diamati adalah tahapan proses yang dianggap kritis oleh perusahaan. Tahapan kritis pada kajian penelitian ini adalah cacat/*defect* pada penerimaan bahan baku, pemotongan kepala, suhu pusat udang setelah pembekuan dan penimbangan produk akhir per kemasan. Kajian ini difokuskan pada optimalisasi data-data hasil pencatatan di lapangan.

Hasil evaluasi terhadap tahapan proses yang tergolong kategori tahapan kritis oleh perusahaan meliputi risiko bahaya mutu (*wholesomeness*) dan penipuan ekonomi (*economic fraud*) menunjukkan sebagian besar tahapan pada kondisi stabil dan cukup mampu untuk menghasilkan produk pada tingkat kegagalan 3,4 per satu juta kali kesempatan, terhadap kesesuaian dengan spesifikasi yang ditentukan oleh pembeli.

Hasil kajian memperoleh nilai kapabilitas proses (Cp) pada tahap penerimaan bahan baku sebesar 3,58, tahapan pemotongan kepala sebesar 3,63, tahapan pembekuan sebesar 1,13 dan penimbangan berat produk per kemasan 1,07. Diagram Ishikawa menunjukkan penyebab proses produksi tidak berjalan sesuai dengan efektivitas spesifikasi. Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi merupakan indikator proses tidak berjalan dengan prosedur yang ada pada perusahaan. Dengan kondisi demikian, maka PT Lola Mina harus mengadakan tindakan pencegahan dan mereduksi variasi yang ada dalam proses pembekuan dengan memperhatikan faktor-faktor penyebab masalah tersebut. Identifikasi faktor penyebab masalah tersebut menggunakan diagram sebab akibat menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan variasi pada tiap tahapan proses yang dikaji digolongkan dalam lima faktor utama, yaitu mesin, metode, material, manusia dan manajemen. Implementasi prinsip 6S, yaitu *sort, stabilize, shine, standardize, safety* dan *sustain* diterapkan pada area proses pembekuan. Efisiensi dapat ditingkatkan dengan penerapan *Lean Six Sigma*.

PENGENDALIAN MUTU PADA PROSES PEMBEKUAN UDANG DENGAN MENGGUNAKAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL*(SPC) STUDI KASUS : DI PT LOLA MINA JAKARTA UTARA

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana
pada Departemen Teknologi Hasil Perairan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor

Oleh:

HERNITA SAULINA S

C34052091

DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009

Judul Skripsi	:	**PENGENDALIAN MUTU PROSES PEMBEKUAN UDANG MENGGUNAKAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL* (SPC) STUDI KASUS: DI PT LOLA MINA, MUARA BARU, JAKARTA UTARA.**
Nama	:	**Hernita Saulina S**
NRP	:	**C34052091**
Program Studi	:	**Teknologi Hasil Perairan**

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Anna C. Erungan, MS	**Dr. Ir. Bustami, MS**
NIP. 196207081986032001	**NIP. 196111011987031002**

Mengetahui :
Kepala Departemen Teknologi Hasil Perairan

Dr. Ir. Linawati Hardjito, MS
NIP. 196205281987032003

Tanggal Lulus : 11 September 2009

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"Pengendalian Mutu Proses Pembekuan Udang Menggunakan *Staristical Process Control* (SPC) Studi Kasus: di PT Lola Mina, Muara Baru, Jakarta Utara"** adalah karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, September 2009

Hernita Saulina S
NRP C34052091

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat, Berkat, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul "Pengendalian Mutu Proses Pembekuan Udang menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) Studi Kasus : di PT Lola Mina, Jakarta Utara.

Selesainya penulisan tugas akhir ini merupakan suatu kebahagiaan tersendiri bagi penulis, karena skripsi merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberi dukungan selama penelitian ini, diantaranya:

1. Ir. Anna C Erungan, MS dan Dr. Ir. Bustami, MS sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dengan penuh kesabaran.
2. Dr. Agoes M Jacoeb, Diplo Biol dan Ir. Nurjanah, MS selaku dosen penguji.
3. Ibu Dr. Tati Nurhayati, Spi, MS, selaku pembimbing akademik atas bimbingan dan dorongan semangatnya kepada penulis.
4. PT Lola Mina atas kesempatannya untuk dapat melakukan penelitian.
5. Seluruh dosen, pegawai, dan staf TU atas bantuannya selama ini.
6. Papa dan Mama tercinta yang telah memberikan doa, semangat, kasih sayang, dukungan, dan motivasi, dan perhatian kepada penulis.
7. Saudaraku Max Raja Pandapotan Sinaga dan Sebastian Sahala Bonar Sinaga atas sukacita, dukungan, perhatian dan doanya.
8. Saudaraku Keluarga Besar Sinaga, Tulang Gabriele, Opung Sidikalang, Alm Opung Sulim, Uda Ganda, Nanguda Roy terimakasih atas perhatian, dukungan, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
9. Mei Arista Sinaga yang telah memberikan semangat, hiburan, dan setia membantu dalam penelitian.

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

10. Kristian Dohardo Sitompul yang selalu mejadi tempat curhat dan selalu memberikan saran, penghiburan dan setia antar jemput.
11. Teman dan sahabatku di Nikita Kost, Mam Lenny, Lena, Dewi, Siska, Frahel, Merry dan Titin, terimakasih atas persahabatan yang sangat berarti dan dukungannya selama ini.
12. Teman-teman THP 42 yang selalu memberikan doa, dukungan dan perhatian selama ini Ary, Rodi, Dita, Ado, Ulie, Pur, Anne, Anche, Dan, Teteh, Adek, Fuad, Ifa, Tika, Zein, Erna, Rustam, Indri, Ita, dan semua THP'ers 42 yang telah memberi semangat kepada penulis.
13. Teman-teman THP 41 yang senantiasa memberikan doa dan dukungan, serta bantuan 43 atas kebersamaan dan semangatnya.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
15. Semua pihak yang telah membaca dan menggunakan karya ilmiah ini sebagai bahan acuan ataupun untuk kegunaan lainnya.

Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bogor, September 2009

Hernita Saulina S
C34052091

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 26 Juni 1987 dari pasangan bapak Mangasi Sinaga dan Ibu Martiana Manik, dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh penulis dimulai dari SD Negeri 4 Bekasi dan lulus pada tahun 1999. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan SLTPN 4 Bekasi yang lulus pada tahun 2002, dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Bekasi dan lulus pada tahun 2005.

Pada tahun 2005, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu program Strata 1 (S1) jurusan Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor melalui jalur SMPB. Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif dalam unit kegiatan mahasiswa PMK (Persekutuan Mahasiswa Kristen) IPB.

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor (IPB), penulis melakukan penelitian dengan judul **"Pengendalian Mutu Proses Pembekuan Udang Menggunakan *Statistical Process Control* (SPC)"** dibawah bimbingan Ir. Anna C. Erungan, MS dan Dr.Ir. Bustami,MS.

DAFTAR ISI

		Halaman
	DAFTAR TABEL	vi
	DAFTAR GAMBAR	vii
	DAFTAR LAMPIRAN	viii
1.	**PENDAHULUAN**	
	1.1 Latar Belakang …….....	1
	1.2 Tujuan ……...	2
2	**TINJAUAN PUSTAKA**	
	2.1 Deskripsi Udang Windu (*Penaeus monodon*) ……...	4
	2.2 Proses Pembekuan Udang …….	6
	2.3 Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan (food safety) Udang …...	11
	2.4 Pengendalian Mutu …….....	
	2.4.1 Pengertian mutu dan pengendalian mutu …….....	13
	2.4.2 *Statistical process control* (SPC) …….	15
	2.5 *Lean Six Sigma*……...	29
	2.5.1 *Lean*……...	30
	2.5.2 *Six Sigma*……...	31
	2.6 Integrasi HACCP dan Lean Six Sigma …….	33
3	**METODOLOGI**	
	3.1 Kerangka Pemikiran …….....	35
	3.2 Tata Laksana ……..	36
	3.3 Metode Analisis Data…….	39
4	**KEADAAN UMUM PERUSAHAAN**	
	4.1 Sejarah Perusahaan ……	44
	4.2 Lokasi Perusahaan …….	44
	4.3 Tujuan Perusahaan…….....	45
	4.4 Struktur Organisasi Perusahaan ……	44
	4.5 Karyawan dan Kesejahteraanya ……	44
	4.6 Fasilitas Produksi ……..	45
	4.7 Fasilitas Bangunan ……	44
	4.8 Karyawan dan Kesejahteraanya ……	54
	4.9 Fasilitas Tambahan……	54
5	**HASIL DAN PEMBAHASAN**	
	4.1 Kegiatan Produksi …….	56
	4.1.2 Bahan baku…….....	44
	4.2.2 Bahan Pembantu…….....	45
	4.2 Pengendalian Mutu …….....	63
	4.3 Implementasi Prinsip 6S ……	87
6	**KESIMPULAN DAN SARAN** ……	93
	DAFTAR PUSTAKA ……	95

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

		Halaman
1.	Komposisi kimia daging udang per 100 gram……..	5
2.	Persyaratan mutu udang beku …….....	13
3.	Contoh checksheet……..	18
4.	Hubungan antara Cp dan kapabilitas proses……. .	26
5.	Prosedur perijinan pendirian PT Lola Mina…….....	44
6.	Spesifikasi generator set…….	51
7.	Persentase penyusutan dan hasil akhir udang yang diproses…….	58
8.	Mutu udang dan ciri-ciri berdasarkan hasil koreksi……...	59
9.	Karakteristik mutu……..	64
10.	Kriteria kecacatan bahan baku…….....	64
11.	Kriteria kecacatan produk udak blok headless……...	65
12.	Karakteristik kualitas dan standar penerimaan produk……...	65
13.	Jenis dan penyebab kecacatan pada udang…….	66
14.	Statistika deskriptif pada pemeriksaan cacat/*defect* bulan pada penerimaan bahan ……..…….	69
15.	Evaluasi standar karakteristik mutu pada pemeriksaan jumlah cacat pada penerimaan bahan baku …….	69
16.	Deskriptif statistik data penyusutan udang pada proses pemotongan kepala …….……	76
17.	Evaluasi standar karakteristik mutu pada penyusutan bahan baku saat pemotongan kepala….……..	76
18.	Statistika deskriptif pemeriksaan suhu pusat udang …….……	79
19.	Evaluasi dan verifikasi standar karakteristik mutu terhadap pemeriksaan suhu pusat udang …….……	80
20.	Statistika deskriptif pada penimbangan produk akhir per kemasan…..	85
21.	Evaluasi standar karakteristik mutu pada pemeriksaan berat total produk per kemasan……..……...	85

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
1.	Morfologi udang *Penaeus* sp. ……	5
2	Contoh histogram……...	18
3.	Contoh diagram pareto……...	20
4.	Struktur diagram sebab-akibat……...	22
5.	Contoh *control chart* (peta kendali)……..	24
6.	Integrasi HACCP, *LEAN* dan *SIX SIGMA*…….	34
7.	Diagram alir merancang metode pengukuran tingkat kecacatan……..	39
8.	Tahapan proses pembuatan udang blok mentah beku tanpa kepala (*headless block frozen*) jenis P.*monodon* di PT Lola Mina yang menjadi kajian evaluasi……..	62
9.	Peta kendali jumlah cacat (*total defect*) pada bulan ……..	68
10.	Diagram sebab akibat warna pudar proses penerimaan bahan baku...	72
11.	Diagram sebab akibat hubungan antara ruas regang……	72
12.	Diagram sebab akibat noda hitam (*black spot*) pada proses penerimaan bahan baku…….	74
13.	Diagram sebab akibat anggota tubuh tidak lengkap pada proses penerimaan bahan baku……..	74
14.	Peta kendali penyusutan udang pada proses pemotongan kepala…...	75
15.	Diagram sebab akibat penyusutan pada proses pemotongan kepala…	78
16.	Peta kendali suhu pusat udang setelah pembekuan …….	78
17.	Diagram sebab akibat suhu pusat tidak mencapai -18 °C pada proses pembekuan……	82
18.	Diagram sebab akibat cacat dehidrasi pada proses pembekuan……...	83
19.	Diagram sebab akibat cacat dehidrasi pada proses pembekuan……	83
20.	Peta kendali penimbangan berat akhir produk per kemasan……	84
21.	Diagram sebab akibat kesalahan yang terjadi pada penimbangan berat Produk ……	87

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
1.	Data suhu pusat udang (^{0}C) pada bulan Desember 2008 sampai Februari 2009 …….....	99
2.	Data total berat akhir produk pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009……	100
3.	Data cacat total pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009…….	101
4.	Data rendemen hasil pemotongan kepala udang……	102
5.	Contoh perhitungan…….....	103
6.	Struktur organisasi perusahaan……...	109
7.	Tabel Konversi DPMO ke nilai sigma……...	110
8.	Tabel distribusi normal……...	113

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

1. PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Daya saing perusahaan dan organisasi semakin ketat pada era globalisasi dan liberalisasi pangan, sehingga kelangsungan organisasi atau perusahaan sangat bergantung pada kemampuan untuk memberikan respons terhadap perubahan – perubahan. Umumnya perubahan yang terjadi berupa peningkatan mutu, perubahan dapat disebabkan oleh berbagai kekuatan, baik bersifat internal maupun eksternal.

Industri pangan khususnya pengolahan perikanan yang ingin bertahan harus dapat menghasilkan produk bermutu yang sesuai dengan tuntutan kebutuhan konsumen. Konsistensi mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan tuntutan kebutuhan konsumen perlu dilakukan pengendalian mutu. Mutu memerlukan suatu perbaikan yang terus menerus (*continous improvement product*). Pada mulanya pengendalian mutu dilakukan berdasarkan inspeksi yaitu penerimaan produk yang memenuhi syarat dan penolakan yang tidak memenuhi syarat, sehingga banyak bahan, tenaga dan waktu yang terbuang. Kemudian muncul pemikiran untuk menciptakan sistem yang dapat mencegah timbulnya masalah pada mutu sehingga kesalahan yang pernah terjadi tidak terulang lagi (Ariani 1999).

Industri-industri di Indonesia umumnya bejalan dalam kapabilitas proses 3-sigma. Dunia sekarang sedang berusaha untuk mencapai kapabilitas proses 6-sigma. Pada tahun 2006, perusahaan Jepang mencapai *value to waste ratio* sekitar 50 %, perusahaan Toyota Motorolla *value to waste ratio* mencapai sekitar 57 %, perusahaan Amerika (Amerika Serikat dan Kanada) *value to waste ratio* mencapai 30 % dan perusahaan Indonesia *value to waste ratio* baru mencapai 10 % (Gaspersz 2007). Kapabilitas proses adalah kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang diinginkan. Sedangkan *value to waste ratio* adalah perbandingan nilai tambah dan limbah, indikator perusahaan sudah *Lean* apabila perbandingan nilai tambah dan limbah sebesar 30 % (Gaspersz 2007).

Salah satu piranti pengendalian mutu yang dapat digunakan oleh industri pengolahan adalah pengedalian proses statistika (*Statistical Proses Control* (SPC)). Menurut Goetsch (2003), SPC adalah metode statistik yang memisahkan variasi yang dihasilkan sebab akibat (variasi buatan) dan variasi ilmiah untuk menghilangkan sebab khusus, membangun dan mempertahankan konsistensi dalam proses serta menampilkan proses perbaikan. Pengendalian proses secara statistik akan menstabilkan proses dan mengurangi variasi, sehingga menghasilkan biaya mutu yang lebih rendah dan mempertinggi posisi dalam kompetisi yang semakin ketat (Montgomery 1996).

Udang (*Penaeus* sp) merupakan komoditas program revitalisasi perikanan, terus meningkat rata-rata 16,39 persen. Jika tahun 2003 tercatat 192.926 ton, tahun 2007 naik menjadi 352.220 ton. Peningkatan produksi antara lain disebabkan hama penyakit dapat dikendalikan, permintaan pasar besar, dan tak ada kuota yang ditetapkan oleh negara pengimpor. Pemerintah pun menetapkan komoditas udang pada urutan keenam komoditas ekspor nonmigas. Sebagai primadona, ekspor udang cenderung meningkat, yaitu dari 137.636 ton pada tahun 2003 menjadi 160.797 ton pada tahun 2007, atau naik rata-rata sekitar 4,15 persen. Peningkatan volume mendorong peningkatan nilai ekspor, yaitu 850,222 juta dolar AS pada tahun 2003, menjadi 1,048 miliar di tahun 2007 (DKP 2007).

Proses pembekuan udang merupakan salah satu cara untuk mengawetkan udang, karena dengan menurunkan suhu dapat mencegah semua reaksi kimia dan aktivitas enzim serta pertumbuhan mikroorganisme namun cara ini tidak dapat mensterilkan makanan (Frazier 1978). Proses pembekuan produk pada suhu -18^{0}C merupakan standar suhu pusat dalam industri pembekuan udang. Penyimpanan beku berarti meletakkan produk yang sudah beku di dalam ruangan dengan suhu yang dipertahankan sama dan telah ditentukan sebelumnya (yaitu -25^{0}C). Oleh sebab itu, diperlukan suatu kajian mengenai evaluasi penerapan sistem HACCP dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diminta pembeli (*buyer*). Kajian ini difokuskan pada efektivitas dan konsistensi penerapan sistem pengendalian mutu, yang terkait pemanfaatan optimalisasi data-data hasil pencatatan (*record*

keeping) kegiatan proses pembekuan dengan menggunakan metode-metode statistika yaitu *Statistical Process Control* (SPC) yang terintegrasi dengan konsep analisis dari DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, *Control*) *Six Sigma* yang dikembangkan oleh Gaspersz (2002).

Pengkajian dilakukan pada data proses pembekuan udang blok mentah beku tanpa kepala (*headless block*) jenis *Penaeus monodon*, dengan risiko bahaya potensial yang berkaitan dengan ketidaksesuaian mutu (*wholesomenes*) produk dan penipuan ekonomi (*economic fraud*) terhadap pelanggan. Pemilihan bahan baku ini berdasarkan atas udang blok mentah beku tanpa kepala merupakan salah satu produk konvensional yang banyak diproduksi oleh perusahaan udang. Sementara pemilihan risiko bahaya, berdasarkan atas tahapan proses yang merupakan bahaya potensial signifikan dan menjadi titik kritis (*critical control point*-CCP) pada standar karakteristik mutu di PT Lola Mina.

1. 2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas dan efisiensi pengendalian mutu pada proses pembekuan udang dengan metode *Statistical Process Control* pada industri udang beku tanpa kepala.

1.3 Batasan Masalah

Kajian analisis pengendalian mutu ini dilakukan pada produk udang blok mentah beku tanpa kepala (*headless block frozen*) *Penaeus monodon* dan pada tahap penerimaan udang dari pemasok sampai dengan tahap penyimpanan, dengan fokus kajian adalah bahaya potensial pada tahap penerimaan bahan baku, pemotongan kepala, pembekuan (*freezing*) (yaitu suhu pusat udang setelah pembekuan) dan penimbangan berat udang sesuai dengan keinginan pembeli.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Udang merupakan makhluk air yang tidak bertulang belakang (invertebrata). Udang mempunyai bentuk morfologi dan histologi yang khas, kepala dan tubuhnya dilindungi oleh kulit yang banyak mengandung kalsium dan kitin (Darmono 1991).

Pada dasarnya tubuh udang dibagi menjadi dua bagian, yaitu Cephalotorax (gabungan antara kepala,dada dan perut) pada bagian ekor terdapat bagian usus dan gonad. Bagian kepala beratnya sekitar 36-49 % dari keseluruhan berat badan, daging 24-41% dan kulit 17-23% (Purwaningsih 2000).

Udang windu (*Penaeus monodon*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Saanin 1984) :

Phylum : Arthopoda
Sub phylum : Mandibulata
Kelas : Crustacea
Subkelas : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Subordo : Natantia
Famili : Penaeidae
Genus : *Penaeus* sp.
Spesies : *Penaeus monodon*

Udang windu (*Penaeus monodon*) mempunyai sifat nokturnal yaitu sifat binatang yang aktif mencari makan di malam hari atau lebih suka tempat yang lebih gelap. Udang windu juga bersifat kanibal yaitu sifat yang suka memangsa jenisnya sendiri. Sifat yang lain adalah molting (pergantian kulit), yang merupakan indikator pertumbuhan awal udang. Udang muda lebih sering mengadakan molting dibanding udang dewasa.

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

Gambar 1. Udang *Penaeus monodon.*
Sumber : Tribun (2009)

Jenis udang laut yang dikategorikan memiliki nilai ekonomis penting antara lain udang windu *(Penaeus monodon)*, udang putih *(Penaeus merguiensis)* dan udang dogol *(Metapenaeus monoceros)*. Sedangkan udang air tawar yang memiliki ekonomis penting antara lain udang galah *(Macrobrachium rosenbergii)*, udang kipas *(Panulirus* spp*)* dan udang karang *(lobster)* (Purwaningsih 2000).

Udang merupakan salah satu produk perikanan yang mempunyai rasa yang khas dan kandungan asam amino yang tinggi dengan kandungan lemak dan kalori yang rendah. Asam amino triptofan, dan sistein lebih tinggi terdapat pada daging udang tetapi daging udang mengandung asam amino histidin lebih rendah. Disamping itu daging udang mempunyai rasa lebih enak daripada daging hasil perikanan lainnya (Hadiwiyoto 1993). Daging udang banyak mengandung asam amino esensial yang penting bagi manusia, seperti lisin, histidin, arginin, tirosin, triptofan, dan sistein (Ilyas 1993). Adapun komposisi kimia udang per 100 gram bahan yang dapat dimakan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Komposisi kimia daging udang per 100 gram

Komponen kimia	Jumlah
Air	78,2 %
Protein	18,1 %
Lemak	0,8 %
Garam dan Mineral	1,4 %
Kalsium	145-320 mg/100 g
Magnesium	40-105 mg/100 g
Fosfor	270-350 mg/100 g
Zat Besi	1,6 mg/100 g
Natrium	140 mg/100 g

© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Kalium	220 mg/100 g
Senyawa nitrogen non protein	0,81 %

Sumber : Hadiwiyoto (1993)

2.2 Proses pembekuan udang

Proses pembekuan udang merupakan salah satu cara untuk mengawetkan makanan karena dengan menurunkan suhu, semua reaksi kimia dan aktivitas enzim dapat dicegah dan pertumbuhan mikroorganisme terhambat. Namun cara ini tidak dapat mensterilkan makanan (Frazier 1978). Meskipun pembekuan efektif menghambat kerusakan oleh mikrobial, kemunduran mutu seperti perubahan flavor, tekstur dan warna tetap terjadi saat penyimpanan beku (Strike *et al*. 2007). Proses pembekuan menyebabkan perubahan jaringan daging, yaitu dengan formasi dan pembentukan kristal es, dehidrasi dan peningkatan padatan (pembekuan menghilangkan kadar air udang). Pembekuan dan *thawing* menyebabkan kerusakan sel jaringan, lepasnya enzim dari mitokondria ke sarkoplasma. Daging *thawing* memiliki daya potong lebih rendah dari daging yang tidak mengalami pembekuan. Kekerasan daging udang meningkat berhubungan dengan kerusakan protein myosin sama dengan penyatuan protein myofibril. Penyatuan dan kerusakan jaringan protein ada hubungannya dengan formasi ikatan disulfida (Strike *et al*. 2007).

Proses pembekuan udang pada suhu -18 °C merupakan standar suhu pusat dalam industri pembekuan udang. Penyimpanan beku berarti meletakkan produk yang sudah beku di dalam ruangan dengan suhu yang dipertahankan sama dan telah ditentukan sebelumnya (yaitu -25 °C). Adapun tahap-tahap penurunan suhu selama proses pembekuan, yaitu:

1) Suhu produk diturunkan sampai titik beku, yaitu pemindahan *sensible heat* diatas pembekuan;
2) Kandungan air dalam produk berubah dari bentuk cair ke bentuk padat sedangkan suhunya tetap; dan
3) Suhu produk diturunkan sampai titik beku, yang ideal adalah sampai penyimpanan beku.

Metode pembekuan udang yang lazim digunakan adalah sebagai berikut (Hadiwiyoto 1993):

1) *Air blast freezing (*ABF)

Metode pembekuan ini dilakukan dengan cara menempatkan produk pada rak-rak pembeku di dalam ruang pembekuan, kemudian udara bersuhu rendah dihembuskan ke sekitar produk yang disimpan pada rak-rak pembekuan tersebut. Prinsip dari teknik ini adalah pembekuan dilakukan dengan menghembuskan udara dingin melewati pipa-pipa pendingin ke permukaan produk dengan kecepatan yang tinggi.

Keuntungan dari ABF adalah cara ini dapat membekukan segala macam produk dan pengoperasiannya mudah. Kerugiaannya adalah memerlukan jumlah udara dalam jumlah yang besar, waktu pembekuan relatif lama, ruang lebih besar, tenaga besar dan adanya beban panas tambahan.

2) *Contact plate freezing* (CPF)

Prinsip teknik pembekuan ini yaitu kontak langsung produk dengan plat logam evaporator yang dapat digerakkan, sehingga terjadi perpindahan panas yang cepat dari produk ke plat logam tersebut.

3) *Imersion freezing*

Metode pembekuan ini adalah dengan mencelupkan produk kedalam cairan yang dingin. Larutan yang biasa digunakan adalah garam (NaCl), campuran gliserol, larutan alkohol atau larutan gula.

4) Cryogenic freezing

Prinsip teknik pembekuan ini adalah kontak langsung antara bahan cair kriogenik dengan produk, dengan cara mencelupkan produk ke dalam nitrogen cair atau karbondioksida cair.

Proses pengolahan udang beku menurut Hadiwiyoto (1993) adalah sebagai berikut:

1) Penerimaan bahan baku pabrik

Udang segar yang tiba di pabrik dalam bak *fiberglass* atau blong plastik yang diberi es dibongkar diruang penerimaan. Udang tersebut dipisahkan dari sisa-sisa

es dan disemprot dengan air bersih (pencucian I). Setelah bersih, udang dipindahkan kedalam keranjang-keranjang plastik besar yang dapat memuat 100 kg udang. Udang kemudian dipindahkan dan dibawa ke ruang sampling melalui pintu yang diberi *plastic curtain*. Dari ruang sampling, selanjutnya udang dibawa ke ruang proses untuk diolah lebih lanjut. Apabila bahan baku masih banyak, maka udang ditampung dalam bak penampung (*fiber box)*.

Penampungan udang tidak boleh lebih dari satu hari. Dalam bak penampung tersebut diberi es dengan perbandingan antara udang dan es adalah 1: 2. Pada penampungan udang ini lapisan paling bawah diberi es curai kira-kira setebal 20 cm, lalu diatas lapisan udang juga diberi lapisan es dengan ketebalan yang sama.

2) Pemotongan kepala dan pembersihan genjer

Bentuk olahan udang beku yang paling umum adalah *Head On* (HO), yaitu udang yang diberikan dengan bentuk kepala dan genjer masih utuh. Pemotongan kepala dan pembersihan dilakukan dengan tangan yaitu dengan mematahkan kepala dari arah bawah keatas dan bagian yang dipotong mulai dari batas kelopak penutup kepala hingga batas leher. Rendemen yang dihasilkan berkisar antara 63-65%.

3) Pencucian II

Udang yang sedang dipotong kepalanya dicuci dengan air yang berklorin dengan konsentrasi sebesar 10 ppm. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan lendir, menghilangkan kotoran yang terbawa udang pada saat ditambak dan mengurangi jumlah bakteri.

4) Sortasi warna

Sortasi warna adalah proses pemisahan udang sesuai dengan warnanya. Dalam sortasi warna pada dasarnya ada tiga warna yaitu *black* (hitam), *blue* (biru), dan *white* (putih) yang harus dibedakan dengan tujuan untuk mempertinggi nilai artistiknya. Meskipun kualitas udang lebih penting, akan tetapi dari segi keindahan susunan dan keseragaman warna juga sangat berperan dalam menarik minat konsumen (Haryadi 1994).

5) Sortasi Ukuran

Sortasi ukuran adalah suatu cara penyortiran udang berdasarkan ukuran. Sortasi ini dilakukan sesuai dengan jumlah udang untuk setiap *pound*. Pada tahap ini udang selalu dipertahankan pada kondisi dingin yaitu dengan cara memberi es curai pada udang yang sedang disortir.

6) Sortasi Final

Sortasi final dilakukan untuk mengoreksi hasil sortasi yang belum seragam baik mutu, ukuran dan warna. Untuk pengecekan dilakukan per 1 *pound* dengan timbangan. Bila jumlah udang sudah sesuai dengan jumlah standar pada daftar, maka proses penanganan dapat dilanjutkan.

7) Penimbangan I

Pada tahap ini ada dua aktivitas utama yaitu perhitungan jumlah dilakukan untuk menentukan jumlah yang tepat dan ukuran yang seragam. Penimbangan dilakukan setelah proses perhitungan jumlah standar. Berat produk disesuaikan dengan ketentuan *inner carton* yaitu seberat 4 pound atau 1,8 kg. Untuk menjaga penyusutan setelah *thawing*, maka penimbangan dilebihkan *(extra weight)* 2-4 % dari berat bersih.

Setelah penimbangan dilakukan pencatatan udang berdasarkan ukuran , mutu, dan jumlah bobotnya. Kemudian diberi label serta ditambahkan es agar tetap dalam keadaan dingin dan segar. Label udang menunjukkan kualitas dan jenis udang, sedangkan angka menunjukkan ukuran udang dalam setiap *pound* (*lbs*). Untuk jenis pembekuan digunakan kode, misalnya IQF berarti udang dibekukan dalam *individual quick freezer*, ABF berarti dibekukan dalam *air blast freezer* dan CPF yaitu pembekuan dengan *contact plate freezer*.

8) Pencucian III

Udang dicuci dalam air bersih tanpa kaporit yang dicampur dengan es sehingga udang tetap dalam keadaan dingin. Pencucian ini bertujuan untuk membersihkan lendir bakteri dan kotoran sebelum dilakukan pembekuan.

9) Penyusunan dalam pan pembeku

Penyusunan udang *headless* dalam pan pembeku adalah penyusunan udang dengan metode ekor akan bertemu dengan ekor, dan potongan kepala menghadap

kesamping. Jumlah udang pada setiap lapis tergantung pada ukuran yang disusun. Misalnya, untuk ukuran 16-20 pada lapisan paling bawah ada angka 8 berarti dalam satu deret ada 8 udang, angka 7 diatasnya berarti dalam satu deret udang yang jumlahnya 8, begitu seterusnya.

10) Pembekuan dan *glazing*

Pembekuan udang sering dilakukan dengan menggunakan *contact plate freezer* dan *air blast freezer* bila udang dibekukan dalam bentuk blok. Apabila udang blok dibekukan secara individu bisa menggunakan *individual quick freezer.*

Setelah dibekukan, udang harus di *glazing* atau diberi lapisan es tipis sehingga permukaan udang beku atau blok udang beku tampak mengkilat. Tujuan utama dari *glazing* adalah mencegah pelekatan antar bahan baku, melindungi produk dari kekeringan selama penyimpanan, mencegah ketengikan akibat oksidasi dan memperbaiki penampakan permukaan (Goncalves dan Junior 2009). Adapun *glazing* dilakukan dengan cara menyiram atau mencelupkan udang beku dalam air bersuhu (0-5) ºC. Setelah di *glazing*, kemudian udang dikemas dan disimpan dalam gudang beku *(cold storage).*

2.2.1 Pengemasan udang beku

Pengemasan adalah suatu cara untuk melindungi dan mengawetkan produk pangan maupun non pangan, pengemasan juga merupakan penunjang untuk transportasi, distribusi dan merupakan bagian penting dari usaha untuk mengatasi persaingan dalam pemasaran (Hambali dan Nasution 1990).

Kemasan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (Soekarto 1990) :

1) Kemasan primer yaitu kemasan yang langsung membungkus bahan pangan.
2) Kemasan sekunder yaitu kemasan yang berfungsi melindungi kemasan primer.
3) Kemasan tersier yaitu kemasan setelah kemasan primer dan sekunder bila diperlukan sebagai pelindung selama pengangkutan.

Dalam keadaan beku produk dapat mengalami perubahan, untuk mencegah pengeringan, oksidasi dan diskolorisasi maka produk harus dilindungi antara lain dengan cara :

1) Penggelasan *(glazing)* dengan cara melapisi produk beku dengan film es menyelubungi produk.
2) Mengepak produk dengan bahan-bahan kedap air *(water proof)*, kedap oksigen *(oksigen proof)* dan tidak menghimpun lemak atau mengepak vakum *(vacuum packaging).*

Pengemasan bahan pangan harus memperlihatkan lima fungsi utama, yaitu (Buckle *et al* 1985) :

1) Mempertahankan produk agar tetap bersih dan memberikan perlindungan dari kotoran dan pencemaran lainnya.
2) Memberikan perlindungan pada bahan pangan dari kerusakan fisik, air, oksigen dan sinar.
3) Berfungsi secara benar, efisien dan ekonomis dalam proses pengolahan.
4) Mudah untuk dibentuk menurut rancangan, memberikan kemudahan kepada konsumen, misalnya dalam membuka kembali wadah tersebut. Selain itu memudahkan dalam pengelolaan di gudang dan selama distribusi terutama untuk mempertimbangkan ukuran, bentuk, dan berat dari unit pengepakan.
5) Harus bersifat informatif dan menarik konsumen.

2.3 Persyaratan mutu dan keamanan pangan (*food safety*) udang

Udang merupakan salah satu produk hasil perikanan yang istimewa memiliki aroma spesifik dan mempunyai nilai gizi yang tinggi. Hasil perikanan ini mempunyai nilai ekonomis yang tinggi meskipun rendemen yang dapat dimakan hanya sekitar 30 - 40%. Daging udang mempunyai kandungan asam amino yang berbeda dengan daging hewan darat. Asam amino yang banyak terdapat dalam tubuh udang adalah tirosin, triptofan dan sistein, tetapi daging udang memiliki kandungan asam amino histidin lebih rendah daripada daging hewan darat. Udang juga sebagai salah satu produk perikanan yang memiliki sifat mudah busuk (*highly perishable*), maka penanganan yang baik mutlak diperlukan agar mutu udang tetap segar pada saat dikonsumsi. Mutu udang terutama ditentukan oleh keadaan fisik dan organoleptik (rupa, warna , bau, rasa dan tekstur) dari udang tersebut. Ukuran dan keseragaman

udang juga dapat meningkatkan tingkat mutunya. Oleh karena itu, tidak boleh cacat, rusak atau *defect* yang akan mengurangi nilai mutu udang (Colmier *et al*. 2007).

Penanganan yang baik akan meminimalkan terjadinya penurunan mutu sehingga mutu udang masih dapat dipertahankan seperti udang segar. Sedangkan penanganan yang kurang atau tidak baik akan mengakibatkan penurunan mutu udang berlangsung cepat.

Udang yang digunakan dalam industri pengolahan hanyalah udang yang memiliki mutu segar. Penilaian mutu udang dapat dilihat secara organoleptik (visual). Mutu udang sebagai bahan baku akan mempengaruhi produk akhir. Udang yang memiliki kesegaran baik akan menghasilkan produk akhir yang baik pula atau sebaliknya. Berdasarkan kesegarannya udang dapat dibedakan menjadi empat kelas mutu, yaitu (Hadiwiyoto 1993):

1) Udang yang mempunyai mutu prima (*prime*) atau baik sekali, yaitu udang yang masih segar, belum ada perubahan warna, transparan dan tidak ada kotoran atau noda – nodanya.
2) Udang yang mempunyai mutu baik (*fancy*). Udang ini mutunya dibawah prima, ditandai dengana adanya kulit udang yang sudah tampak pecah-pecah atau retak-retak, tubuh udang lunak tetapi warnanya masih baik dan tidak terdapat kotoran atau noda-nodanya.
3) Udang bermutu sedang (*medium*, *black* dan *spot*). Pecah-pecah pada kulit udang lebih banyak daripada udang yang bermutu baik. Udang sudah tidak utuh lagi, kakinya patah ekornya hilang atau sebagian tubuhnya putus. Daging udang sudah tidak lentur lagi, pada permukaan tubuhnya sudah tampak banyak noda berwarna hitam atau merah gelap.
4) Udang yang bermutu rendah (jelek dan rusak). Kulit udang banyak yang putus dan udang sudah tidak utuh lagi.

Kadang-kadang mutu udang hanya dibedakan menjadi dua saja, yaitu udang yang masih baik (segar) dan udang yang sudah jelek (rusak dan busuk). Udang yang baik jika hubungan antara luas badannya masih kokoh, warna belum berubah, badan

masih lentur dan padat, tidak berlendir dan belum ada bau asam atau busuk (Hadiwiyoto 1993).

Proses penurunan mutu udang disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari badan udang itu sendiri dan faktor lingkungan. Penurunan mutu udang ini terjadi secara autolisis, bakteriologis dan oksidasi (Purwaningsih 2000).

Penurunan mutu secara autolisis merupakan suatu proses penurunan mutu yang terjadi karena kegiatan enzim dalam tubuh udang yang tidak terkendali, sehingga senyawa kimia pada jaringan tubuh yang telah mati terurai secara kimia. Penurunan mutu ditandai dengan rasa, warna, tekstur dan rupa yang berubah. Penurunan mutu secara mikrobiologis adalah suatu proses penurunan mutu yang terjadi karena adanya kegiatan bakteri yang berasal dari selaput lendir dari permukaan tubuh, insang dan saluran pencernaan. Penurunan mutu ini mengakibatkan daging udang terurai dan menimbulkan bau busuk. Penurunan secara oksidasi biasanya terjadi pada udang yanag kandungan lemaknya tinggi. Lemak udang akan dioksidasi oleh oksigen yang ada di udara sehingga menimbulkan rasa dan bau tengik (Afrianto dan Livianty 2002).

Penurunan mutu udang segar sangat berhubungan dengan komposisi kimia dan susunan tubuhnya. Sebagai produk biologis, udang termasuk bahan makanan yang mudah busuk bila dibandingkan dengan ikan. Oleh karena itu, penanganan udang segar memerlukan perhatian dan perlakuan cermat (Kleter *et al*. 2009)

Produk hasil proses pembekuan udang harus memperhatikan mutu udang beku yang akan diekspor, baik persyaratan nasional maupun pengimpor. Standar mutu dan keamanan pangan udang mentah beku dengan atau tanpa kulit dan udang rebus beku dengan atau tanpa kulit berdasarkan RSNI 01-2705-2005 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan mutu udang beku

Jenis Uji	**Satuan**	**Persyaratan**
A. Organoleptik:	Angka (1-9)	minimal 7
–Nilai Minimal		

B. Cemaran mikkroba:		
-*E. coli*	APM/g	maksimal < 2
-*Salmonella*	APM/25g	negatif
-*Vibrio cholerae*	APM/25g	negatif
-*V. parahaemolyticus*	APM/g	maksimal < 3
(Kanagawa negatif)*		
-ALT	koloni/g	maksimal 5,0 x 10^5
C. Fisika		
-Bobot tuntas	sesuai label	sesuai label
-Suhu pusat maks	º C	maksimal -18º C
D. Filth	jenis/jumlah	maksimal 0
E. Cemaran kimia *:		
- Kloramfenikol	ppb	maksimal 0
- Nitrofuran	ppb	maksimal 0
- Tetrasiklin	ppb	maksimal 100

*) Bila diperlukan
Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2007).

2.4 Pengendalian Mutu

2.4.1 Pengertian mutu dan pengendalian mutu

Mutu sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk (barang dan atau jasa) yang dihasilkan agar memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan guna meningkatkan kepuasan pelanggan (Gaspersz 1998).

Mutu dapat ditinjau dari dua sisi yang berbeda, yaitu dari sisi konsumen sebagai pemakai akhir dan produsen sebagai pelaku produksi. Konsumen mendefinisikan mutu sebagai penilaian pribadi, bersifat subjektif dan abstrak sehingga tidak dapat memberikan bukti yang konkrit dalam penentuan tingkatan mutu. Produsen mendefinisikan mutu dari segi klasifikasi produk secara fisik dan kimiawi, yang telah ditentukan berdasarkan suatu standar mutu tertentu (Thomer 1973).

Performansi mutu dapat ditentukan dan diukur berdasarkan karakteristik kualitas yang terdiri dari beberapa sifat atau dimensi berikut (Gaspersz 1998) :

1) Fisik : panjang, berat, diameter.
2) *Sensory* (berkaitan dengan panca indera) : rasa, penampilan, warna, bentuk, model, dll
3) Orientasi waktu : keandalan, kemampuan pelayanan, kemudahan pemeliharaan, ketepatan waktu penyerahan produk.
4) Orientasi biaya : berkaitan dengan dimensi biaya yang menggambarkan harga atau ongkos dari suatu produk yang harus dibayarkan oleh konsumen.

Pengendalian mutu adalah suatu aktivitas keteknikan dan manajemen sehingga ciri-ciri kualitas (mutu) dapat diukur dan dibandingkan dengan spesifikasinya. Kemudian dapat diambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila terdapat perbedaan atau penyimpangan antara penampilan yang sebenarnya dengan yang standar (Montgomery 1996).

Tujuan utama pengendalian mutu adalah menjaga kepuasan pelanggan. Keuntungan dari pengendalian mutu adalah (Feingenbaum 1992):

1) Meningkatkan kualitas dan desain produk
2) Meningkatkan aliran produksi
3) Meningkatkan moral tenaga kerja dan kesadaran mengenai kualitas
4) Meningkatkan pelayanan produk
5) Memperluas pangsa pasar

Ada empat langkah dalam upaya pengendalian mutu, yaitu menetapkan standar, menilai kesesuaian, mengambil tindakan dan merencanakan perbaikan. Hal ini dihubungkan dengan tujuh prinsip rencana HACCP yang dikembangkan oleh NACMCF (*National Advisory Comitte on Microbiological Criteria for Foods*) maka akan terlihat korelasi sebagai berikut (Feingenbaum 1992) :

1) Menetapkan standar, merupakan aktivitas untuk menetapkan suatu standar yang akan menjadi pedoman, seperti standar mutu prestasi kerja, standar mutu keamanan, standar mutu biaya. Dalam tujuh prinsip HACCP ini mencakup

analisis bahaya, identifikasi titik pengendalian kritis (CCP), dan menetapkan batas kritis.

2) Menilai kesesuaian, merupakan aktivitas untuk membandingkan kesesuaian dengan produk yang dibuat atau jasa yang ditawarkan terhadap standar yang telah dibuat. Dalam tujuh prinsip HACCP, langkah kedua ini disebut melakukan pemantauan (*monitoring procedure*).
3) Bertindak bila perlu, merupakan aktivitas untuk mengoreksi masalah dan penyebabnya melalui faktor-faktor yang mencakup pemasaran, perancangan rekayasa, produksi dan pemeliharaan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan. Dalam HACCP, langkah ini termasuk ke dalam tahapan kelima yaitu melakukan tindakan korektif (*corective action*).
4) Merencanakan perbaikan, merupakan suatu upaya untuk memperbaiki standar-standar biaya, prestasi, keamanan dan keteladanan. Dalam HACCP, langkah ini mencakup tahapan dokumentasi catatan (*record keeping*) dan tahapan verifikasi ulang.

2.4.2 *Statistical process control* (SPC)

Statistika dapat diartikan sebagai metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Metode statistika memberikan cara-cara pokok dalam pengambilan sample produk, pengujian serta evaluasinya dan informasi di dalam data itu digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses pembuatan (Montgomery 1996).

Statistika pengendalian mutu adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga agar hasil produksi memiliki mutu yang seragam pada tingkat biaya minimum dan merupakan bantuan untuk mencapai efisiensi perusahaan. Pengendalian mutu yang dilakukan dalam suatu manajemen yang terintegrasi dan membentuk suatu pengendalian mutu terpadu (*total quality control*) dapat meningkatkan mutu proses dan hasil kerja. Peningkatan mutu ini dapat memberikan kepuasan kepada pemakai atau pelanggan serta untuk meningkatkan produktivitas sumber daya manusia dan perusahaan (Mutiara dan Kuswadi 2004).

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

Pengendalian mutu secara statistika merupakan penggunaan metode atau alat statistika untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam menentukan dan mengawasi mutu hasil produksi. Selain untuk tujuan tersebut, ilmu statistika untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam menentukan dan mengawasi mutu hasil produksi. Selain untuk tujuan tersebut, ilmu statistika juga dapat dipakai dalam pengambilan keputusan tentang suatu proses atau populasi berdasarkan pada analisis informasi yang terkandung di dalam suatu sampel populasi itu (Montgomery 1996).

Pemakaian statistika dalam pengawasan proses, pengendalian mutu produksi dan sistem manajemen mutu memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan teknik manajemen yang hanya mengandalkan pemikiran tim manajerial perusahaan. Beberapa kelebihan dari pemakaian statistika pengendalian mutu (Montgomery 1996), antara lain:

1) Sebagai alat yang telah terbukti untuk dapat meningkatkan produktivitas, akan mengurangi buangan dan pembuatan ulang yang merupakan pembunuh utama dalam setiap operasi.
2) Sebagai alat efektif untuk mencegah cacat.
3) Dapat mencegah penyesuaian proses yang tidak perlu.
4) Memberikan informasi bagi operator untuk membuat suatu perubahan pada proses yang dapat meningkatkan produktivitas.

SPC merupakan metode statistika yang memisahkan variasi yang dihasilkan sebab khusus dari variasi alamiah untuk menghilangkan sebab khusus dan mengusahakan serta mempertahankan konsistensi dalam proses, memantapkan proses perbaikan (Goetsch dan Davis 2003).

Variasi adalah ketidakseragaman dalam proses operasional sehingga menimbulkan perbedaan mutu produk (barang atau jasa) yang dihasilkan. Pada dasarnya dikenal dua sumber penyebab timbulnya variasi yang diklasifikasikan sebagai berikut (Gaspersz 2002):

1) Variasi penyebab khusus (*special cause variation*) adalah kejadian-kejadian di luar sistem manajemen mutu yang mempengaruhi variasi dalam sistem itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor seperti manusia,mesin,

peralatan, material, lingkungan, metode kerja dan lain-lain. Apabila dalam proses produksi terjadi variasi penyebab khusus, akan mengakibatkan proses menjadi tidak stabil.

2) Variasi penyebab umum atau variasi alamiah (*common-cause variation*) adalah faktor-faktor di dalam sistem manajemen mutu atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem itu beserta hasil-hasilnya. Suatu proses yang hanya mempunyai variasi penyebab umum yang mempengaruhi produk merupakan proses yang stabil karena penyebab sistem yang mempengruh variasi biasanya relatif stabil sepanjang wakti. Variasi penyebab umum dapat diperkirakan dalam batas-batas pengendalian yang ditetapkan dengan menggunakan peta kendali.

Upaya-upaya menghilangkan variasi penyebab khusus akan proses kedalam pengendalian proses dengan menggunakan peta kendali (Gaspersz 2002). Sementara untuk mengetahui apakah kondisi proses mampu untuk menghilangkan variasi penyebab khusus dan menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi, dapat dilihat dari nilai kapabilitas prosesnya.

2.4.2.1 Tujuh alat dalam *statistical process control* (SPC)

Ada tujuh alat statistika yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengendalian mutu (Mutiara dan Kuswadi 2004), yaitu:

1) Lembar periksa (*check sheet*)

Checksheets adalah alat yang digunakan untuk mempermudah proses pengumpulan data dan menganalisa data tersebut. Bentuk *checksheets* berbeda-beda sesuai dengan situasi dan kebutuhan. *Checksheets* dirancang sedemikian rupa (dalam bentuk komunikatif) agar mudah dipahami, apabila memungkinkan akan lebih baik jika modelnya dirancang sedemkikian rupa sehingga dapat menunjukkan lokasi kecacatan. Kreativitas memegang peranan penting dalam merancang *checksheets* . Contoh *checksheets* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh *checksheets*

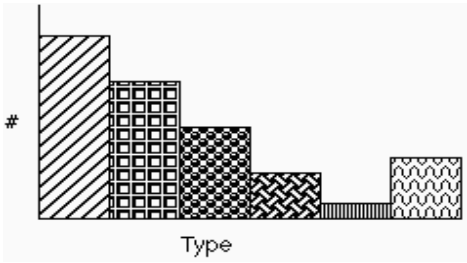
Faktor	Frekuensi	Frekuensi Relatif	Frekuensi Kumulatif

A	165	58%	58%
B	37	13%	71%
C	30	11%	82 %
D	26,9	9,4%	91,4%
E	13,4	4,7%	96,1%
F	12,4	4,4%	100%
Totals	284,7	100%	

Sumber : Gaspersz (2007)

2) Histogram

Histogram terdiri dari batangan-batangan yang menunjukkan frekuensi pada sumbu Y sedangkan untyuk tiap kategori ditunjukkan pada sumbu X. Contoh Histogram ditunjukkan seperti dibawah ini.



Gambar 2. Contoh histogram

3) Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian masalah. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik pertama yang paling tinggi serta diletakkan di sisi paling kiri, dan seterusnya ditunjukkan oleh batang terakhir yang paling rendah serta ditempatkan di sisi paling kanan. Biasanya data yang diplot pada diagram pareto adalah data tentang kecacatan atau penyebab kecacatan, dimana dengan diagram pareto dapat diketahui kecacatan atau penyebab kecacatan yang sering terjadi.

Diagram pareto biasanya menggunakan prinsip “80-20” yang berarti 80 % masalah datang berasal dari 20 % sumber masalah, dengan demikian perhatian dapat dipusatkan pada sumber masalah yang sedikit tapi vital yang justru

menyebabkan sebagian besar masalah. Contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 3.

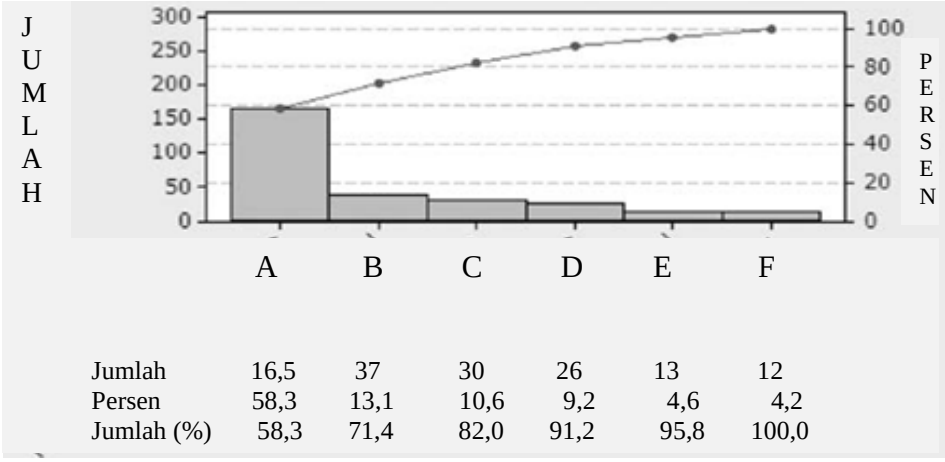
Untuk menjelaskan pembuatan diagram pareto, akan diuraikan langkah-langkah berikutnya:

a. Penentuan masalah yang akan diteliti. Contoh masalahnya yaitu jenis cacat yang timbul pada suatu produk, disini jenis produk adalah buah persik. Misal kehilangan buah persik disebabkan oleh rusak, terlalu kecil, membusuk, belum matang, macam buah yang salah dan berulat.
b. Penentuan data yang diperlukan dan bagaimana mengklasifikasikan serta mengkategorikan data itu. Contoh mengklasifikasikan jenis cacat yang timbul pada buah persik berdasarkan proses, penyebabnya, manusia/operator dan lain sebagainya.
c. Penetuan metode atau periode pengumpulan data. Termasuk dalam hal ini adalah menentukan jumlah unit yang diambil sebagai sampel dan periode waktu pengambilan sampel.
d. Pembuatan ringkasan daftar atau tabel yang mencatat frekuensi kejadian dengan masalah yang diteliti dengan menggunakan lembar periksa.
e. Pembuatan daftar masalah secara berurutan berdasarkan frekuensi kejadian dari yang tertinggi sampai terendah, serta menghitung frekuensi kumulatifnya.
f. Menggambar dua buah garis vertikal dan satu buah garis horizontal.
    1. Garis vertikal pada sebelah kiri : membuat skala pada garis ini dari 0 sampai total keseluruhan jumlah cacat.

       Garis vertikal sebelah kanan : membuat skala pada garis ini mulai dari 0 % sampai 100 %.
    2. Garis horizontal dibagi kedalam banyaknya interval sesuai dengan banyaknya jenis masalah yang diklasifikasikan.
g. Membuat histogram pada diagram pareto.
h. Membuat kurva kumulatif serta mencantumkan nilai-nilai kumulatif disebelah kanan atas dari interval setiap item masalah.

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

i. Menganalisa hasil setiap diagram pareto.



Gambar 3. Contoh diagram pareto

4) Diagram tulang ikan/ *fishbone*/ *cause and effect diagram*

Diagram tulang ikan atau *fishbone* atau *cause and effect diagram* adalah suatu diagram yang digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik mutu (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Gaspersz 1998). Selain itu, Ishikawa menyebutkan bahwa diagram sebab-akibat dibuat untuk menggambarkan dengan jelas macam-macam sebab yang dapat mempengaruhi mutu produk dengan jalan menyisihkan dan mencarikan hubungannya dengan sebab akibat. Diagram sebab akibat juga disebut diagaram Ishikawa dan dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa. Diagram tersebut disebut juga *fishbone diagram* karena berbentuk seperti kerangka ikan. Untuk membantu dalam pembuatan diagaram sebab-akibat biasanya digunakan teknik *brainstorming* (Ariani 1999).

Pada dasarnya diagram sebab-akibat dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah, membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah, membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Penyebab terjadinya cacat pada produk dapat dilihat pada *cause and effect diagram* atau dapat juga disebabkan oleh diagram sebab akibat. Pada diagram sebab akibat terdapat 5 faktor penting yang menjadi penyebab kecacatan, yaitu:

a. Material

Faktor-faktor material yang mempengaruhi hasil akhir dari produk dan juga sebagai penyebab kecacatan yang timbul adalah jenis udang, kondisi udang dan struktur udang.

b. Metode

Kesalahan metode pengerjaan dapat menyebabkan hasil produksi yang jelek dan tidak sesuai dengan yang diharapkan.

c. Lingkungan

Kondisi lingkungan dan kelembapan udara sangat mempengaruhi kondisi produk, terutama produk udang beku sehingga mengakibatkan fluktuasi suhu produk. Hal tersebut dapat mempengaruhi mutu produk.

d. Mesin

Mesin adalah faktor yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan udang yang akan dibekukan. Kesalahan dalam mengoperasikan mesin dapat berakibat fatal.

e. Manusia

Operator juga merupakan salah satu faktor penting karena operator merupakan orang yang berhadapan langsung mesin dan bahan baku. Kedispilinan dan keahlian operator harus diperhatikan karena berpengaruh besar terhadap hasil akhir produksi dan timbulnya kecacatan.

Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

a. Diawali dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
b. Penulisan pernyataan masalah pada “kepala ikan” tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan) lalu gambarkan “tulang ikan” dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.

c. Penulisan faktor-faktor utama yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai "tulang ikan berukuran besar", juga ditempatkan dalam kotak.

Faktor-faktor penyebab atau kategori utama dapat dikembangkan melalui stratifikasi kedalam pengelompokan dari faktor-faktor : manusia, mesin, peralatan, material, metode kerja, lingkungan kerja atau stratifikasi melalui langkah-langkah aktual dalam proses. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan melalui *brainstorming*.

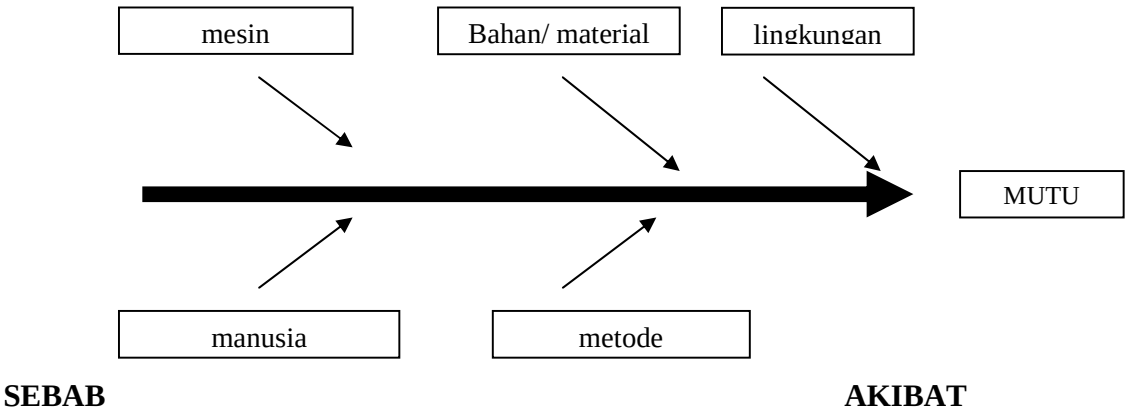
d. Penulisan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama, serta penyebab-penyebab sekunder yang dinyatakan sebagai "tulang-tulang ikan berukuran sedang".

e. Penulisan penyebab-penyebab tersier yang menyebabkan penyebab sekunder, serta penyebab-penyebab tersier itu disebut "tulang-tulang ikan berukuran kecil".

f. Penentuan item-item yang penting dari setiap faktor dan penandaan faktor-faktor penting yang memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik kualitas.

g. Pencatan informasi yang perlu didalam diagram sebab akibat, seperti judul, nama produk, proses.

Gambar diagram sebab-akibat dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur diagram sebab-akibat

Sumber : Ishikawa (1988)

5) Diagram *scatterplot*

Diagram scatterplot digunakan untuk melihat hubungan antara dua variabel.

6) Diagram konsentrasi cacat

Diagram ini digunakan untuk menunjukkan letak kecacatan dalam suatu unit produk yang dilihat dari berbagai sudut pandang.

7) Peta kendali / *control* chart

Peta kendali merupakan grafik kronologis (jam ke jam atau hari ke hari) yang menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu. Tujuan penggunaan peta kendali secara rutin adalah untuk mengetahui secepatnya jika terjadi penyimpangan-penyimpangan dalam suatu proses (Mutiara dan Kuswadi 2004).

Pada dasarnya peta kendali akan digunakan untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistika dan hanya mengandung variasi penyebab umum serta untuk menentukan kapabilitas proses (Gaspersz 1998).

Keuntungan peta kendali (Montgomery 1996):

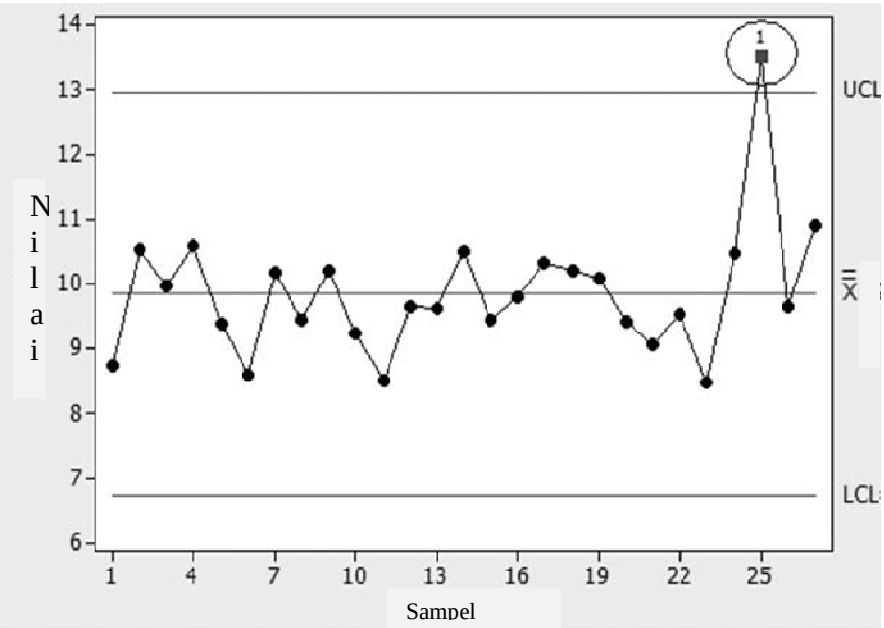
a. Peta kendali merupakan suatu teknik pembuktian untuk meningkatkan produktivitas.
b. Peta kendali efektif dalam mencegah kerusakan.
c. Peta kendali mencegah penyesuaian proses yang tidak diperlukan.
d. Peta kendali memberikan informasi mengenai dugaan awal.
e. Peta kendali memberikan informasi mengenai kapabilitas proses.

Pada peta kendali, proses terkendali bila hampir semua titik contoh berada diantara kedua batas pengendali. Titik yang berada diluar batas kendali menandakan bahwa proses tidak terkendali, dalam hal ini perlu diadakan penyelidikan untuk menentukan penyebabnya dan perbaikan pada proses untuk menghilangkan penyebab tersebut (Montgomery 1996).

Gambar 5 menyajikan contoh peta kendali pada proses pengukuran suhu pusat udang. *Upper control limit* (UCL) adalah batas kendali atas. $\bar{x}$ adalah rata-rata nilai. Sedangkan *lower control limit* (LCL) adalah nilai batas bawah.

Apabila titik-titik berada dalam daerah yang dibatasi UCL dan LCL, maka proses produksi berada dalam kontrol sehingga penyimpangan mutu masih dapat ditolerir. Sebaliknya pada Gambar 5 ada titik berada di luar UCL dan LCL, maka proses produksi berada di luar kontrol. Dalam keadaan demikian, perusahaan harus mencari hal-hal yang menyebabkan barang yang berkualitas menyimpang dari kualitas standar, kemudian diperbaiki agar proses produksi kembali dalam kendali (Nasution 2006). Contoh peta kendali dapat dilihat pada Gambar 5.

Rumus peta kendali Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) merupakan sebuah persamaan yang digunakan untuk mengevaluasi proses tersebut. UCL $= \bar{x} + (1{,}5 \times S_{maks})$, maka $\bar{x}$ adalah nilai rata-rata, S_{maks} adalan nilai standar deviasi maksimal proses, dan 1,5 merupakan konstanta 1,5 sigma yang mengijinkan rata-rata (mean) proses bergeser 1,5 sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) atau bila $\bar{x}$=T maka $\bar{x}$ dapat menggantikan T (Gaspersz 2007).



Gambar 5. Contoh *control chart* (peta kendali)

2.4.2.2 Kapabilitas proses

Kapabilitas proses merupakan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang diinginkan. Kapabilitas proses ditentukan oleh variasi, secara umum kapabilitas proses menggambarkan performansi yang terbaik (misal kisaran minimum) dari proses tersebut. Oleh sebab demikian kapabilitas proses berkaitan dengan variasi proses. Jika proses memiliki kapabilitas yang baik, maka proses tersebut akan menghasilkan produk yang dalam batasan spesifikasi dan sebaliknya (Gaspersz 2002).

Analisis kapabilitas proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan mutu. Manfaat dari analisis kapabilitas proses terhadap peningkatan mutu (Motgomery 1996), adalah:

a. Menduga seberapa baik proses akan memenuhi toleransi.
b. Membantu pengembang atau perancang produk dalam memilih atau mengubah proses.
c. Membantu dalam pembentukan selang antara penarikan contoh untuk pengawasan proses.
d. Menentukan persyaratan penampilan bagi alat baru.
e. Memilih diantara pemasok yang bersaing.
f. Merencanakan urutan proses produksi bilamana ada pengaruh interaksi proses dengan toleransi.
g. Mengurangi keragaman dalam proses produksi.

Penilaian yang digunakan untuk indeks kapabilitas proses (Cp) (Gaspersz 2002), adalah sebagai berikut:

Cpm $\geq$ 2,0	: Keadaan proses industri berada dalam keadaan stabil dan mampu, artinya proses mampu menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.
1 $\leq$ Cpm < 1,99	: Keadaan proses industri berada dalam keadaan stabil dan tidak mampu, artinya proses berada dalam keadaan tidak mampu sampai cukup mampu

untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

Cpm < 1,.0 : Keadaan proses industri berada dalam keadaan tidak mampu untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

Indeks kapabilitas proses adalah gambaran sederhana yang mendeskripsikan hubugan anatara variabilitas proses dengan batasan tebaran spesifikasi (Hidayat 2007).

Praktisi bisnis dan Industri dapat dibantu dengan beberapa informasi berikut ini yang dapat digunakan sebagai referensi penentuan indeks kapabilitas proses dalam pengendalian mutu menuju target *Lean Six Sigma*.

1. Indeks kapabilitas proses Cp

Indeks kapabilitas poses Cp dihitung berdasarkan formula: Cp = (USL-LSL)/6s, dimana USL = *upper specification limit* dan LSL = *lower specification limit* CTQ (*critical-to-quality*) yang ingin dikendalikan, sedangkan s adalah nilai *standard deviation* CTQ proses yang dikendalikan itu. Persyaratan asumsi penggunaan formula ini adalah distribusi proses harus berdistribusi normal dan nilai target (T), yang berarti nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) harus tepat berada ditengah interval nilai USL dan LSL. Jika persyaratan ini dipenuhi maka dapat menggunakan informasi Tabel 4 berikut sebagai nilai referensi untuk menentukan nilai kapabilitas proses yang sedang dikendalikan.

Tabel 4. Hubungan antara Cp dan Kapabilitas Proses

Cp	Kapabilitas Proses
0,33	1,0 Sigma
0,50	1,5 Sigma
0,67	2,0 Sigma
0,83	2,5 Sigma
1,00	3,0 Sigma
1,17	3,5 Sigma
1,33	4,0 Sigma
1,50	4,5 Sigma
1,67	5,0 Sigma

IPB University
© Hak cipta milik IPB University
IPB University

1,83	5,5 Sigma
2,00	6,0 Sigma
2,17	6,5 Sigma
2,33	7,0 Sigma

Sumber: Gaspersz (2007)

Nilai Cp dan kapabilitas proses diatas dihitung menggunakan kapabilitas proses 3-sigma sebagai referensi, karena formula Cp = (USL – LSL)/ 6s diciptakan untuk pengendalian kapabilitas proses yang diinginkan adalah pada tingkat 4,5 Sigma, maka nilai Cp harus sama dengan 4,5/3 = 1,50. Berdasrkan konsep ini, dapat menentukan berbagai nilai Cp pada kapabilitas sigma tertentu, sebagai contoh: jika kapabilitas proses adalah 4,3 Sigma, maka Cp= 4,33/3 = 1,43. Dari penjelasan diatas, industri tidak boleh puas hanya mencapai angka indeks Cp = 1,33; karena indeks Cp = 1,33 hanya memiliki kapabilitas proses 4,0 Sigma, yang berarti proses masih mengandung 6210 DPMO (*defects per million opportunities*). Jika Cp = 2,0; maka kapabilitas proses adalah 6,0 Sigma dan hanya mengandung 3,4 DPMO (*defects per million opportunities*) berarti peluang terjadinya kegagalan proses 3,4 kali dari kesempatan proses satu juta kali. Berbagai nilai sigma dan DPMO ditunjukkan dalam Lampiran 7.

2. Indeks kapabilitas proses Cpk.

Indeks kapabilitas proses Cp (pembahasan pada poin 1 di atas) memiliki nilai keterbatasan, yaitu:

a) Indeks Cp tidak dapat digunakan apabila CTQ proses yang dikendalikan itu hanya memiliki satu batas spesifikasi (hanya memiliki USL dan LSL saja). Oleh sebab itu, indeks Cp hanya dapat digunakan apabila CTQ proses yang akan dikendalikan itu memiliki dua nilai batas spesifikasi (USL dan LSL).
b) Indeks Cp tidak mampu mendeteksi *process centering*, dimana jika nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) tidak tepat sama dengan nilai target (T), maka indeks Cp hanya dapat memberikan *misleading results* (hasil yang salah dalam membuat keputusan). Kekurangan indeks Cp dapat diatasi dengan memenuhi

persyaratan asumsi bahwa proses yang dikendalikan harus berdistribusi normal.

Jika persyaratan asumsi distribusi normal di atas dapat dipenuhi, maka indeks Cpk dihitung berdasarkan formula: Cpk = Z-minimum/3; dan Zu = (USL - $\bar{x}$)/s. $\bar{x}$ adalah nilai rata-rata CTQ formula Cpk = Z-minimum/3 diatas diciptakan untuk pengendalian proses 6 Sigma, maka indeks Cpk dan kapabilitas proses pada berbagai tingkat Sigma dapat ditunjukkan sama seperti pada Tabel 4.

Pada dasarnya nilai indeks Cp dan Cpk adalah sama pada berbagai tingkat Sigma, kecuali indeks Cpk mampu mendeteksi *process centering* Apakah telah bergeser ke arah bawah menuju LSL atau bergeser ke arah atas menuju USL.

3. Indeks kapabilitas proses Cpm

Persyaratan asumsi yang ketat, seperti data harus berdistribusi normal dan nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) harus tepat sama dengan nilai target (T) berada ditengah-tengah dari nilai USL dan LSL, maka penggunaan indeks Cpm lebih disukai.

Indeks Cpm dihitung berdasarkan fomula:

$$Cpm = (USL - LSL) / \{6 \sqrt{(\bar{x} - T)^2 + s^2}\} \text{ atau:}$$

$$Cpm = Cp / \{\sqrt{(1 + ((\bar{x} - T)^2 / s^2)}\}$$

Beberapa keuntungan dari penggunaan indeks Cpm:

a) Indeks Cpm dapat diterapkan pada suatu interval spesifikasi yang tidak simetris (*asymmetrical specification interval*), dimana nilai spesifikasi target kualitas (T) tidak tepat berada di tengah nilai USL dan LSL.

b) Indeks Cpm dapat dihitung untuk distribusi apa saja dan tidak mensyaratkan data harus berdistibusi normal. Hal ini berarti perhtungan Cpm adalah bebas dari persyaratan distribusi data, serta tidak memerlukan lagi uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan dari proses itu berdistribusi normal. Hal ini juga akan meghindarkan pertanyaan-pertanyaan tentang distribusi apa yang digunakan.

Serupa dengan konsep di atas, yaitu bahwa semua formula yang diciptakan adalah berdasarkan referensi pengendalian proses 3-sigma, maka untuk pengendalian proses 6-sigma perlu ditentukan angka-angka indeks Cpm pada berbagai tingkat sigma seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

4. Indeks kapabilitas proses (Cpmk)

Indeks kapabilitas proses Cpmk digunakan untuk mendeteksi *process centering* dan dipakai sebagai pengganti Cpk apabila persyaratan asumsi tentang distribusi normal tidak dapat dipenuhi.

$$\text{Cpmk} = \text{Cpk}/\ \{\sqrt{(1 + ((\bar{x} - T^2/s^2)}\}$$

Hal yang menjadi catatan adalah apabila $\bar{x}$ = T, maka Cpmk = Cpk, namun apabila terjadi pergeseran nilai rata-rata proses dari nilai target, maka nilai Cpmk lebih rendah daripada Cpk, karena harus mengalami koreksi. Faktor koreksi adalah $\{\sqrt{(1 + ((\bar{x} - T^2/s^2)}\ \}$.

Pengendalian proses 6-sigma perlu ditentukan angka-angka indeks Cpmk pada berbegai tingkat sigma , seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Pada dasarnya nilai indeks Cpmk dan Cpk adalah sama pada berbagai tingkat sigma, kecuali perbedaan dalam persyaratan asumsi dan formula yang telah dikemukakan diatas.

2.5 *Lean Six Sigma*

Lean Sigma yang merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistemik dan sistematik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radikal continous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja 6-*Sigma*, dengan cara mengalirkan produk (bahan baku, *work in process*, output) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengajar keunggulan dan kesempurnaan berupa hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kali kesempatan atau operasi – 3,4 DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) (Evan dan Lindsay 2007).

Pendekatan *Lean* akan menyingkapkan proses yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dan yang bernilai tambah (*value added*) serta membuat proses yang value addded mengalir secara lancar sepanjang aliran proses-proses bernilai tambah (*value stream processes*), sedangkan *Six Sigma* akan mereduksi variasi dari proses yang *value added* itu (Gaspersz 2007).

Perusahaan-perusahaan *Lean Six Sigma* memulai program peningkatan secara terus-menerus secara mendasar melalui perbaikan *housekeeping* menggunakan prinsip 6S untuk menciptakan dan memlihara agar tempat kerja menjadi teratur, bersih, aman dan memiliki kinerja tinggi. 6S merupakan landasan untuk peningkatan terus-menerus, *zero defects*, reduksi biaya dan untuk menciptakan area kerja yang aman dan nyaman (Hidayat 2007).6S memiliki akronim sebagai berikut:

a. *Sort*, yaitu menyingkirkan dari tempat kerja semua benda yang tidak digunakan lagi dalam pelaksanaan tugas atau aktivitas. Jika suatu benda diragukan apakah masih digunakan lagi atau tidak, benda tersebut perlu disingkirkan dari tempat kerja, dan disimpan di gudang. Apabila tidak digunakan lagi benda itu dibuang.
b. *Stabilize*, yaitu mengatur atau menyusun benda-benda yang diperlukan dalam area kerja, kemudian mengidentifikasi dan memberikan label atau tanda, sehingga setiap orang dapat menemukan benda-benda itu dengan mudah dan cepat.
c. *Shine*, yaitu menjaga atau memelihara agar area kerja tetap bersih dan rapih.
d. *Standardize*, yaitu menstandarisasikan atau menciptakan konsistensi implementasi sort, stabilize dan shine yang berarti mengerjakan sesuatu yang benar dengan cara yang benar setiap waktu.
e. *Safety*, yaitu memberikan karyawan suatu praktik kerja yang aman dan prosedur-prosedur yang memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) untuk mencegah kecelakaan kerja.
f. *Sustain*, yaitu menjamin keberhasilan dan kontinuitas program 6S.

2.5.1 *Lean*

Lean adalah suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (Waste) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan atau jasa)

agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan secara terus menerus *customer value* melalui peningkatan secara terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste (the value-to-waste ratio)* fokus pendekatan konsep *Lean*, yaitu pada pereduksian biaya (*cost reduction*) dengan mereduksi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activities*). Aplikasi *Lean* telah dilakukan di berbagai sektor industri seperti otomotif, elektronik dan industri *consumer goods* (Evan dan Lindsay 2007). Terdapat lima prinsip dasar *Lean* (Gasperz 2007), yaitu:

1) mengindentifikasi nilai produk perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk bermutu superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan tepat waktu.
2) mengindentifikasi pemetaan proses pada *value stream* (*value stream process mamping*) untuk setiap produk. Sebagian besar perusahaan industri di Indonesia hanya melakukan pemetaan proses bisnis atau proses kerja, bukan melakukan proses pemetaan proses produk. Hal ini berbeda dengan konsep *Lean*.
3) Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4) Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk itu mengalir secara lancar dan efesien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*Pull System*).
5) Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

Lean berfokus pada identifikasi dan mereduksi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) yang merupakan pemborosan (*waste*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa) dan manajemen suplai (*supply chain management*), yang berkaitan langsung dengan pelanggan. *Waste* dapat didefinisi sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadikan output sepanjang value stream. *Waste* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk dan selanjutnya meningkatkan *custumer value* (Gaspersz 2002).

Pada dasarnya dikenal dua kategori utama pemborosan, yaitu *type one waste* dan *type two waste*:

1) *Type one waste*, merupakan aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tam bah dalam proses tansformasi input menjadi output sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan
2) *Type two waste*, merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Bisa disebut dengan *waste* saja karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

2.5.2 *Six Sigma*

Pengertian mendasar dalam *six sigma* adalah adanya metode berteknologi tinggi yang digunakan oleh kalangan industri didukung oleh ahli-ahli statistik agar dapat memperbaiki kemampuan proses untuk menghasilkan produk sebesar *six sigma*, yaitu 3,4 kemungkinan kesalahan dalam 1 juta kali kesempatan produksi (kemungkinan kesalahan dalam 1 juta kali kesempatan produksi (*defects per million opportunities* – DPMO) sehingga hasilnya adalah 99,9997 % (Muhandri dan Kadarisman 2006).

Six sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manejemen mutu (Gasperz 2002). Berbagai jenis bisnis dan industi yang telah mengadopsi konsep *six sigma* Motorola maupun kinerja yang diukur berdasarkan kemampuannya dalam sigma, yaitu: *Ingram Micro*, Citibank, *Quicken Loans*, HSBC, *Hilton Group, American Expres, GE Mortage, Deutsche Bank, Raytheon's, Commonwealth Health Corp, Virtua Health, Transfreight, Federated* dept. *Stores,Rapp Collins Worlwide, Bank of America, First Data Corp*, dll.

Setelah mengetahui posisi kinerja bisnis dan industri pada saat ini, misalnya pada kapabilitas 3-*sigma* yang menghasilkan kesalahan sebesar 66.807 (*Six Sigma*) yang hanya akan menghasilkan 3,4 DPMO. Berbagai upaya peninggatan menuju target *six sigma* dapat dilakukan dalam dua metologi, *yaitu six sigma* –DMAIC

(*Define, measure, analyze, improve and Contol*) dan *design for six sigma* (DFSS)-DMDV (*Define, Measure, Analyze, Design and verify*) (Bass 2007).

DMAIC di gunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada sedangkan DMADV digunakan untuk menciptakan desain proses baru dan atau proses desain produk baru dalam cara demikian rupa agar menghasilkan kinerja bebas kesalahan (*zero defects/errors*). DMAIC, terdiri atas lima tahap utama :

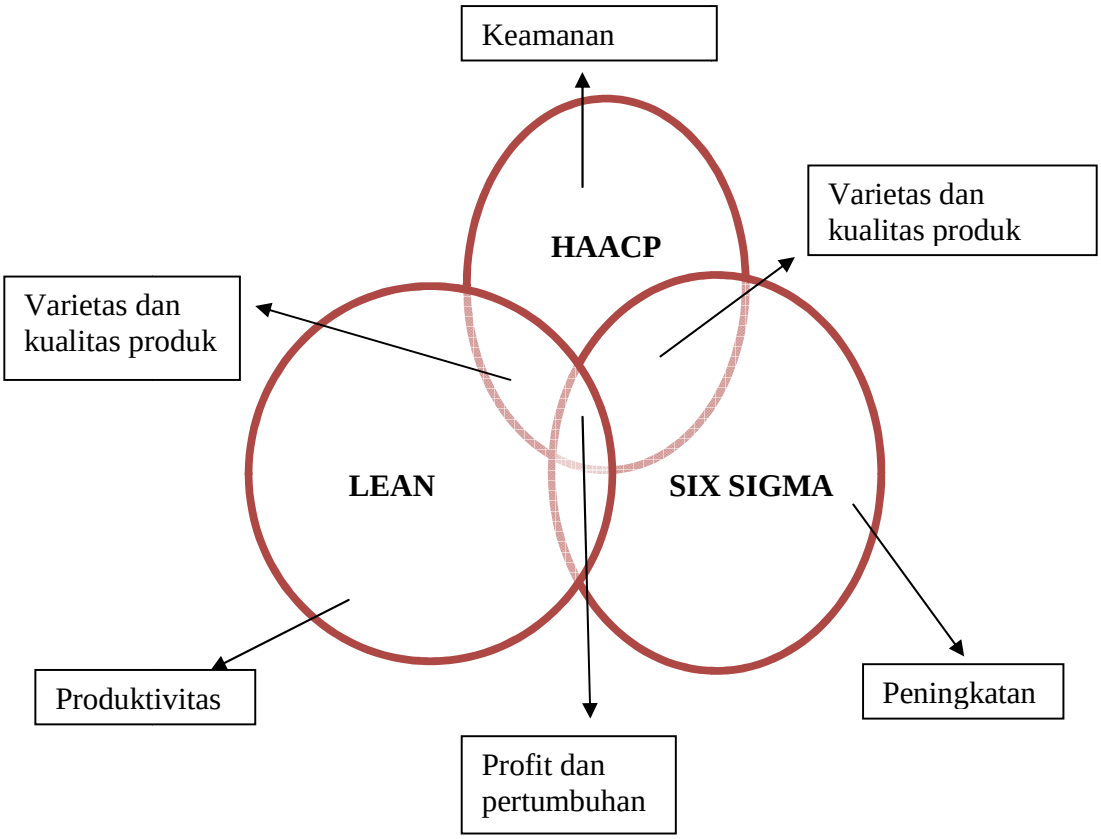
1) *Define*, mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atatu kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
2) *Measure*, mengukur kinerja proses pada saat sekarang agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan. Lakukan pemetaan proses dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan indikator kunci (*key performance indicators*= KPIs).
3) *Analyze*, menganalisis hubungan sebab akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.
4) *Improve*, mengoptimalisasikan proses menggunakan analisis-analisis seperti *Design of Experiments* (DOE), untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses.
5) *Control*, melakukan pengendalian terhadap proses secara terus menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target *Six Sigma*.

2.6 Integrasi Sistem HACCP dan *Lean Six Sigma*

Integrasi sistem HACCP, *Lean* dan *Sigma* bermaksud memberikan solusi bagi industri pangan untuk bergerak melampaui persyaratan HACCP menuju model bisnis yang sempurna melalui *Lean* dan *Six Sigma* (Manggala 2005). Inti dari integrasi ketiga sistem tersebut adalah pendekatan yang berimbang dalam sistem manajemen keamanan pangan (*food safety management system*). Keseimbangan ini dicapai dengan tidak hanya memfokuskan pandangan pada keamanan produk melainkan juga pada aspek lain yang tidak kalah pentingnya seperti keuntungan dan pertumbuhan perusahaan.

Dampak integrasi ketiga sistem keuntungan dan pertumbuhan perusahaan sebagai tujuan utama organisasi dihasilkan dari sinergi ketiga sistem. Keunggulan

tiap sistem memberikan kekuatan pada keamanan pangan (*food safety*), *Lean* pada pengurangan pemborosan (*waste reduction*) dan *Six Sigma* pada peningkatan terus menerus (*improvement*). Setiap irisannya memberikan kekuatan yang berbeda kepada organisasi (Partner 2007). Gambar irisan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Integrasi HACCP, *LEAN* dan *SIX SIGMA*

3 METODOLOGI

3.1 Kerangka Pemikiran

Mutu telah menjadi satu-satunya kekuatan terpenting yang membuahkan keberhasilan organisasi dan pertumbuhan perusahaan baik di pasar berskala nasional maupun internasional. Tingkat pengembalian investasi (perbandingan laba terhadap investasi) dari program mutu yang tangguh dan efektif akan menghasilkan probabilitas yang menggiurkan jika didukung dengan strategi mutu yang efektif. Wujud nyata dari hal ini terlibat pada peningkatan penetrasi pasar secara besar-besaran, peningkatan produktivitas total secara mencolok, penurunan biaya dalam jumlah besar dan kepeloporan yang tangguh dalam persaingan pasar.

Penelitian tentang pengendalian mutu pada pembekuan udang meninjau kapabilitas proses dari penerimaan bahan baku, pemotongan kepala, pembekuan dan penimbangan produk sesuai dengan pesanan pelanggan di PT Lola Mina, Muara Baru, Jakarta Utara. Pengendalian mutu produk pembekuan udang yang dimaksud adalah menentukan atau mengukur nilai kapabilitas proses (Cp) pada masing-masing proses yang telah disebutkan, membuat peta kendali pada setiap proses yang menjadi kajian, mencari penyebab kesalahan yang terjadi dengan diagram sebab-akibat (diagram tulang ikan).

Pengendalian mutu pada pembekuan udang tidak hanya menentukan nilai kapabilitas proses, membuat peta kendali dan mencari penyebab terjadi kesalahan dengan diagram sebab akibat, tetapi juga pemberian solusi melalui konsep *Lean Six Sigma*. Sehingga pada akhirnya perusahaan tidak hanya dapat secara efektif dalam melaksanakan proses melainkan dapat mencapai keefisienan. Pemecahan masalah (*problem solving*) adalah aktivitas yang melibatkan perubahan suatu keadaan yang sedang berlangsung sebagaimana seharusnya. Tujuan *Six Sigma* sering kali berfokus pada perbaikan terobosan yang menambah nilai kepada perusahaan tersebut melalui pendekatan pemecahan masalah yang sistematis. Perbaikan kinerja bisnis dan kualitas yang sukses bergantung pada kemampuan perusahaan untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah.

3.2 Tata Laksana Penelitian

3.2.1 Tempat dan waktu pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di PT Lola Mina, Muara Baru, Jakarta Utara, terhitung mulai Januari 2009 sampai Februari 2009.

3.2.2 Metode pengumpulan data

Pengkajian mengenai evaluasi penerapan standar karakteristik mutu dengan SPC ini menggunakan data primer yang langsung diamati dari perusahaan PT Lola Mina selama proses produksi pada bulan Desember 2008 sampai Februari 2009, pengambilan data pada tahapan proses yang menjadi kajian adalah :

1) Tahapan penerimaan bahan baku

   Tahap ini terdapat dua bahaya potensial yang menjadi titik kendali kritis (CCP) yaitu bahaya mutu, dalam hal ini jumlah cacat/*total defect* dan bahaya penipuan ekonomi (ukuran/*size* dan karakteristik mutu tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh pembeli/buyer, yang menjadi kajian adalah udang mutu *first grade*, dapat dilihat pada Tabel 7-9 dalam Bab 4. Pengambilan contoh untuk bahaya potensial tersebut dilakukan dengan cara melihat rendemen udang *first grade* hasil sortir setiap harinya.

2) Tahapan pemotongan kepala

   Tahapan ini dilakukan penghitungan rendemen daging udang setelah pemotongan kepala udang. Tahapan ini biasanya dilakukan dengan cara sampling acak yaitu menimbang semua udang yang akan diolah sebelum dan setelah proses pemotongan kepala. *Sampling* terdiri dari 4 kali penarikan contoh untuk mendapatkan satu data yang diambil rata-ratanya dari keempat penarikan contoh sampel tersebut.

3) Tahapan pembekuan produk

   Tahapan pembekuan produk dilakukan pengukuran suhu pusat udang, pengambilan contoh dilakukan dengan cara sampling acak produk setelah

pembekuan pada pada *contact plate freezer* (CPF). Pada tahap ini *sampling* diambil 4 kali penarikan contoh dan diambil rata-ratanya untuk mendapatkan satu data.

4) Tahapan penimbangan akhir

Pada tahap ini pengambilan contoh dilakukan dengan cara sampling acak setiap produk. *Sampling* dilakukan dengan 4 kali penarikan contoh dan diambil rata-ratanya untuk mendapatkan satu data.

3.3 Tahapan penelitian

1) Pemahaman mengenai proses produksi dan proses kritis

Hal dasar yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah memahami proses produksi di PT Lola Mina. Hal ini sangat penting karena semua yang terjadi di ruang produksi berkaitan dengan proses produksi itu tersebut. Pemahaman proses produksi dapat dilakukan dengan pengamatan secara langsung di ruang produksi dan meminta penjelasan tentang hal-hal yang kurang jelas kepada pembimbing lapangan dan pelaku proses produksi dalam hal ini adalah operator mesin.

Proses kritis adalah proses-proses yang memiliki pengaruh besar terhadap hasil akhir atau output produk. Proses – proses ini harus segera ditemukan setelah memahami proses produksi.

2) Perancangan metode pengukuran tingkat kecacatan (Kusumawati 2005)

a. Penentuan karakteristik mutu.

Karakteristik mutu adalah hal-hal yang perlu diperhatikan pada hasil akhir dan dibandingkan dengan standarnya (HACCP). Cara pengamatannya adalah dengan pengamatan langsung di lapangan.

b. Penentuan kriteria kecacatan.

Penentuan kriteria kecacatan ini dilakukan untuk menghindarkan keraguan dalam mengklasifikasikan produk menjadi produk baik dan produk cacat. Penentuan kecacatan dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan.

c. Perancangan konsep peta kendali

Perancangan menggunakan konsep peta kendali diperlukan untuk mengetahui tingkat kecacatan sebuah proses yang sedang berlangsung. Langkah-langkah peta kendali adalah sebagai berikut :

pemilihan konsep peta kendali

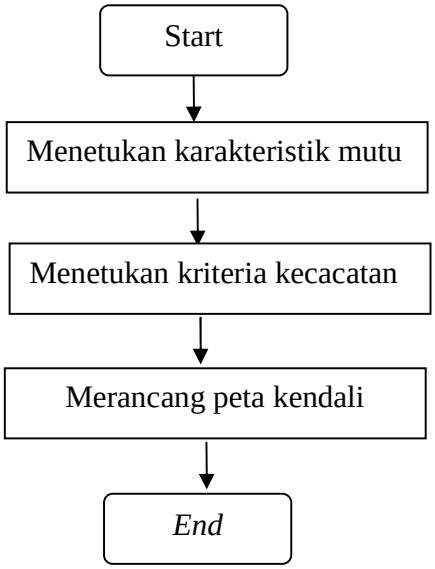
Pemilihan peta kendali harus disesuaikan dengan karakteristik data dan situasi pada ruang produksi.

Jika dapat rupa data variabel maka peta kendali yang dipilih adalah peta kendali variabel, tetapi jika data yang digunakan adalah data atribut, data yang tidak bisa diukur, maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut.

pembuatan desain peta kendali

Setelah melakukan pemilihan peta kendali, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mendesain parameter-parameter dari peta kendali tersebut. Penentuan parameter adalah penentuan ukuran sampel dan interval pengambilan data.

Langkah – langkah diatas dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* seperti Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir merancang metode pengukuran tingkat kecacatan.

d. Membuat kapabilitas proses.

Kapabilitas proses merupakan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang diinginkan. Kapabilitas proses ditentukan oleh variasi, secara umum kapabilitas proses menggambarkan performansi yang terbaik (misal kisaran minimum) dari proses tersebut.

3) Mencatat jenis penyebab kecacatan serta membuat diagram sebab akibat.

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab kecacatan. Dengan mencari jenis kecacatan dan menyajikannya dalam bentuk diagram sebab-akibat.

4) Implementasi prinsip 6S.

Penerapan dari prinsip *sort, stabilize, shine, standardize, safety* dan *sustain* dalam rangka untuk meningkatkan kapabilitas proses yang secara berkelanjutan dan mengurangi pemborosan.

3.4 Metode analisis data

Metode analisis data yang digunakan adalah pengukuran dari metode *Six Sigma* Motorolla, yang sudah banyak digunakan dalam industri di dunia untuk meningkatkan mutu/ kualitas. Peningkatan kualitas yang dimaksud adalah menuju tingkat kegagalan proses nol atau menghasilkan produk gagal sebesar 0 (*zero defect*) pada satu juta kali kesempatan proses atau produksi produk. Tingkat kegagalan ditentukan oleh standar mutu yang telah ditetapkan industri dan merupakan spesifikasi ekspektasi pelanggan. Kondisi yang tidak sesuai dengan standar mutu disebut kondisi cacat atau *defect*, maka diperlukan alat untuk menganalisis kondisi tersebut. Perusahaan Motorolla menetukan *defect* produk berdasarkan standar mutu yang ada di perusahaan, misal kecacatan Hp maksimal hanya ditargetkan 3, apabila sudah melebihi 3 maka suatu proses dikatakan *defect*. Pada perusahaan perikanan metode ini dapat diterapkan, suatu produk atau proses dikategorikan *defect* apabila tidak memenuhi standar mutu dan karakteristik mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan merupakan spesifikasi ekspektasi pelanggan. Standar dan karakteristik mutu yang dinalisis pada penelitian ini adalah kualitas *first grade* pada penerimaan bahan baku dan *defect* yng diharapkan tidak melebihi 25 %, pada pemotongan kepala limbah tidak boleh melebihi 35 %, suhu pusat tidak boleh lebih besar dari (-18 °C) setelah udang dibekukan dan penimbangan produk akhir per kemasan minimal 1814 gram dan maksimal 1872 gram. Kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 7, 8, 9 dan 10. Alat yang digunakan adalah statistika pengendalian proses (*Statistical Process Control/* SPC), dimana pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Office Excell* 2007 dan Minitab 14. Proses analisis data dilakukan melalui tahapan berikut (Gaspersz 2002) :

1) Penentuan nilai rata-rata ($\bar{x}$) dan nilai standar deviasi (s) proses serta nilai batas spesifik atas dan atau nilai batas spesifik bawah, dengan persaman sebagai berikut:

   a. Rata-rata proses ($\bar{x}$) $= \dfrac{\text{jumlah keseluruhan data}}{\text{banyaknya data}}$

   b. Standar deviasi proses (s) $= \sqrt{\dfrac{(x-\bar{x})^2}{n}}$

Keterangan : x : nilai sampel

$\bar{x}$: nilai rata-rata

c. Nilai batas spesifik atas (*upper specifik limit* – USL), merupakan nilai batas maksimal yang besarnya ditentukan oleh pembeli.

d. Nilai batas spesifik bawah (*lower specific limit* – LSL), merupakan nilai batas minimal yang besarnya ditentukan oleh pembeli.

2) Penentuan nilai DPMO (*Defect per Million Opprtunities*) dan nilai Sigma.

a. Nilai DPMO merupakan ukuran kegagalan yang menunjukkan peluang kegagalan per sejuta kali kesempatan produksi. Nilai ini diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$\text{DPMO USL} = P\,[\,z \geq (\,USL - \bar{x})/\,s]\ x\ 1.000.000$$

$$\text{DPMO LSL} = P\,[\,z \leq (\,LSL - \bar{x}))/\,s]\ x\ 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \text{DPMO USL} + \text{DPMO LSL}$$

Nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku (z), diperoleh dari Tabel distribusi normal kumulatif. Sementara nilai sigma diperoleh dari Tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma, dapat dilihat pada Lampiran 7.

3) Penentuan nilai standar deviasi maksimal (S_{maks})

a. Standar deviasi maksimum (S_{maks}) merupakan nilai batas toleransi terhadap nilai standar deviasi proses. Nilai standar deviasi maksimum diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$S_{maks} = \frac{1}{2 \times \text{sigma}}\ x\ (USL\text{-}LSL)$$

Bila proses tersebut hanya memiliki satu batas spesifik, batas spesifik atas (*upper spesific limit* (USL)) atau batas spesifik bawah (*lower spesific limit* (LSL)) saja, maka persamaan yang digunakan:

Hanya memiliki batas spesifik atas (USL):

$$S_{maks} = \frac{1}{\text{sigma}} \times (USL\text{-}\ \bar{x})$$

Hanya memiliki batas spesifik bawah (LSL):

$$S_{maks} = \frac{1}{\text{sigma}} \times (LSL - \bar{x})$$

4) Penentuan nilai batas kontrol atas (*upper control limit* – UCL) dan atau batas kontrol bawah (*lower control limit* – LCL).

a. Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) merupakan sebuah persamaan yang digunakan untuk mengevaluasi proses tersebut.

$$UCL = T + (1{,}5 \times S_{maks})$$

dengan:

T : nilai target yang ditentukan pembeli

S_{maks} : standar deviasi maksimum proses

Namun jika nilai target (T) tidak ditemukan oleh pelanggan, maka nilai T diganti dengan nilai rata-rata proses ($\bar{x}$), jika nilai $\bar{x}$ berada dibawah nilai batas spesifik atas yang ditetapkan ($\bar{x}$<USL), sehingga persamaanya menjadi:

$$UCL = \bar{x} + (1{,}5 \times S_{maks})$$

dengan:

$\bar{x}$: nilai rata-rata proses

S_{maks} : standar deviasi maksimum proses

b. Nilai batas kontrol bawah (*lower control limit*-LCL) merupakan sebuah persamaan yang digunakan untuk menetukan nilai batas bawah dari suatu proses yang dimanfaatkan untuk mengevaluasi proses tersebut.

$$LCL = T - (1{,}5 \times S_{maks})$$

dengan:

T : nilai target yang ditentukan pembeli

S_{maks} : standar deviasi maksimum proses

Namun jika nilai target (T) tidak ditentukan oleh pelanggan, maka nilai T diganti dengan nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) dengan syarat nilai $\bar{x}$ berada diatas nilai batas spesifik bawah yang ditetapkan ($\bar{x}$>LSL), sehingga persamaanya menjadi:

$$LCL = \bar{x} - (1{,}5 \times S_{maks})$$

dengan:

$\bar{x}$: nilai rata-rata proses

S_{maks} : standar deviasi maksimum proses

5) Penentuan nilai kapabilitas proses.

Kapabilitas proses (C_{pm}) merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekpektasi pelanggan. Perhitungan kapabilitas proses hanya dilakukan untuk proses yang stabil.

$$C_{pm} = \frac{(USL-LSL)}{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + s^2}}$$

Namun jika proses hanya memiliki satu batas spesifik (SL), maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{pm} = \frac{(USL-LSL)}{3\sqrt{s^2}}$$

dengan:

SL : nilai batas spesifik

$\bar{x}$: nilai rata-rata proses

s : nilai standar deviasi proses

T : nilai target yang ditentukan pembeli

Jika:

$C_{pm} \geq 2{,}0$: keadaan proses industri berada dalam keadaan stabil dan mampu, artinya proses mampu untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

$1 \leq C_{pm} < 1{,}99$: keadaan proses industri berada dalam keadaan stabil dan tidak mampu, artinya proses berada dalam keadaan tidak mampu sampai cukup mampu untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

$C_{pm} < 1,0$: keadaan proses industri berada dalam keadaan tidak mampu untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

4. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN

4.1 Sejarah Perusahaan

PT Lola Mina merupakan suatu perusahaan berbadan usaha swasta nasional yang didirikan pada Tanggal 24 September 1983 berdasarkan akta notaris No.19/jk-1/IND/1983 dan (SIUP) No.716/P/109-02/P8/IX/89 Tanggal 27 September 1989. Perijinan pendirian PT Lola Mina dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Prosedur perijinan pendirian PT Lola Mina

No	Nomor	Tanggal	Hal	Instansi Pemberi
1	19/jk-1/IND/1983	29/9/1983	Akte notaris	Kantor Notaris
2	C2-267-HT-01	12/1/1984	Pengesahan akte notaris	Departemen Kehakiman
3	IK-1120/D3-86/5/88-K	18/5/1988	Persetujuan surat pendirian	Ditjen Perikanan
4	716/P100-02/PB/IX/89	27/9/1989	SIUP	Departemen Perdagangan
5	1.363.271.6-14	27/9/1989	NIP/WP	Departemen Perdagangan

Sumber : Bagian Personalia PT Lola Mina, 2009

Pada mulanya PT Lola Mina merupakan cabang dari PT Lola Mina yang berada di Palembang. Semakin pesatnya perkembangan PT Lola Mina Jakarta menyebabkan PT Lola Mina Muara Baru, Jakarta Utara, dijadikan kantor pusat pada tahun 1990. Sedangkan perusahaan di Palembang diubah fungsinya sebagai kantor cabang dengan nama PT Lestari Magris.

Produk udang beku yang dihasilkan berupa *head less* dan kupasan. Semua dalam bentuk blok beku yang diproses cepat.

4.2 Lokasi Perusahaan

PT Lola Mina adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan hasil perikanan yang bertujuan untuk menghasilkan produk udang beku sebagai komoditas ekspor.

Lokasi perusahaan terletak di wilayah Proyek Manajemen Unit Pelabuhan Perikanan Samudera Jakarta (PMU-PPSJ), yang tepatnya berada di Jalan Muara Baru Ujung Blok N Kavling 5-6, Kelurahan Penjaringan, Kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara.

PT Lola Mina ini strategis karena letaknya di wilayah PMU-PPSJ yang dapat memberikan kemudahan untuk menunjang kegiatan proses pembekuan udang, dimana sarana transportasi lancar. Selain itu lokasi pabrik dekat dengan Pelabuhan Tanjung Priok yang merupakan Pelabuhan ekspor untuk produk yang dihasilkan sehingga mempermudah dalam pelaksanaan ekspor.

4.3 Tujuan Perusahaan

Perseroan Terbatas Lola Mina *Food Industries* didirikan sebagai badan usaha milik swasta yang bertujuan untuk memperoleh keuntungan demi kesejateraanya pemilik dan karyawannya. Dalam prakteknya, PT Lola Mina telah banyak memberikan sumbangan nyata bagi masyarakat karena telah membuka lapangan kerja. Disamping itu, PT Lola Mina juga berperan sebagai perpanjangan tangan petani pemilik tambak untuk memasarkan udangnya, dan lebih jauh sebagai penyumbang devisa bagi negara melalui ekspor udangnya ke berbagai ngara seperti Amerika, Jepang, Eropa.

4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi PT Lola Mina adalah struktur organisasi fungsional. Struktur ini mengelompokkan tugas-tugas dari kegiatan sejenis kedalam unit-unit terpisah yang dibawahinya. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur utama yang mempunyai tugas memimpin dan menentukan kebijaksanaan perusahaan. Dalam melaksanakan tugasnya direktur utama dibantu oleh direksi-direksi, yaitu : direksi pembelian, direksi keuangan, direksi proses dan direksi pemasaran yang masing-masing membawahi dua orang asisten direksi. Asisten ini membawahi tujuh kepala bagian yang bertugas sebagai pengawas dan mengevaluasi jalannya produksi. Setiap kepala bagian dan wakil kepala bagian, masing-masing membawahi staff kecuali kepala dan wakil kepala di bagian *cold storage*, sedangkan kepala dan wakil

kepala bagian personalia membawahi lima kepala unit yaitu kepala unit pemotongan kepala, kepala unit koreksi, kepala unit *quality control*, dan kepala unit susun dan masing-masing mempunyai tugas untuk mengawasi proses pada masing-masing bagian sehingga mutu produksi terjamin mulai dari bahan baku masuk sehingga selesai diproses dan tetap memenuhi syarat mutu yang ditentukan.

4.5 Karyawan dan Kesejahteraanya

Proses produksi PT Lola Mina sebagian besar menggunakan tenaga manusia.

Jumlah karyawan yang bekerja pada perusahaan ini sebanyak 251 orang yang terdiri dari 109 karyawan laki-laki dan 142 orang karyawan perempuan. Dari 251 karyawan ini merupakan terdiri dari karyawan tetap, borongan dan karyawan kontrak.

1) Karyawan tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang dipekerjakan dalam jangka waktu yang tidak dapat ditentukan. Pemberian gaji dilakukan tiap bulan.

2) Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang bekerja untuk waktu tertentu selama dibutuhkan untuk proses produksi. Pemberian gaji dihitung berdasarkan hasil yang diperoleh dan diberikan satu minggu sekali.

3) Karyawan kontrak

Karyawan kontrak adalah karyawan yang bekerja pada perusahaan sesuai dengan kontrak atau perjanjian yang telah disepakati kedua belah pihak (± 2 tahun). Jika kinerja dinilai bagus oleh perusahaan dapt diangkat menjadi karyawan tetap. Pemberian gaji dilakukan tiap bulan.

Selain gaji, sebagai wujud kepedulian perusahaan pada karyawan, PT Lola Mina memberikan tunjangan yang terdiri dari tunjangan kesehatan, makan, transportasi, kerajinan dn perlengkapan kerja. Tunjangan kesehatan diberikan bagi karyawan yang sakit. Sedangkan pemeriksaan kesehatan dilakukan sebulan sekali bagi seluruh karyawan. Bentuk transportasi yang diberikan berupa 3 bis yang digunakan sebagai transportasi antar jemput bagi karyawan proses, satu mini bus untuk staff dan mobil dinas untuk kepala bagian, sedangkan bagi

karyawan yang rumahnya tidak dilalui bus jemputan akan mendapatkan uang transport. Tunjangan kerajinan diberikan untuk karyawan yang mendapatkan baju seragam, sepatu bot, sarung tangan, topi dan masker. Khusus untuk bagian *cold storage* mendapatkan tambahan jaket tebal agar tidak merasa dingin di dalam *cold storage*. Cuti haid diberikan untuk karyawati yang mendapatkan haid selama dua hari tiap bulannya, dan bagi yang tidak mengambil cuti akan digantikan dengan uang. Sedangkan bagi yang hamil mendapatkan cuti selama tiga bulan. Selain itu tersedia mess (bagi) karyawan yang menginap, kamar mandi, toilet, musholla, dapur untuk umum.

Hari kerja yang diberlakukan diperusahaan ini adalah enam hari kerja, yaitu hari Senin sampai dengan hari Sabtu. Lama waktu kerja dihitung mulai dari pukul 08.00 sampai dengan 16.00 WIB untuk hari Senin hingga Jum'at, sedangkan hari Sabtu hanya sampai pukul pukul 15.00 WIB. Lebih dari jam kerja yang ditentukan, maka karyawan akan mendapat uang lembur sesuai dengan perhitungan yang ditetapkan oleh perusahaan, yaitu setiap satu jam dengan nilai yang berbeda. Selain itu jam istirahat pada hari Jum'at berbeda dengan hari-hari lainnya, karena waktu istirahat lebih lama yang biasanya dari pukul 12.00 hingga 13.00 WIB menjadi 11.30 sampai 13.00 WIB.

4.6 Fasilitas Produksi

Proses produksi pada suatu pabrik pengolahan produk perikanan membutuhkan peralatan dan perlengkapan kerja yang disebut fasilitas produksi. Peralatan dan perlengkapan kerja ini diatur sesuai dengan keperluan dan kebutuhan produksi, sehingga dapat dicapai hasil sesuai dengan keperluan dan kebutuhan produksi, serta sesuai dengan yang diinginkan dan biaya rendah.

Peralatan dan perlengkapan kerja yang dimiliki PT Lola Mina dalam menunjang kelangsungan proses produksi adalah:

1) Meja kerja

Meja kerja yang digunakan terbuat dari bahan *stainless steel*, berjumlah 35 meja denga ukuran 230 cm x 40 cmx 80 cm yang terdiri dari 10 meja untuk potong

kepala dan 25 meja untuk sortasi serta 80 meja 220 cm x 40 cm x 80 cm untuk mengoreksi hasil sortasi. Meja-meja tersebut memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Meja potong kepala

Meja ini berfungsi sebagai meja untuk proses pemotongan kepala udang dan pembuangan kotoran udang.

b. Meja seleksi

Meja ini berfungsi sebagai meja penyeleksian hasil sortasi dari mesin sesuai dengan *size* dan untuk memisahkan mutu dan warna udang. Tiap meja ditangani oleh satu orang.

c. Meja penimbangan

Meja ini digunakan untuk penimbangan udang yang akan disusun sesuai *size*.

d. Meja pengemasan

Meja ini berfungsi sebagai tempat untuk pelepasan udang dari *long pan* dengan dilapisi karet setebal 2,5 cm dan untuk proses pengemasan udang dalam *inner carton*.

2) Keranjang dan bak

Keranjang plastik yang digunakan terdiri dari bebrapa jenis ukuran dan masing-masing memiliki fasilitas seperti yang dijabarkan di bawah ini :

a. Keranjang plastik berukuran kecil berukuran kecil berbentuk persegi panjang dan berlubang-lubang dengan ukuran 23 cm x 29 cm x 20 cm sebanyak 136 buah. Keranjang ini berfungsi untuk menempatkan udang setelah proses potong kepala, sortir dan koreksi.

b. Keranjang plastik berukuran sedang, berbentuk persegi panjang dan berlubang-lubang dengan ukuran 47 cm x 40 cm x 48 cm sebanyak 52 buah. Keranjang ini digunakan untuk menampung udang hasil potong kepala yang akan dicuci dalam bak pencucian. Selain itu keranjang ini digunakan sebagai tempat udang yang telah selesai dalam proses produksi.

c. Keranjang plastik berbentuk persegi panjang dengan ukuran 60 cm x 45 cm x 30 cm sebanyakn 110 buah, berfungsi untuk menempatkan udang setelah pembongkaran dan digunakan juga untuk menempatkan udang saat penimbangan global.

d. Keranjang plastik besar bentuk persegi panjang dengan ukuran 67 cm x 45 cm x 30 cm sebanyak 50 buah dengan kapasitas 50 kg. Keranjang ini digunakan untuk menempatkan udang dari tempat bagian pembelian sampai ke tempat bagian potong kepala. Selain itu digunakan pula untuk menempatkan es balok dan es curai dalam proses produksi.

e. Bak plastik berukuran 60 cm x 45 cm x 30 cm sebanyak 96 buah. Digunakan sebagai tempat menampung udang setelah potong kepala atau setelah udang dikoreksi dan dicampur dengan air es.

f. Bak *thawing* terbuat dari *stainless steel* dengan ukuran 140 cm x 48 cm x 17 cm sebanyak 1 buah, ditempatkan pada ketinggian 1 meter dari lantai. Bak ini digunakan untuk pelepasan blok udang dari *long pan*.

g. Bak berukuran 64 cm x 64 cm x 43cm, terbuat dari *stainless steel*, berjumlah 14 buah, terdiri dari 2 buah bak pada ruang potong kepala yang digunakan untuk pencucian udang setelah udang dipotong kepalanya.

3) Bak *fiberglass*

Bak-bak *fiberglass* yang digunakan terdiri dari beberapa ukuran, yaitu:

a. Bak *fiberglass* berukuran 217 cm x 97 cm x 139 cm digunakan untuk menampung udang selama pengangkutan dari tempat-tempat pembelian berjumlah 8 buah.

b. Bak *fiberglass* berukuran 166 cm x 100 cm x 120 cm dengan kapasitas 800 kg sebanyak 76 buah digunakan untuk menampung udang selama pengangkutan.

c. Bak *fiberglass* berukuran 150 cm x 87 cm x 95 cm sebanyak 9 buah digunakan untuk penampungan udang sementara sebelum diproses keesokan

harinya. Penampungan dilakukan secara berhati-hati dan secara berlapis-lapis antara udang dan es.

d. Bak *fiberglass* berukuran 132 cm x 100 cmx 83 cm sebanyak 6 buah, dan ukuran 150 cm x 73 cm x 70 cm sebanyak 4 buah. Bak-bak tersebut digunakan sebagai tempat penyimpan udang yang belum diproses dan akan diproses keesokan harinya.

e. Bak *fiberglass* berukuran 100 cm x 73 cm x 70 cm sebanyak 2 buah digunakan untuk menampung es curai di bagian koreksi.

4) Timbangan

a. Timbangan berkapasitas 110 kg

Timbangan duduk berjumlah 3 buah, i buah timbangan digunakan di ruang potong kepala untuk mengetahui upah karyawan dan mengecek ulang dari penimbangan di bagian pembelian dan 2 buah timbangan digunakan di bagian global. Timbangan ini berfungsi untuk mengetahui jumlah udang yang dihasilkan sesuai ukuran sehingga mempermudah proses perhitungan pembayaran udang pada penjual.

b. Timbangan digital

Timbangan digital terdiri dari 2 jenis merk, merk Nagata dengan kapasitas 9 kg/ unit berjumlah 5 buah dan timbangan bermerk UWE dengan kapasitas 7,5 kg/unit barjumlah 11 buah. Timbangan ini digunakan untuk menimbang udang yang akan disusun dan untuk pengecekan ulang *size*.

5) Pan pembeku

Pan pembeku terbuat dari bahan aluminium dengan ukuran 60 cm x 30 cm x 6 cm sebanyak 420 buah, dimana setiap pan pembeku (*long pan*) terdiri dari 3 bagian *inner pan*.

6) Kereta dorong

a. Lori berukuran kecil yang digunakan untuk mengangkut pan kosong, mengangkut blong berisi es dan mengangkut keranjang-keranjang berisi udang, sebanyak 12 buah.

b. Lori berukuran besar digunakan untuk mengangkut *long pan* dari *contact plate freezer* ke bagin pengemasan. Untuk mengangkut *master carton* yang berisi blok udang dalam *inner carton* ke dalam *cold storage* dan untuk mengangkut *fiberglass* berisi udang yang akan diproses ke ruang proses pengolahan, sebanyak 8 buah.

7) *Metal detector*

Metal detector adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi logam / benda asing lainnya pada blok beku.

4.6.1 Sumber tenaga listrik

Sumber tenaga listrik merupakan sarana untuk mencukupi kebutuhan tenaga listrik selama produksi. Tenaga listrik yang dimiliki oleh perusahaan berasal dari PLN dan *generator set*.

Sumber listrik dari PLN mempunyai tegangan 800 V, sedangkan generator digunakan apabila listrik dari PLN padam. Spesifikasi dari generator set dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi generator set

Generator	I	II	III
Tegangan	380 V	135 V	389 V
Tegangan yang dihasilkan	156 V	169 V	250 V
Daya	125 Kw	125 Kw	200 Kw
Frekuensi	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Phase	3	3	3
RPM	1500	1500	1500
Bahan bakar	Solar	Solar	Solar

Sumber : Bagian mesin PT Lola Mina, 2008

4.6.2 Bahan dan alat pembantu produksi

Perseroan Terbatas Lola Mina dalam mempertahankan mutu udang adalah dengan mempertahankan rantai dingin, yaitu dengan tetap menjaga suhu udang maksimal 5°C, untuk itu diperlukan es sebagai bahan tambahan. Es yang digunakan di perusahaan dibagi dalam 3 bentuk, yaitu es balok, es keping dan es curai.

Pada dasarnya es curai terbuat dari es balok yang diproses dengan alat penghancur (*ice crusher*). Sedangkan *flake ice machine* untuk pembuatan es keping.

4.6.3 Sarana produksi

Sistem pembekuan yang dipergunakan oleh PT Lola Mina adalah *contact plate freezer* (CPF). CPF yang dipergunakan sebanyak 6 buah yang terdiri dari 3 unit CPF dengan kapasitas 96 *long* pan selama 3 jam 45 menit dan 1 CPF dengan kapasitas 96 *long* pan selama 2 jam 30 menit.

Mesin pembeku ini terbuat dari bahan *stainless steel* lengkap dengan unit pendingin. Bahan yang digunakan atau dipakai adalah aluminium setebal 12 mm. *Contact plate freezer* besar menggunakan sitem pendingin sentral dan *contact plate freezer* kecil, pendinginnya terletak pada bagian bawah alat.

Media pendingin yang digunakan adalah amoniak untuk CPF besar, selain itu amoniak juga digunakan pada *cold storage*, *chilling room*, *flake ice* dan untuk CPF kecil menggunakan R. 22 *contact plate freezer* mempunyai suhu pembekuan -30 °C.

Selain CPF, unit lain yang dipergunakan dalam menunjang proses pembekuan adalah kompressor yang terdiri atas *high stage compressor*. Pada sistem pembekuan CPF ini sangat lengkap dan bagus karena dilengkapi dengan unit hidrolik yang berfungsi sebagai alat untuk menaikkan dan menurunkan rak pembeku secara otomatis. Dengan adanya sistem hidrolik ini, bahan yang dibekukan menjadi rata dan seragam bentuknya sehingga hasil pembekuan pun menjadi rata.

4.6.4 Sarana pengemasan

Bahan yang dipakai dalam proses pengemasan antara lain :

1) Plastik

   Jenis plastik yang digunakan sebagai pengemas adalah plastik *Polyethilene* (PE) dengan kapasitas 2 kg.

2) *Inner carton*

Bahan pengemas terbuat dari karton yang berlapis lilin yang berfungsi sebagai penahan suhu. Penggunaan *inner carton* adalah setelah blok udang dimasukkan dalam plastik. Merk yang digunakan adalah setelah blok udang dimasukkan dalam plastik. Merk yang digunakan adalah Dolphin, Maxima, New Darma dan Lola Brand.

3) *Master carton*

Master carton digunakan sebagai kemasan terakhir setelah blok udang dikemas dalam *inner carton*. Bahan yang digunakan sama yaitu dari karton berlapis lilin. Pada *master carton* harus dicantumkan nama produk, ukuran produk, berat bersih, kode produksi dan masa kadaluarsa.

4) Mesin pengikat

Mesin ini berfungsi sebagai alat untuk mengikat *master carton* yang akan disimpan ke dalam *cold storage*, pita yang digunakan berbeda sesuai dengan jenis udang. Spesifikasi alat ini yaitu tipe MTI – 365, motor 1/3 P 1/0, 220 volt, dengan merk Maiwa sebanyak 3 buah.

4.6.5 Sarana penyimpan dingin

Sarana penyimpan dingin terdiri atas tiga macam:

1) *Chilling room*

Chilling room adalah sebuah ruangan yang digunakan untuk menyimpan blong-blong dan bak yang berisi udang selama menunggu proses pengolahan. Suhu *chilling room* 15 °C dengan luas (2x25) m^2, ruang pendingin yang dimiliki sebanyak 1 buah.

2) Ante *room*

Ante room merupakan ruang tunggu yang berada diantara dua *cold storage* yang bertujuan untuk mengurangi beban pendingin karena infiltrasi udara. Luas *ante room* ini (3x15) m^2. Suhu *ante room* harus selalu dipantau agar tidak terjadi fluktuasi.

3) *Cold storage*

Cold storage merupakan ruangan atau tempat menyimpan udang yang telah dibekukan dan dikemas dalam *master carton*. Tujuan dari penyimpanan ini adalah agar produk tidak mengalami kerusakan saat menunggu proses pengiriman (ekspor). Suhu dalam *cold storage* yang dimiliki oleh PT Lola Mina sebanyak 4 unit, kapasitas 500 ton sebanyak 2 unit dan 300 ton sebanyak 2 unit. *Cold storage* besar dilengkapi dengan 3 unit kipas dan 8 unit lampu mercuri, dengan daya 250 watt setiap unit. Untuk *cold storage* kecil, dilengkapi dengan 2 unit kipas dan 6 lampu dengan daya 250 watt setiap unit. Bangunan *cold storage* pada dinding terdiri dari lapisan tembok dengan tebal 12,5 cm, lapisan aluminium 0,6 cm dan lapisan *styrofoam* 5 cm. Peletakan/ penataan *master carton* dilakukan secara teratur sesuai kode produksi dengan sistem *first in first out* (FIFO).

4.7 Fasilitas Bangunan

Kelengkapan dari prasarana dan sarana yang dimiliki oleh perusahaan akan sangat menunjang proses produksi dan kelancaran akan jalannya aktifitas perusahaan, sehingga perusahaan akan mendapatkan hasil maksimal.

Fasilitas bangunan yang ada di PT Lola Mina terdiri dari beberapa bagian, yaitu bangunan pertama berupa ruang kantor yang yang terdiri dari dua lantai. Lantai bawah untuk ruang staff, ruang tamu dan ruang administrasi. Sedangkan lantai atas digunakan untuk direktur utama, laboratorium, ruang sekretaris, ruang makan , ruang operator, dapur dan kamar mandi.

Bangunan kedua adalah ruang proses produksi dengan luas bangunan 435,2 m^2. bangunan tersebut terdiri dari beberapa ruangan, yaitu ruangan penerimaan bahan baku, ruang potong kepala, ruang seleksi dan koreksi, ruang penyusunan udang dan penimbangan, ruang pengemasan dan ruang pembekuan. Untuk menunjang kelancaran proses produksi, terdapat pula ruang mesin, ruang pembuat es, ruang pendingin dan ruang penyimpanan sebanyak empat ruangan. Luas dari pada ruang pembuat es adalah 70 m^2.

Pada setiap ruangan dibuat sesuai dengan urutan alur proses sehingga menjadi lebih efisien dan tiap-tiap ruangan dibatasi dengan pintu-pintu. Sebelum masuk ke ruangan proses, di depan pintu diberikan bak untuk cuci kaki dan tangan serta dilengkapi tirai transparan yang terbuat dari plastik *vinyl*. Khusus pintu keluar dan masuk pintu digunakan pintu dengan sistem buka tutup. Untuk pada lantai proses terbuat dari keramik dan dinding dari batu bata dan permukaanya dilapisi porselen. Kemiringan lantai ruang proses ini adalah ± 5°, berfungsi untuk memudahkan proses pembuangan air dan kotoran udang.

Bangunan ketiga adalah ruangan untuk penyimpanan barang seperti *master carton*, *inner carton*, keranjang plastik dan barang lain sebagai persediaan proses produksi.

4.8 Fasilitas Tambahan

Selain sarana-sarana diatas, PT Lola Mina mempunyai alat – alat lain untuk menunjang proses produksi, diantaranya :

1) *Flake ice machine*

   Alat yang berfungsi sebagai mesin pembuat es dalam bentuk *flake* dengan kapasitas 15 ton/hari. Media pembeku yang digunakan adalah amoniak dengan suhu pembekuan -32 °C.

2) *Ice crusher*

   Alat yang digunakan untuk menghancurkan es balok menjadi es curai yang digunakan untuk proses pengolahan.

3) Mesin penyortir

   Mesin ini berfungsi untuk menyortir udangsesuai *size* yang ditentukan. Kapasitas mesin ini per unit 1,5 ton/jam. Mesin ini digunakan sejak tahun 2000 dan jumlah mesin yang digunakan 2 buah.

4) Pipa air

Pipa air yang digunakan terdiri dari dua jenis, yaitu pipa yang terbuat dari besi dan plastik. Pipa yang ada berjumlah 12 unit. Kedua jenis pipa itu dibedakan dalam penggunaannya, yaitu pipa dari besi sebagai saluran untuk pipa plastik digunakan untuk membersihkan alat dan ruangan. Selain itu, pipa-pipa ini dibedakan sesuai warnanya, yang biru untuk air PAM, warna kuning untuk air bor dan warna abu-abu untuk air klorin.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kegiatan Produksi

5.1.1 Bahan baku

Jenis-jenis udang yang dipakai sebagai bahan baku PT Lola Mina terdiri dari udang tambak 60%, 30% udang laut dan 10% udang sungai. Beberapa jenis udang yang diproduksi antara lain:

1) Udang windu (*Penaeus monodon*)
2) Udang pink (*Metapenaeus monoceros*)
3) Udang *flower* (*Penaeus semisulcatus*)
4) Udang putih (*Penaeus merguiensis*)

Perusahaan dalam memenuhi kebutuhan bahan baku umumnya berasal dari hasil tangkapan (*supplier*) dan budidaya, yang berasal dari daerah Indramayu, Cirebon, Cilincing dan Karawang. Selain dari pulau Jawa terdapat juga dari daerah luar pula Jawa seperti Kalimantan dan Lampung. Bahan baku yang diterima oleh perusahaan dalam bentuk ada kepala maupun tanpa kepala, serta harus memiliki kesegaran yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan produk yang bagus. Pada penelitian ini bahan baku yang menjadi objek peneliti adalah udang windu (*Penaeus monodon*).

5.1.2 Bahan pembantu

Bahan pembantu yang digunakan perusahaan untuk menunjang kelancaran pada proses pengolahan adalah air, es dan klorin.

Air yang digunakan untuk proses pengolahan adalah air yang berasal dari air PAM dan air bor (air sumur). Air PAM digunakan untuk pencucian udang, pengisian air dalam pan *precooling* dan pembekuan *contact plate freezer* (CPF). Penguijian air, baik air PAM maupun air bor (air sumur) dilakukan setiap satu minggu sekali.

Es yang digunakan ada tiga macam yaitu es curai, es keping dan es balok. Es digunakan untuk mendinginkan atau menjaga suhu air dibawah suhu 5 °C. Klorin digunakan untuk pencucian udang, ruangan, tangan, sepatu dan peralatan kerja lainnya.

5.1.3 Proses pembekuan

1) Penerimaan bahan baku

Udang yang baru datang dari *supplier* atau tambak tersebut diterima di ruang penerimaan bahan baku, kemudian bahan baku segera dibongkar. Pembongkaran dilakukan dengan cara memindahkan udang dari blong plastik ataupun *fiber* ke dalam keranjang dan dicuci menggunakan air dingin dengan penambahan klorin 50 ppm dan dibilas dengan air dingin tanpa klorin. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk menghilangkan kotoran pada tubuh udang.

Setelah udang dicuci dan ditiriskan kemudian udang ditimbang untuk mengetahui berat udang yang dibeli dari *supplier*. *Sampling* dilakukan dengan cara mengambil sebagian udang dari tiap keranjang dengan nama partai yang sama seberat 1 kg dan dilakukan penghitungan jumlah udang untuk mengetahui *size* awal.

2) Pemotongan kepala udang

Udang yang diterima oleh PT Lola Mina dalam keadaan segar baik dalam bentuk *head on* maupun *headless*. PT Lola Mina memproduksi udang beku dalam bentuk *headless*, oleh karena itu udang yang diterima dalam bentuk *head on* harus dilakukan pemotongan kepala terlebih dahulu.

Pemotongan kepala dilakukan dengan tangan melalui dua kali penarikan kepala udang dan udang pada posisi horizontal, kemudian diputar 45° kearah bawah selanjutnya mencabut kepala secara tepat dan hati-hati. Hal ini dimaksudkan agar udang tidak rusak, sehingga daging dibawah kepala tidak ikut tercabut dan menghasilkan hasil yang bagus. Selama proses pemotongan berlangsung suhu udang dipertahankan 4 °C dengan cara pemberian es sehingga mutu udang dapat dipertahankan.

Setelah dilakukan pemotongan kepala, udang ditampung di dalam bak yang berisi air dingin dan dicuci dalam *wash tank* dengan menggunakan air dingin dengan penambahan klorin 20 ppm. Udang yang sudah dicuci dimasukkan kedalam keranjang untuk dilakukan penimbangan. Penimbangan dilakukan

untuk mengetahui berat udang yang dihasilkan, untuk menentukan bayaran karyawan borongan dan hasil rendemen bentuk *head on* ke *headless*.

Hasil akhir untuk penyusutan udang berbeda, tergantung dari jenis udang. Masing-masing hasil penyusutan dan rendemen dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase penyusutan dan hasil akhir udang yang diproses

Jenis udang	Penyusutan	Hasil akhir
Udang *Tiger*	30-36 %	65-70 %
Udang *White*	29-30 %	70-71 %
Udang *Pink*	31-33 %	67-69 %
Udang *Flower*	29-33 %	70-71 %

Sumber: PT Lola Mina (2009)

3) Sortasi

Sortasi merupakan suatu cara pemisahan udang berdasarkan ukuran. Proses sortasi dilakukan dengan menggunakan mesin sortasi dan secara manual.

Proses sortasi dengan mesin dilakukan dengan cara mengatur *control panel* untuk menentukan ukuran yang akan dihasilkan. Dari hasil tersebut akan mendapatkan 4 jenis ukuran secara otomatis, dimulai dari ukuran terbesar selanjutnya merupakan *size* turunan dari yang pertama. Misalnya *size* pertama 13, maka turunannya size 16, 21 dan 26. sortasi mesin ini hanya akan menyeleksi *size*nya saja, sedangkan sortasi manual dilakukan untuk memperkecil kesalahan pada proses selanjutnya.

Selama proses sortasi berlangsung, rantai dingin harus selalu diperhatikan dengan pemberian es dan suhu dipertahankan 5 °C baik dengan mesin maupun secara manual.

4) Seleksi

Proses seleksi dilakukan untuk memisahkan udang berdasarkan mutu dan warna. Dalam proses seleksi ini, udang yang telah disortir dipisahkan sesuai mutu masing-masing sedangkan warna dipisahkan agar hasil yang didapat

terlihat rapi dan seragam. Selama proses seleksi, udang yang telah dipisahkan ditampung dalam bak yang berisi air dingin bersuhu 5 °C.

Apabila hasil yang diperoleh masuk sesuai standar, maka hasil seleksi siap dibongkar untuk ditimbang secara global. Standar mutu udang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Mutu udang dan ciri-ciri berdasarkan hasil koreksi

Grade	Fisik	Bau	Daging
First 1st	Fisik udang utuh (tidak cacat) Warna cerah, bening, bercahaya asli sesuai jenis Antara ruas kulit masih utuh Tidak terdapat bercak/noda hitam (*black spot*) Tidak terjadi perubahan warna	Bau segar spesifik sesuai jenis	Elastis Warna daging bening Bercahaya segar Rasanya manis
Second 2nd	Fisik udang utuh Warna redup, kurangbening Antara ruas agak meregang Kulit mulai lepas dari daging	Bau segar spesifik menjadi netral	Tidak elastis Warna agak pudar Bau netral Rasanya agak tawar
Below standard	Terjadi perubahan warna (merah) Banyak noda hitam Bantuk tidak utuh (cacat) Kulit terlepas dari daging	Bau busuk,amoniak	Lunak Bau busuk jelas sekali Rasa sepet

Sumber: Bagian produksi PT Lola Mina (2009)

5) Penimbangan global

Udang yang telah disortir dan diseleksi, ditempatkan pada keranjang, dipisahkan berdasarkan *size*, mutu dan warna masing-masing jenis udang (partai) yang ada, tujuannya untuk mempermudah dalam proses kalkulasi dan mengetahui rendemen yang dihasilkan.

Setelah proses penimbangan, udang dicuci dengan air dingin dengan penambahan klorin sebanyak 10 ppm, agar kotoran dan lendir yang ada hilang.

Penimbangan dilakukan untuk menentukan berat udang yang akan disusun pada tiap pan pembeku. Penimbangan pan dilakukan dengan cara menimbang

udang menggunakan tanggok (keranjang kecil) seberat 2 kg dengan berat bersih 1,8 kg (4 lb) menggunakan timbangan. Udang yang sudah ditimbang, kemudian diberi label yang menunjukkan, jenis udang, mutu dan ukuran. Pemberian label dilakukan oleh seorang *tally* dengan pencatatan udang di dalam buku yang sudah tersedia.

6) Penyusunan udang

Proses penyusunan udang dilakukan dalam *long* pan, tiap *long* pan terdiri dari tiga *inner pan*. Sebelum disusun, udang dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan air dingin, dengan penambahan klorin 5 ppm.

7) Penambahan air dingin

Sebelum dimasukkan ke CPF, udang yang telah disusun dilakukan *precooling* yaitu pemberian air dingin yang berfungsi sebagai media pembeku. Air yang digunakan adalah air PAM dengan suhu 2 °C sampai 5 °C, kemudian pan diangkut dengan menggunakan lori ke tempat pembekuan.

8) Pembekuan

Proses pembekuan dilakukan dengan menggunakan *contact plate freezer* (CPF) pada suhu -30 ^{o}C. *Contact plate freezer* yang biasa digunakan oleh PT Lola Mina sebanyak 6 unit, terdiri dari 3 CPF besar dengan kapasitas 120 *long pan*/unit, 2 CPF kecil dengan kapasitas 80 *long pan*/unit dan I unit CPF sedang dengan kapasitas 96 *long* pan. Waktu untuk pembekuan CPF besar adalah 2 jam 45 menit, CPF sedang 2 jam 30 menit, sedangkan CPF kecil 3 jam 45 menit.

9) *Glazing*

Glazing produk udang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya dehidrasi pada produk selama penyimpanan, sehingga tidak menimbulkan perubahan warna udang yang tidak baik. *Glazing* dilakukan dengan pencelupan blok udang ke dalam air dingin selama 3-5 detik dengan suhu 0 °C sampai 5 °C.

10) *Metal detector*

Penggunaan *metal detector* bertujuan untuk mendeteksi adanya logam ataupun benda asing lainnya yang terdapat pada produk. Cara penggunaan mesin

ini yaitu dengan melewatkan blok udang pada lubang deteksi melalui *conveyor*, jika pada produk terdapat logam/benda asing, maka secara otomatis *conveyor* akan berhenti ditandai dengan bunyi alarm.

11) Pengemasan

Bahan pengemas yang digunakan oleh PT Lola Mina terdiri dari plastik. *Polyethilene*, *inner carton* dan *master carton*. Merk yang digunakan bermacam-macam seperti *Maxim*a, *Lola Brand*, *New Darma*, *Dolphin*. Dalam tiap kemasan *inner carton* dicantumkan:

a. Nama produk
b. Ukuran produk
c. Berat bersih produk
d. Nama perusahaan
e. Kode produksi
f. Mutu dan kualitas
g. Tanggal produksi

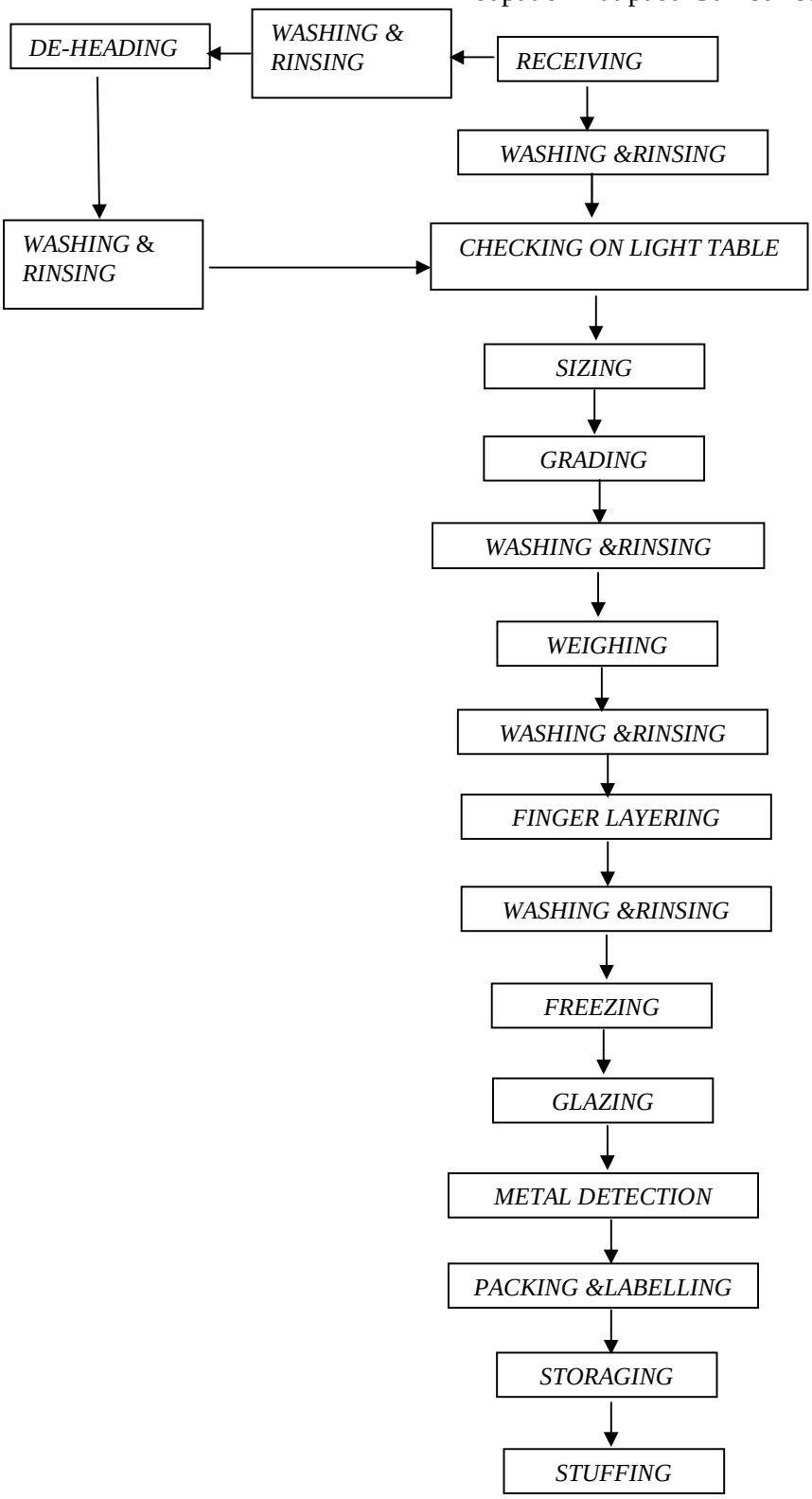
Proses pengemasan dilakukan dengan cara memasukkan blok udang ke dalam plastik *polyethilene* sebelum dilewatkan pada *metal detector*. Selanjutnya blok udang dikemas dalam *inner carton*, dan untuk terakhir kali *inner carton* dikemas ke dalam master carton harus sesuai dengan label tertera. Dalam tiap master carton berisi 6 *inner carton*. Tujuan dari pengemasan ini adalah untuk melindungi produk dari pengaruh langsung ataupun tidak langsung yang menyebabkan kontaminasi ataupun sebagai daya tarik konsumen.

12) Penyimpanan

Produk yang telah dikemas dalam *master carton* disimpan dalam *cold storage* pada suhu -20 °C sampai -28 °C. Produk disimpan dan ditata dengan rapi di atas plat yng berisi rongga, sehingga tidak menghambat sirkulasi udara atau udara dingin dapat menyebar secara rata.

Penyimpanan produk pada PT Lola Mina menggunakan sistem *first in first out* (FIFO), yaitu apabila ada produk yang sudah disimpan terlebih dahulu dalam *cold storage* maka pada waktu akan diekspor harus dikeluarkan/ diekspor

terlebih dahulu. Diagram alir proses pembekuan udang produk blok *headless* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 .Tahapan proses pembuatan udang blok mentah beku tanpa kepala (*headless block frozen*) jenis P.*monodon* di PT Lola Mina yang menjadi kajian evaluasi.

5.2 Pengendalian Mutu

5.2.1 Karakteristik bahan baku

Kondisi udang yang datang diperiksa jenis udang, ukuran (size) udang, jumlah udang dan mutu udang yang dikirim sesuai pesanan atau tidak. Hal-hal yang diperiksa antara lain :

1) Jenis udang, jenis udang yang diterima diperiksa kesesuaiannya dengn pesananan perusahaan, kali ini jenis udang yang dipakai adalah *Penaeus monodon*.
2) Ukuran (size) udang, ukuran udang yang dimaksud adalah banyaknya udang dalam 1 lb (pound). Umumnya size yang digunakan 13, 16, 21 dan 26.
3) Jumlah udang, PT Lola Mina tidak membatasi penerimaan jumlah udang, karena perusahaan tersebut umumnya banyak menerima udang dari pembudidaya (nelayan) kecil, dan membeli sesuai dengan harga yang telah disepakati.
4) Mutu udang, standar mutu bahan baku PT Lola mina sesuai dengan RSNI 01-2705-2005 (BSN 2007) seperti pada Tabel 7.

5.2.2 Pengukuran tingkat kecacatan

Pengukuran tingkat kecacatan merupakan mengukur tingkat kecacatan yang menyebabkan produk ditolak (*defect*) serta mencari akar penyebab tingkat kecacatan tersebut. Pada penelitian ini pengukuran tingkat kecacatan meliputi penentuan karakteristik mutu, penentuan kriteria kecacatan, karakteristik kualitas dan standar penerimaan.

5.2.2.1 Karakteristik mutu

Karakteristik mutu adalah hal-hal yang perlu diperhatikan pada hasil akhir dan dibandingkan dengan standarnya perusahaan (sesuai dengan keinginan pelanggan). Cara pengamatannya adalah dengan pengamatan langsung di lapangan. Karakteristik

mutu bahan baku dan produk jadi yang digunakan pada perusahaan dapat dilihat seperti pada Tabel 9.

5.2.2.2 Kriteria kecacatan

Penentuan kriteria kecacatan ini dilakukan untuk menghindarkan keraguan dalam mengklasifikasikan produk menjadi produk baik dan produk cacat. Penentuan kecacatan dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan. Adapun kriteria kecacatan pada bahan baku dapat dilihat pada Tabel 10 dan kriteria kecacatan pada udang blok *headless* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 9. Karakteristik mutu

No	Nama produk	Karakteristik mutu	Keterangan
1	Bahan baku	• Jenis • Ukuran /*size* • Mutu	• *Penaeus monodon* • 13, 16,21, dan 26 • sesuai dengan RSNI 01-2705-2005 (bahan baku harus bersih, bebas dari setiap bau yang menandakan pembusukan, bebas dari tanda pemalsuan, bebas dari sifat-sifat alami yang dapat menurunkan mutu serta tidak membahayakan kesehatan, suhu dari bahan baku tersebut harus selalu dipertahankan anatara 0 °C sampai 4 °C).
2	Produk jadi	• suhu pusat • berat produk	• (-18 – (-20)) °C • 1814 gram – 1872 gram (target 1836 gram)

Sumber : PT Lola Mina

Tabel 10. Kriteria kecacatan bahan baku

No	Jenis kecacatan	Kriteria kecacatan
1	Warna	Warna tidak seperti warna spesifik udang, kurang bening
2	Ruas badan	Antara ruas tidak kokoh, ada rongga
3	Kulit	Kulit udang banyak yang mengelupas dan mudah beku
4	Noda	Ada bercak hitam pada bagian daging, kulit dan daun ekor
5	Bentuk	Ada kaki renang yang hilang
6	Penyusutan	Rendemen daging udang tidak mencapai 65-70 % dari berat total yang diproduksi pada hari itu

Sumber : PT Lola Mina

Tabel 11. Kriteria kecacatan produk udang blok *headless*

No	Jenis kecacatan	Kriteria kecacatan
1	Berat produk per kemasan	Berat yang tidak sesuai spesifikasi, bila berlebihan maka akan merugikan perusahaan dan bila kurang dari berat spesifikasi maka akan terjadi penipuan konsumen (*economic fraud*)
2	Berat total produk jadi (rendemen)	Penyusutan yang melebihi target 65-70 %

Sumber : PT Lola Mina

5.2.2.3 Karakteristik kualitas dan standar penerimaan

Dalam menetukan tingkat kecacatan harus memperhatikan karakteristik kualitas produk dan harus mempunyai standar penerimaan produk. Standar baku dalam menetukan produk cacat atau tidak dan seberapa jauh kecacatan tersebut dapat diterima atau tidak diterima meruypakan suatu faktor yang penting.

Pembuatan standar tersebut harus mudah dimengerti dan diaplikasikan oleh operator sehingga pembuatannya harus mengerti situasi dan kondisi ruang produksi. Karakteristik kualitas dan standar penerimaan produk udang blok headless dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Karakteristik kualitas dan standar penerimaan produk

No	Karakteristik kualitas	Standar penerimaan
1	Warna	Warna sesuai dengan warna spesifik jenis (spesies)

2	Antara ruas	Kondisi antara ruas kokoh
3	Noda hitam	Tidak ada noda hitam pada daging, ekor dan kulit
4	Anggota tubuh	Anggota tubuh lengkap
5	Berat total produk jadi	Berta total produk jadi tidak melebihi penyusutan 65-70 %
6	Berat total produk per kemasan	Sesuai dengan ekspektasi pelanggan yaitu 1800 gram atau 4 lb dengan absistensi air 2,7 % (± 50 gram)

Sumber : PT Lola Mina

5.2.2.4 Jenis dan penyebab kecacatan pada udang

Setelah mengetahui kriteria kecacatan baik pada bahan baku maupun produk jadi, maka langkah selanjutnya adalah mencari penyebab dari masing-masing kecacatan tersebut dengan menggunakan diagram sebab akibat. Berikut ini adalah macam-macam jenis kecacatan pada udang sebelum dan sesudah pembekuan.

Tabel 13. Jenis dan penyebab kecacatan pada udang

No	Jenis kecacatan	Penyebab kecacatan
1	Warna yang pudar	Oksidasi Naiknya suhu (> 4°C)
2	Antara ruas yang regang	Aktivitas fisik Aktivitas enzim
3	Noda hitam	Naiknya suhu (> 4 °C) Penguraian protein Aktivitas tyrosinase yang menghasilkan melanosis pada tubuh udang Oksidasi
4	Anggota tubuh tidak lengkap	Aktivitas fisik (kondisi udang yang terinjak-injak, terlempar dan tersimpan dengan bongkahan es yang besar)
5	Penyusutan berat total produk jadi	Pemotongan kepala yang kurang benar oleh karyawan potong kepala Penimbangan yang kurang benar Timbangan yang bekerja tidak baik
6	Berat total produk per kemasan (4 lb)	Timbangan bekerja tidak baik Metode penimbangan kurang benar Pemberian absistensi air yang kurang baik

5.2.3 Proses dan aktivitas kritis

Proses dan aktivitas kritis adalah suatu proses yang dapat mempengruhi hasil produksi, sehingga diperlukan perhatian yang lebih pada aktivitas kritis. Pada kenyataannya di ruang produksi semua aktivitas memerlukan perhatian yang besar, karena semua proses mempengaruhi hasil produksi. Dasar dari proses produksi dan aktivitas produksi tersebut adalah tingkat kecacatan yang besar dari masing-masing proses produksi:

1) Proses penerimaan bahan baku

Proses penerimaan bahan baku merupakan proses penting dalam penentuan kualitas udang yang akan diproses. Penentuan kualitas dibagi dalam *first grade*, *second grade*, dan *below standard*. Kali ini hanya akan dibahas mengenai karakteristik udang kualitas *first grade*. Pada penerimaan bahan baku tidak boleh ada warna udang yang redup (sebaiknya bening spesifik jenis udang), anggota tubuh harus lengkap, tidak boleh ada noda hitam dan kulit antara ruas kokoh. Cacat atau *defect* pada penerimaan bahan baku di perusahaan, ditandai oleh suatu keadaan atau kondisi yang tidak normal pada tubuh udang, dimana ketidaknormalan ini biasanya dinilai dari kondisi fisik yang terlihat langsung secara kasat mata, seperti ekor geripis, kaki renang hilang, luka, ekor sumbing dan perubahan warna (tidak sesuai dengan warna spesifik jenis (spesies). Maksimal *defect* pada penerimaan bahan baku adalah sebesar 25 %.

2) Proses pemotongan kepala

Pemotongan kepala dilakukan dengan cara memotong bagian kepala dengan tangan melalui dua kali penarikan dan udang pada posisi horizontal, kemudian diputar 45 ^{O} kearah bawah selanjutnya mencabut kepala secara tepat dan hati-hati. Hal ini dimaksudkan agar udang tidak rusak, sehingga daging dibawah kepala tidak ikut tercabut dan menghasilkan hasil yang bagus. Hasil akhir penyusutan yang diharapkan pada udang *Penaeus monodon* 65-70 %.

3) Proses penimbangan produk

Penimbangan produk diharapkan sesuai dengan ekspektasi pelanggan yaitu 1800 gram (4 lb) dengan kelebihan air 2,70 % (± 50 gram), Penimbangan dilakukan untuk menentukan berat udang yang akan disusun pada tiap pan pembeku.

Penimbangan pan dilakukan dengan cara menimbang udang dengan tanggok (keranjang kecil) seberat 2 kg dengan berat bersih 1,8 kg (4 lb) dengan menggunakan timbangan. Berdasarkan manual HACCP yang menjadi panduan bagi perusahaan dalam menerapkan program HACCP, tahapan proses yang tergolong kedalam kategori bahaya penipuan ekonomi (*economic fraud*) adalah pada tahapan koreksi akhir (*final corection*) dengan bahaya potensial salah timbang akibat kesalahan manusia atau rusaknya (*malfunction*) timbangan, sehingga pada akhirnya akan mengakibatkan berat tidak sesuai dengan spesifikasi pembeli.

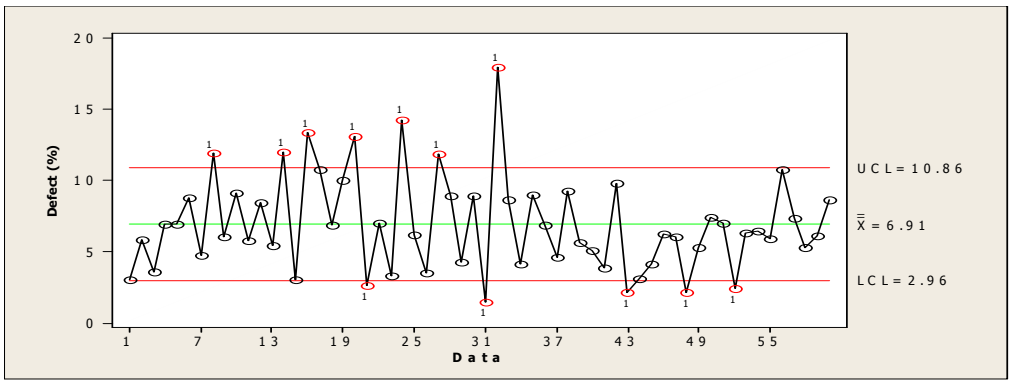
4) Proses pembekuan

Proses pembekuan dilakukan dengan menggunakan *contact plate freezer* (CPF) pada suhu -30 ^{o}C. *Contact plate freezer* yang biasa digunakan oleh PT Lola Mina sebanyak 6 buah, terdiri dari 3 CPF besar dengan kapasitas 120 *long pan*/unit, 2 CPF kecil dengan kapasitas 80 *long pan*/unit dan I CPF sedang dengan kapasitas 96 *long* pan. Waktu untuk pembekuan CPF besar adalah 2 jam 45 menit, CPF sedang 2 jam 30 menit, sedangkan CPF kecil 3 jam 45 menit. Pada tahapan ini diharapkan suhu pusat produk (-18 ℃) sampai (-24 ℃). Apabila kurang dari suhu (-18 ℃) maka akan mengalami kemunduran mutu.

5.2.4 Analisis pengendalian mutu

5.2.4.1 Penerimaan bahan baku

1) Peta kendali



Gambar 9. Peta kendali jumlah cacat (*total defect*) penerimaan bahan baku

Berdasarkan peta kendali pada Gambar 9 nilai rata-rata proses sebesar 6,91 % dan nilai UCL (batas kontrol atas) sebesar 10,86 %, berada dibawah nilai batas spesifikasi atas (USL) sebesar 25 % ($\bar{x}$ < USL). Terlihat juga bahwa nilai rata-rata proses berada di bawah nilai batas kontrol atas ($\bar{x}$ < UCL). Secara umum dapat dilihat bahwa kondisi bahan baku masih sesuai dengan kondisi bahan baku yang diharapkan perusahaan. Ada 12 titik sampel bahan baku berada diluar batas kontrol atas (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL), tetapi masih berada dibawah kendali batas spesifikasi atas dan batas spesifikasi bawah. Hal ini sebagai indikasi awal yang menunjukkan bahwa kondisi proses perlu diwaspadai karena keluar dari kendali dan dapat dijadikan sebagai dasar keputusan untuk peringatan bahwa proses harus segera dievaluasi dan dilakukan tindakan pencegahan (Gaspersz 2002), karena jika tidak dilakukan akan muncul kemungkinan ada beberapa bahan baku gagal memenuhi cacat maksimal 25 % menurut standar mutu di perusahaan. Produk gagal bila ada titik yang diluar batas spesifikasi atas dan atau batas spesifikasi bawah (Gaspersz 2007).

2) Kapabilitas proses

Indeks kapabilitas proses yang digunakan dalam menganalisis proses penerimaan bahan baku adalah indeks kapabilitas proses C_{pm} karena tidak mengharuskan adanya distribusi normal dan persyaratan adanya batas USL dan atau LSL (Hidayat 2007). Deskripsi data statistik yang dapat menggambarkan beberapa karakteristik produksi pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Statistika deskriptif pada pemeriksaan cacat/*defect* penerimaan bahan baku

No	Statistika deskriptif	Nilai
1	Jumlah data	60
2	Rata-rata	6,91 %
3	Standar deviasi	3,38 %
4	Nilai minimum	1,19 %
5	Nilai maksimum	17,94 %
6	Median	1,47 %

Tabel 15. Evaluasi karakteristik mutu pada pemeriksaan jumlah cacat penerimaan bahan baku

No	Keterangan	Nilai
1	Nilai batas spesifikasi atas total *defect* (*upper spesific limit*- USL)	25 %
2	Rata-rata proses ($\bar{x}$)	6,91 %
3	Standar deviasi proses (S)	3,38 %
4	Standar deviasi maksimum proses (S_{max})	2,63 %
5	Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*- UCL)	10,86 %
6	Nilai batas kontrol bawah (lower *control limit*- LCL)	2,96%
7	Target/ nilai batas spesifikasi bawah total *defect* (*lower spesific limit*-LSL)	0,00%
8	Indeks kapabilitas Proses (C_{pm})	3,58
9	DPMO	0.04
10	Kapabiitas proses	6,87-sigma

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa rata-rata proses untuk jumlah cacat pada udang sebesar 6,91 % dan nilai batas kontrol atas (UCL) sebesar 10,86 %, dan nilai rata-rata jumlah cacat pada proses pembekuan berada dibawah nilai batas spesifikasi atas (USL) yaitu 25 % ($\bar{x}$ < USL). Secara umum, dapat dilihat bahwa kondisi aktual proses produksi untuk menghasilkan produk dengan jumlah cacat maksimal 25 %, masih sesuai dengan kondisi proses yang diharapkan pada standar karakteristik mutu perusahaan. Sehingga analisis terhadap kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses telah mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan.

Selain itu pada Tabel 15 bisa dilihat bahwa nilai standar deviasi proses sebesar 3,38 % telah melebihi nilai batas toleransi standar deviasi maksimum (S_{maks}) sebesar 2,63 %. Hal ini berarti bahwa variasi nilai jumlah cacat terhadap nilai rata-ratanya telah melewati batas maksimal variasi nilai standar jumlah cacat terhadap nilai rata-ratanya dan perusahaan harus secara serius melakukan reduksi terhadap nilai variasi proses yang telah terjadi. Penurunan variasi proses dapat dilakukan dengan memperhatikan metode yang digunakan ketika panen,

transportasi pengolahan, kondisi lingkungan kerja, kualitas air dan es, kondisi tenaga kerja dan operator, kualitas alat yang digunakan, dan atau faktor lainnya.

Kapabilitas proses C_{pm} sebesar 3,58 ($C_{pm} \geq 2,0$), dapat diartikan bahwa kondisi bahan baku sangat baik. Hal ini ditunjukkan juga oleh nilai DPMO proses (*defect per million opportunities*) peluang kegagalan per satu juta kali kesempatan) sebesar 0,04 yang berarti tiap satu juta kali kesempatan produksi diperkirakan akan terdapat 0,04 kemungkinan bahwa proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi target *total defect* (*spesific limit*) sebesar 25 %. Nilai C_{pm} 3,58 menunjukkan bahwa bahan baku yang diterima dari *supplier* (pemasok) sudah sangat baik dan mampu memenuhi sesuai dengan ekspektasi perusahaan, kapabilitas proses pemasok sudah berjalan dalam 6,87-sigma (penghitungan sigma berdasarkan konversi pada lampiran 8 (Gaspersz 2007)).

3) Diagram sebab-akibat

Agar dapat mempermudah usaha perbaikan kualitas pada produk, maka digunakan diagram ishikawa (sebab akibat) untuk mengetahui lebih lanjut mengapa cacat tersebut dapat menyebabkan cacat yang besar pada proses penerimaan bahan baku.

Jenis cacat dan faktor penyebab cacat yang terjadi pada proses penerimaan bahan baku adalah :

a) Warna pudar tidak sesuai spesifik spesies

Faktor penyebab cacat pada proses penerimaan :

a. Material

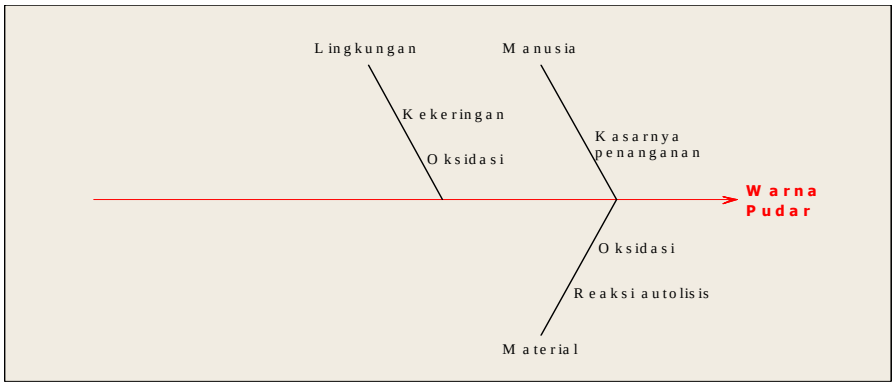
Pada bahan baku yang warnanya pudar atau tidak sesuai dengan warna spesifik jenis, maka menunjukkan kualitas udang yang tidak baik. Warna pudar pada tubuh udang disebabkan terjadinya reaksi autolisis daging serta pigmen dan lemak yang teroksidasi (Moeljanto 1992). Reaksi autolisis daging disebabkan oleh perubahan enzim. Pigmen dan lemak udang yang terkena oksigen dari udara bereaksi membentuk reaksi kimia dengan prekursorv enzim (dalam tubuh udang) membentuk perubahan warna, yaitu warna yang memerah (Goncalves dan Junior 2009).

b. Manusia

Perubahan warna disebabkan oleh kasarnya penanganan. Penanganan yang kasar penyusunan udang yang terlalu tinggi sehingga ada udang yang terhimpit dan menyebabkan memar pada tubuh udang. Oleh sebab itu mempercepat terjadinya reaksi autolisis (Moeljanto 1992).

c. Lingkungan

Oksidasi pigmen mempercepat perubahan warna, setelah udang mengalami autolisis (Moeljanto 1992). Adapun oksidasi disebabkan oleh tubuh daging (asam lemak) terpapar oleh oksigen dari udara. Suhu yang panas mempercepat reaksi enzim dan aktifitas bakteriologis. Kemunduran mutu akibat oksidasi ditandai dengan adanya warna kemerahan. Oksigen menjadi prekursor terjadinya oksidasi.



Gambar 10. Diagram sebab akibat warna pudar proses penerimaan bahan baku.

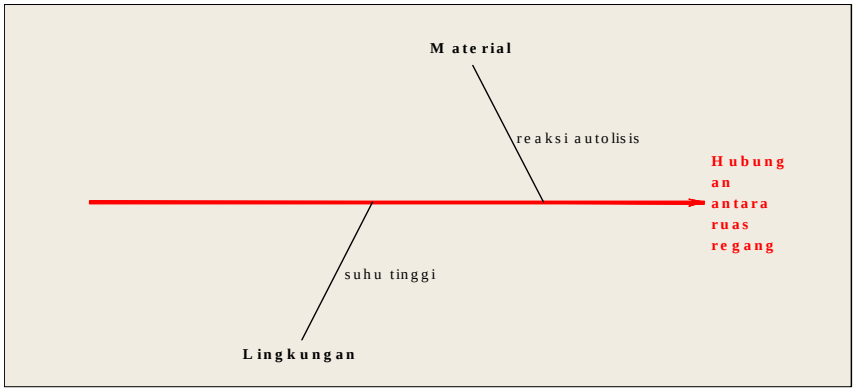
b) Hubungan antara ruas regang

a. Material

Hubungan antara ruas regang pada udang menunjukkan kemunduran mutu udang yang disebabkan oleh reaksi autolisis. Reaksi autolisis diprekursori oleh aktifitas enzim. Aktifitas enzim menghasilkan H_2S yang menyebabkan hubungan antara ruas regang yaitu aktifnya enzim katepsin (Moeljanto 1992).

b. Lingkungan

Suhu tinggi dapat menyebabkan dan mempercepat reaksi autolisis karena suhu tinggi mempercepat terjadinya reaksi enzimatis (Goncalves dan Junior 2009). Bakteri merupakan prekursor hubungan antara ruas regang, terjadi setelah reaksi autolisis.



Gambar 11. Diagram sebab akibat hubungan antara ruas regang pada penerimaan bahan baku

c) Noda hitam

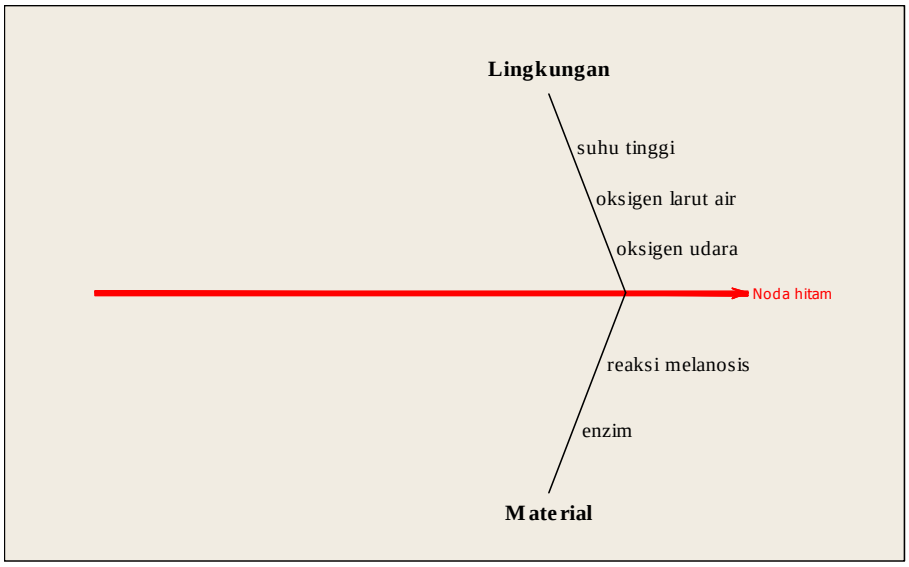
a. Material

Adanya noda hitam / *black spot* pada kepala, ruas-ruas dan ekor udang (bila tidak warna spesifik jenis udang) menunjukkan kemunduran mutu udang. Penyebabnya adalah enzim dalam udang yang melalui rangkaian reaksi yang disebut melanosis (Ilyas 1993). Timbulnya bercak-bercak hitam (*black spot*), atau garis-garis hitam pada bagian dalam terutama kulit ruas udang disebabkan oleh aktivitas enzim tyrosin (tyrosinase) yang bereaksi dengan satu jenis asam amino pada tubuh udang. Efek dari *black spot* ini merupakan salah satu penyebab kemerosotan mutu atau pembusukan udang (Moeljanto 1992).

b. Lingkungan

Kekeringan pada udang mempercepat terjadinya melanosis, oksigen udara dan oksigen larut dalam air mempercepat terbentuknya noda hitam serta suhu tinggi juga mempercepat reaksi tersebut. Selama proses kemunduran mutu, bakteri menerobos ke dalam daging kemudian berkembang biak

dengan cepat menguraikan komponen-komponen daging dan menghasilkan senyawa-senyawa antara lain amoniak (NH_3), karbondioksida (CO_2), trimetilamin (TMA), hidrogen belerang (H_2S) dan berbagai macam asam serta senyawa lain yang berbau busuk dan tengik (Ilyas 1993). Mayoritas bakteri laut yang membusukkan udang adalah tipe mesofilik yang tumbuh pada suhu 30ºC. Namun, beberapa diantaranya masih hidup pada suhu 7,5ºC (Ilyas 1993). Jenis bakteri *Streptococcus*, *Enterobacter* dan *Escherichia coli* ada pada saluran pencernaan dan permukaan hewan laut (ikan). Sedangkan jenis-jenis bakteri yang biasa terdapat pada udang segar adalah golongan *Achromobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Clostridium* (Moeljanto 1992).

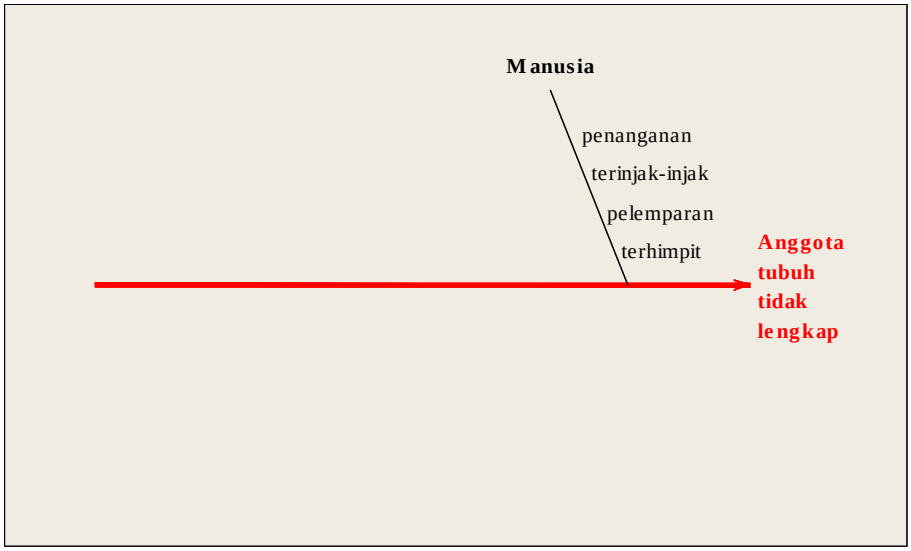


Gambar 12. Diagram sebab akibat noda hitam (*black spot*) pada proses penerimaan bahan baku

d) Anggota tubuh tidak lengkap

a. Manusia

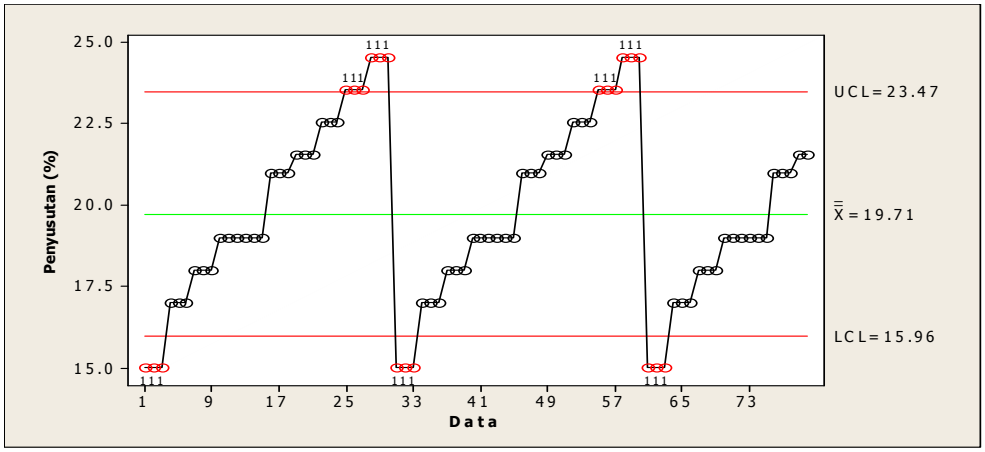
Anggota tubuh tidak lengkap disebabkan oleh penanganan kasar oleh manusia, misal pelemparan saat mengeluarkan udang dari palka, terinjak-injak dan terhimpit oleh benda atau balok atau bongkahan es yang besar.



Gambar 13. Diagram sebab akibat anggota tubuh tidak lengkap pada proses penerimaan bahan baku

5.2.4.2 Pemotongan kepala

1) Peta kendali



Gambar 14. Peta kendali penyusutan udang pada proses pemotongan kepala

Berdasarkan peta kendali pada Gambar 14 terlihat juga garis nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) berada dibawah nilai batas kontrol atas (UCL) dan batas spesifikasi atas (USL) ($\bar{x}$ < USL). Secara umum dapat dilihat bahwa kondisi proses potong kepala udang selama bulan Desember 2008 – Februari 2009 masih sesuai dengan kondisi proses yang diharapkan. Penyusutan udang terdapat berada diantara batas kontrol bawah (LCL) dan rata-rata proses ($\bar{x}$). Ada data yang berada diluar batas

kontrol dan batas spesifikasi, ksecenderungan pendekatan posisi *defect* ke arah batas kritis tersebut harus menjadi kewaspadaan bagi perusahaan sebagai indikasi awal yang menunjukkan bahwa kondisi proses perlu diwaspadai karena keluar dari kendali dan dapat dijadikan sebagai dasar keputusan untuk memberi peringatan bahwa proses harus segera dievaluasi dan dilakukan tindakan pencegahan, karena jika tidak dilakukan akan muncul kemungkinan ada limbah yang lebih dari 35 % pada saat pemotongan kepala.

2) Kapabilitas proses

Indeks kapabilitas proses yang digunakan untuk menghitung kapabilitas proses pemotongan kepala adalah indeks kapabilitas C_{pm}, karena memiliki dua batas spesifikasi yaitu USL 35 % dan LSL 0% dan sebaran tidak harus berdistribusi normal (Hidayat 2007).

Tabel 16. Statistik deskriptif data penyusutan udang pada proses pemotongan kepala

No	Statistika deskriptif	Nilai
1	Total data	80
2	Rata-rata ($\bar{x}$)	19,71 %
3	Standar deviasi	2,80 %
4	Median	19,01 %
5	Nilai minimum	15,10 %
6	Nilai maksimum	24,50 %

Tabel 16 dapat dilihat yaitu data penyusutan bahan baku saat pemotongan kepala, memiliki nilai rata-rata ($\bar{x}$) sebesar 19,71 % dan nilai batas kontrol atas (UCL) sebesar 23,47 %, berada dibawah nilai batas spesifikasi atas (USL) sebesar 35 % ($\bar{x}$ < USL).

Tabel 17 terdapat nilai standar deviasi proses sebesar 2,80 % melebihi standar deviasi maksimum 2,51%. Hal ini berarti bahwa variasi nilai jumlah cacat terhadap nilai rata-ratanya telah melewati batas maksimal variasi nilai standar rendemen pemotongan kepala terhadap nilai rata-ratanya dan perusahaan harus secara serius melakukan reduksi terhadap nilai variasi proses yang telah terjadi.

Tabel 17. Evaluasi standar karakteristik mutu pada penyusutan bahan baku saat pemotongan kepala

No	Keterangan	Nilai
1	Nilai batas spesifikasi atas penyusutan udang (*upper spesific limit*- USL)	35 %
2	Nilai batas spesifikasi bawah penysutan udang (*lower spesific limit*- LSL)	30 %
2	Rata-rata proses ($\bar{x}$)	19,71 %
3	Standar deviasi proses (S)	2,80 %
4	Standar deviasi maksimum proses (S_{max})	2,51 %
5	Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*- UCL)	23,47 %
6	Nilai batas kontrol bawah (lower *control limit*- LCL)	15,96 %
8	Kapabilitas Proses (C_{pm})	3,63
9	DPMO	0,03
10	Kapablitas proses	6,95-sigma

Pemeriksaan terhadap kemampuan dan stabilitas proses untuk menghasilkan produk rendemen daging udang sebesar 65-70 % (PT Lola Mina) dapat dilihat pada Tabel 17. Nilai kapabilitas proses sebesar 3,63 yang berarti bahwa keadaan proses industri dalam pemotongan kepala berada dalam keadaan stabil dan mampu artinya proses mampu menghasilkan produk dengan efisiensi yang tinggi dan menguntungkan perusahaan. Nilai C_{pm} 3,63 berarti perusahaan pada proses pemotongan kepala sudah bergerak pada mampu bergerak mencapai 6-sigma (6,95-sigma) (Gaspersz 2007). Nilai kapabilitas proses sebesar 3,63 ($C_{pm} \geq 2$), menurut Gaspersz (2002) kondisi proses yang menunjukkan bahwa situasi proses berada dalam keadaan sangat baik, berpeluang besar menghasilkan penyusutan rendemen udang yang memenuhi ekspektasi perusahaan. Nilai DPMO sebesar 0,03, sudah sangat baik karena dalam kesempatan proses 1 juta kali terdapat peluang kegagalan (*loss*) sebesar 0,03 dari standar rendemen udang hasil pemotongan kepala (< 65 %) (Gaspersz 2007). *Loss* pada pemotongan kepala adalah penyusutan yang tidak lebih dari 35 % sehingga menghasilkan rendemen udang tanpa kepala sebesar 65-70 % dari total bahan baku udang yang diproses.

3) Diagram sebab akibat

Jenis cacat dan faktor penyebab cacat yang terjadi pada proses pemotongan kepala :

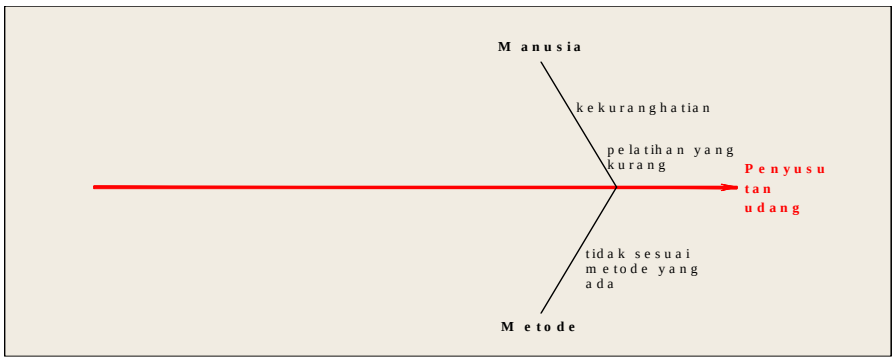
1) Penyusutan yang berlebihan atau melebihi 65-70 % dari total bahan baku yang diproses.

   a. Manusia

      Pemotongan kepala di perusahaan dilakukan secara manual sehingga peluang terjadi kesalahan besar, misal pengambilan genjer dari kulit udang yang seharusnya tidak terambil. Hal demikian dapat menyebabkan rendemen udang berkurang dan perusahaan mengalami kerugian.

   b. Metode

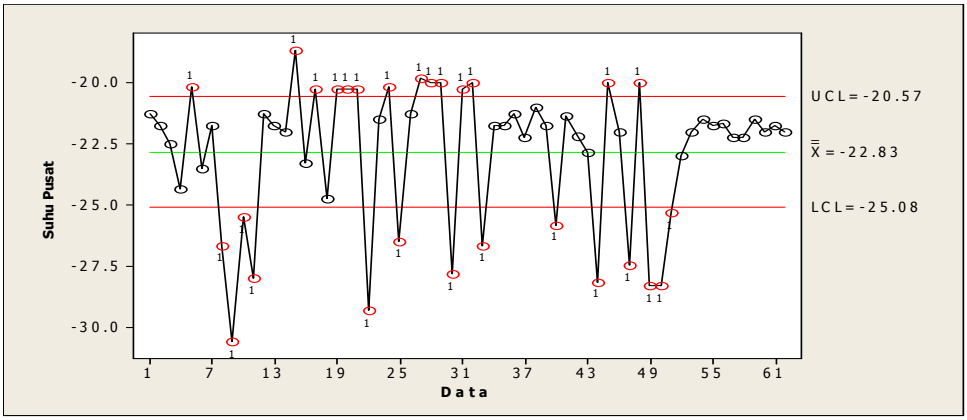
      Metode yang digunakan karyawan dalam pemotongan kepala tidak sesuai dengan prosedur yang ada. Prosedur pemotongan kepala udang adalah memotong bagian kepala dengan tangan melalui dua kali penarikan dan udang pada posisi horizontal, kemudian diputar 45 ^{O} kearah bawah selanjutnya mencabut kepala secara tepat dan hati-hati. Hal ini dimaksudkan agar udang tidak rusak, sehingga daging dibawah kepala tidak ikut tercabut dan menghasilkan hasil yang bagus.



Gambar 15. Diagram sebab akibat penyusutan pada proses pemotongan kepala.

5.2.4.3 Pembekuan udang

1) Peta kendali



Gambar 16. Peta kendali suhu pusat udang setelah pembekuan

Berdasarkan peta kendali pada Gambar 16 nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) berada dibawah nilai batas kontrol atas (UCL). Secara umum dapat dilihat bahwa kondisi proses pembekuan udang selama bulan Desember 2008 – Februari 2009 dalam keadaan terkendali (Iriawan dan Astuti 2006). Titik sampel yang berada diluar LCL dan UCL, hal ini dapat diartikan bahwa adanya kecenderungan pendekatan posisi suhu pusat kearah batas kritis (spesifikasi USL dan LSL) tersebut harus menjadi kewaspadaan bagi perusahaan sebagai indikasi awal yang menunjukkan bahwa kondisi proses perlu diwaspadai karena keluar dari kendali dan dapat dijadikan sebagai dasar keputusan untuk memberi peringatan bahwa sistem dan proses harus dievaluasi dan dilakukan tindakan pencegahan, karena jika tidak dilakukan akan muncul kemungkinan ada beberapa produk gagal tidak memenuhi spesifikasi sebesar -18 °C.

2) Kapabilitas proses

Indeks kapabilitas proses yang digunakan untuk menghitung kapabilitas proses pemotongan kepala adalah indeks kapabilitas C_{pm}, karena memiliki dua batas spesifikasi yaitu USL -18 °C dan sebaran tidak harus berdistribusi normal (Hidayat 2007). Data-data yang dideskripsikan pada Tabel 18 merupakan gambaran proses pembekuan udang blok beku selama Desember 2008 – Februari 2009 yang diperoleh dari hasil pemantauan setelah dilakukan proses pembekuan.

Tabel 18. Statistika deskriptif pemeriksaan suhu pusat udang

No	Statistika deskriptif	Data
1	Total data	62
2	Rata-rata ($\bar{x}$)	-22,83 °C
3	Standar deviasi	2,82 °C
4	Median	-21,75 °C
5	Nilai minimum	-30,60 °C
6	Nilai maksimum	-18,87 °C

Tabel 18 dan Tabel 19 dapat dilihat selama bulan data suhu pusat udang selama Desember 2008 sampai dengan Februari 2009 menunjukkan nilai rata-rata proses ($\bar{x}$) sebesar -22,83 ^{o}C dan nilai batas kontrol atas (UCL) -20,57 ^{o}C, berada dibawah nilai batas spesifikasi atas (USL) sebesar -18 ^{o}C ($\bar{x}$ > USL). Selain itu nilai maksimum suhu pusat sebesar -18,87 ^{o}C berada dibawah nilai batas spesifikasi atas (USL) sebesar -18 ^{o}C. hal ini menunjukkan tidak adanya produk yang gagal, suhu pusat diatas batas spesifikasi atas (USL).

Tabel 19. Evaluasi karakteristik mutu data standar karakteristik mutu terhadap pemeriksaan suhu pusat udang

No	Keterangan	Data suhu pusat
1	Nilai batas spesifikasi atas suhu pusat udang (*upper spesific limit*- USL)	-18 ^{o}C
2	Rata-rata proses ($\bar{x}$)	-22,83 ^{o}C
3	Standar deviasi proses (S)	2,83 ^{o}C
4	Standar deviasi maksimum proses (S_{max})	2,54 ^{o}C
5	Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*- UCL)	-20,57 ^{o}C
6	Nilai batas kontrol bawah (*lower control limit*- LCL)	-25,08 ^{o}C
7	Kapabilitas Proses (C_{pm})	1,13
8	DPMO	43892
10	Kapabilitas proses	3,2-sigma

Tabel 18 menyatakan bahwa pada data suhu pusat nilai standar deviasi proses sebesar 2,83 ^{o}C melebihi standar deviasi maksimum 2,54 ^{o}C. Hal ini menunjukkan bahwa data variasi nilai suhu pusat udang setelah pembekuan telah melewati batas maksimal variasi nilai standar suhu pusat udang yaitu berada dalam keadaan tidak stabil. Fluktuasi nilai suhu pusat yang cukup tinggi tersebut mengakibatkan perusahaan harus segera mereduksi variabilitas (*variability reduction*) yang terdapat dalam proses pembekuan dengan memperhatikan faktor-faktor penyebab masalah seperti manusia, mesin, metode, material dan manajemen yang dapat memungkinkan terjadinya kegagalan proses.

Kemampuan proses pembekuan agar dapat memberikan suhu pusat udang sesuai dengan yang telah ditentukan dapat diukur dengan menggunakan analisis *statistical process control* (SPC). Hasil analisis terhadap proses 1,13 ($1 \leq C_{pm} < 1,99$) , berarti proses pembekuan udang berada dalam keadaan stabil dan tidak mampu, artinya proses berada dalam keadaan tidak mampu sampai cukup mampu untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (-18 °C). Ketidakmampuan perusahaan perusahaan ditunjukkan oleh nilai DPMO (*defect per millions* opportunities) sebesar 43892 yang artinya tiap satu juta kali proses berpeluang terjadi 43892 kemungkinan kegagalan proses atau proses menghasilkan produk tidak memenuhi batas kontrol atau operasional suhu pusat udang sebesar -18 ^{o}C. Nilai C_{pm} sebesar 1,13 menunjukkan proses pembekuan berjalan pada 3,2-sigma. Proses pembekuan yang berjalan dalam 3,2-sigma (C_{pm} bernilai 1,13) menunjukkan masih belum memenuhi standar persaingan internasional yaitu 6-sigma, tetapi sudah cukup baik di persaingan nasional Negara Indonesia.

3) Diagram sebab akibat

Jenis cacat dan faktor penyebab cacat yang terjadi pada proses pembekuan udang:

1) Suhu pusat yang tidak mencapai (-18 °C).
   a. Manusia

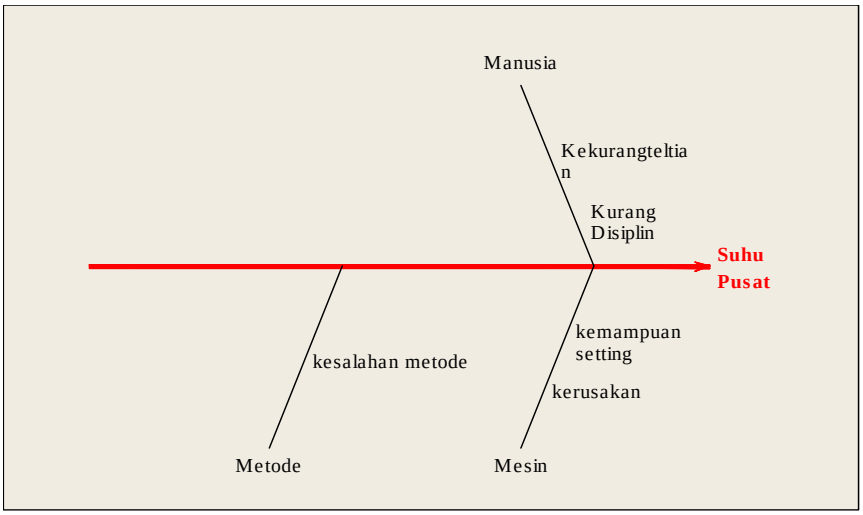
Kesalahan pencapaian suhu pusat (-18 °C) salah satunya adalah karena kesalahan operator/manusia. Misalnya mengoperasikan suhu dan lama pembekuan, operator kurang disiplin tidak melakukan pengecekan awal mesin sebelum pembekuan berlangsung.

b. Metode

Kesalahan metode pembekuan dapat mengakibatkan hasil akhir tidak seperti yang diharapkan atau produk jelek. Adaapun kesalahan metode berupa waktu *mengoperasikan* yang tidak sesuai dan lama waktu yang tidak sesuai.

c. Mesin

Kerusakan mesin yang terjadi tidak segera ditangani, akhirnya kemampuan mengoperasikan menjadi kurang tepat.



Gambar 17. Diagram sebab akibat suhu pusat tidak mencapai -18 °C pada proses pembekuan.

2) Dehidrasi

a. Manusia

Kesalahan pekerja dalam melakukan menerapkan metode *glazing* dapat mengakibatkan produk mengalami dehidrasi. Faktor-faktor yang

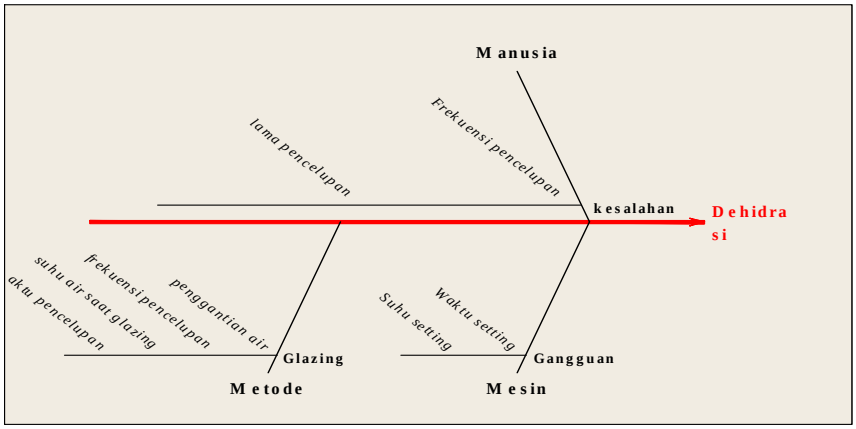
mempengaruhi produk dehidrasi adalah lama pencelupan, frekuensi pencelupan dan suhu air pencelupan (Goncalves dan Junior 2009).

b. Metode

Metode pembekuan mempengaruhi kekeringan pada produk. Pembekuan yang semakin cepat mengurangi penguapan air dari produk (Moeljanto 1992). Metode *glazing* yang kurang tepat dapat berakibat fatal pada produk. Metode *glazing* dapat berupa lama waktu pencelupan, suhu air saat *glazing*, frekuensi pencelupan dan penggantian air saat *glazing* (Goncalves and Junior 2009). Pencelupan yang terlalu lama dapat menyebabkan tebalnya permukaan es pada tubuh udang tetapi blok akan mudah patah dan lebih rapuh.

c. Mesin

Mesin yang sedang mengalami gangguan mekanisme, tidak efisien dalam merespon *setting* operator. Pengoperasian dapat berupa suhu pembekuan dan lama waktu pembekuan.



Gambar 18. Diagram sebab akibat cacat dehidrasi pada proses pembekuan

3) Blok yang patah

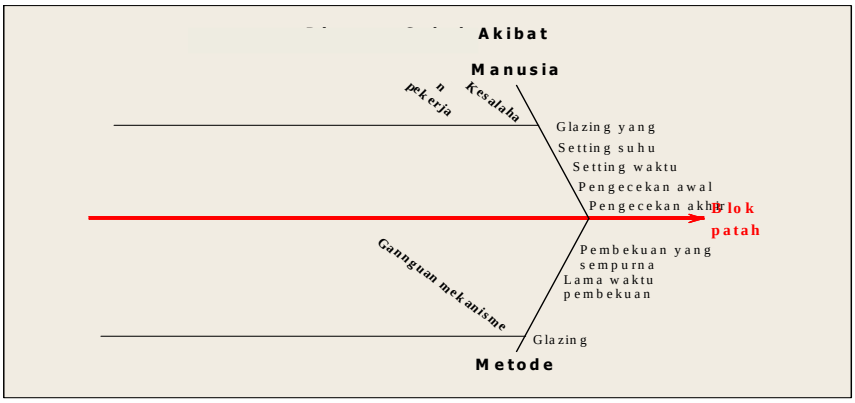
a. Metode

Metode pembekuan yang tidak sesuai dengan prosedur dapat menghasilkan produk yang tidak diharapkan. Metode yang perlu

diperhatikan untuk mencegah blok patah adalah *glazing*, lama waktu pembekuan dan pembekuan yang kurang sempurna.

b. Manusia

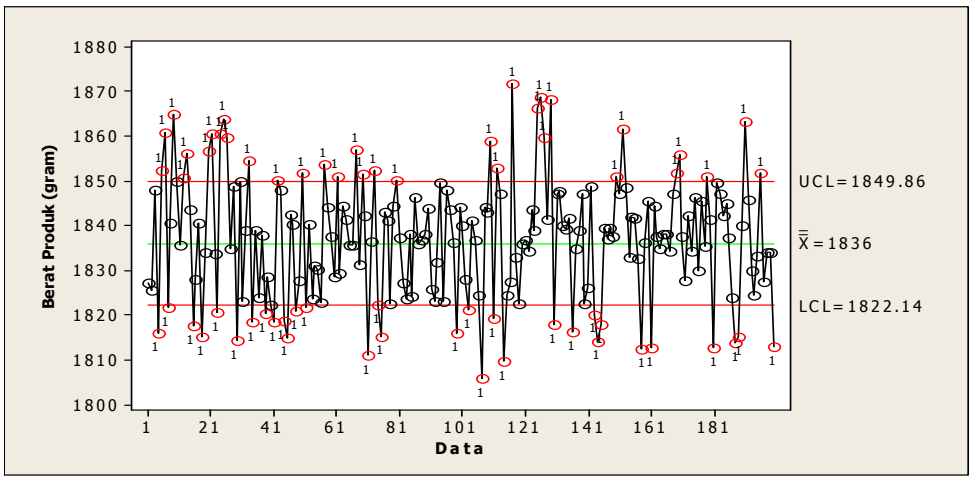
Kesalahan pekerja dalam melakukan *glazing* yang tidak sesuai dengan prosedur, menyebabkan produk tidak seperti yang diharapkan baik *performance* (penampakan) dan mutu.



Gambar 19. Diagram sebab akibat cacat dehidrasi pada proses pembekuan

5.2.4.4 Penimbangan berat produk

1) Peta kendali



Gambar 20. Peta kendali berat akhir produk

Analisis terhadap data historis pada Gambar 20, penimbangan produk akhir pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009, menujukkan bahwa rata-rata proses penimbangan berat produk akhir sebesar 1836,88 gram dan nilai batas kontrol bawah (LCL) sebesar 1849,86 gram, berada diatas nilai batas bawah (LSL) yang ditentukan sebesar 1814 gram ($\bar{x}$ < LSL). Kondisi proses yang demikian menurut Gaspersz (2002) dapat dilakukan analisis terhadap kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses telah mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan, dengan adanya titik di luar batas kendali mengindikasikan masih adanya penyebab yang serius yang merupakan penyebab cacat, yang harus segera direduksi (Hidayat 2007).

Kecenderungan pendekatan posisi berat akhir produk per kemasan kearah batas kritis harus menjadi kewaspadaan bagi perusahaan sebagai indikasi awal yang menunjukkan bahwa kondisi proses perlu diwaspadai karena keluar dari kendali dan dapat dijadikan sebagai dasar keputusan untuk memberikan peringatan bahwa proses penimbangan segera dievaluasi dan dilakukan tindakan pencegahan, karena jika tidak dilakukan tindakan pengendalian akan muncul kemungkinan ada beberapa produk gagal memenuhi spesifikasi sebesar minimal sebesar 1814 gram dan maksimal sebesar 1872 gram dan target sebesar 1836 gram. Ada data sampel yang berada diluar LSL, dapat diartikan ada produk yang mengalami *defect* atau produk gagal memenuhi spesifikasi dengan berat minimum 1814 gram.

2) Kapabilitas proses

Indeks kapabilitas poroses yang digunakan dalam menganalisis proses penimbangan berat produk akhir per kemasan adalah indeks kapabilitas proses C_{pm} karena tidak mengharuskan adanya distribusi normal dan persyaratan adanya batas USL dan atau LSL (Hidayat 2007). Berdasarkan panduan standar karakteristik mutu perusahaan yang menjadi pedoman utama dalam pelaksanaan program proses di perusahaan, bahaya potensial yang nyata pada tahapan penimbangan akhir ini adalah berat akhir produk tidak sesuai dengan spesifikasi

yang ditetapkan oleh pelanggan sebesar 1814 gram, dimana kekurangan berat pada produk akhir akan mengakibatkan keluhan (*complain*) dari pembeli.

Tabel 20. Statistika deskriptif pada penimbangan produk

No	Statistika Deskriptif	Nilai
1	total data	200
2	Rata-rata ($\bar{x}$)	1836,88 gram
3	Standar deviasi	13,7 gram
4	Median	1837,5 gram
5	Nilai minimum	1805,7 gram
6	Nilai maksimum	1871,6 gram

Tabel 21. Evaluasi standar karakteristik mutu pada pemeriksaan berat total produk

No	Keterangan	Nilai
1	Nilai batas spesifikasi atas berat total produk (*upper spesific limit- USL*)	1872 g
2	Rata-rata proses ($\bar{x}$)	1836,88 g
3	Nilai Target	1836 g
4	Standar deviasi proses (S)	9,24 g
5	Standar deviasi maksimum proses (S_{max})	13,33 g
6	Nilai batas kontrol atas (*upper control limit*- UCL)	1849,86 g
7	Nilai batas kontrol bawah (lower *control limit*- LCL)	1822,14 g
8	Target/ nilai batas spesifikasi bawah berat produk akhir (*lower spesific limit*-LSL)	1814 g
9	Indeks kapabilitas Proses (C_{pm})	1,07
10	DPMO	50833,61
11	Kapabilitas proses	3,13-sigma

Deskripsi data yang menggambarkan beberapa karakteristik proses penimbangan akhir pada bulan Desember 2008 sampai Februari 2009 dapat dilihat pada Tabel 20, sementara data produk akhir selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Hasil analisis terhadap kapabilitas proses pada Tabel 21 untuk menghasilkan produk udang blok mentah beku tanpa kepala jenis *Penaeus monodon* dengan berat akhir tidak kurang dari 1814 gram. Dengan nilai kapabilitas proses sebesar 1,07 ($1 \leq C_{pm} < 1,99$), menurut Gaspersz (2002) kondisi proses yang menunjukkan bahwa situasi proses berada dalam stabil dan tidak mampu, artinya proses dalam keadaan tidak mampu sampai cukup mampu untuk menghasilkan

berat produk per kemasan sesuai dengan ekspektasi pelanggan, masih berpeluang besar menghasilkan berat produk yang tidak memenuhi ekspektasi spesifikasi pelanggan. Hal ini ditunjukkan pula oleh nilai DPMO proses (*defect per million opportunities*/ peluang kegagalan per satu juta kali kesempatan) sebesar 50833,61, yang berarti tiap satu juta kali kesempatan produksi produk diperkirakan akan terdapat 50833,61 kemungkinan bahwa proses tidak mampu menghasilkan produk yang memenuhi batas spesifikasi target berat produk 1836 gram. Tingginya nilai DPMO ini dipengaruhi oleh tingginya fluktuasi nilai berat akhir produk terhadap nilai rata-ratanya. Nilai kapabilitas proses sebesar 1,07 menyatakan bahwa proses sudah berjalan dalam 3,13-sigma (Evan dan Lindsay 2007). Pada standar deviasi dapat dilihat standar deviasi proses sebesar s13,7 gram lebih besar daripada standar deviasi maksimal (S_{maks}) yaitu sebesar 9,24 gram. Hal ini menjadi suatu indikasi awal menunjukkan bahwa kondisi proses berada dalam keadaan serius oleh sebab itu perlu reduksi variasi yang ada.

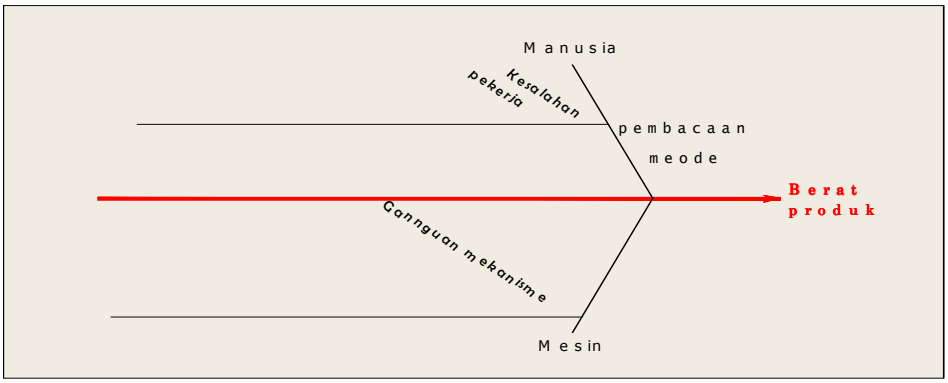
3) Diagram sebab akibat

a) Manusia

Kesalahan manusia dapat berakibat buruk bagi total produk yang ditimbang. Kesalahan manusia diantaranya tidak dilakukan pengecekan pada alat timbangan sebelum dan sesudah penimbangan.

b) Mesin

Sebelum dan sesudah penimbangan timbangan harus selalu dikalibrasi.



Gambar 21. Diagram sebab akibat kesalahan yang terjadi pada penimbangan berat produk

5.3 Implementasi Prinsip 6S

Prinsip 6S merupakan landasan untuk peningkatan terus-menerus, zero defect, redukdi biaya dan untuk menciptakan area kerja yang aman dan nyaman. 6S memiliki akronim *sort, stabilize, shine, standarize, safety* dan *sustain* (Gaspersz 2007). Prinsip 6S sangat erat kaitannya dengan kelayakan dasar, yaitu GMP (*Good Manufacturing Practises*) dan SSOP (*Sanitation Standard Operating Procedures*), sehingga implementasi prinsip 6S dapat mendukung penerapan standar mutu perusahaan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada ruang pembekuan, maka prinsip 6S yang dapat diimplementasikan pada ruang tersebut adalah:

1) *Sort*

Prinsip sort diimplementasikan dengan pengaturan tata ruang pembekuan, yaitu dengan menyingkirkan atau membuang benda-benda yang tidak digunakan lagi dari dalam area ruang pembekuan. Benda-benda tersebut kemudin diberikan *red tag*, yang menunjukkan bahwa barang tersebut dapat disingkirkan atau dipindahkan untuk selamanya. Benda-benda tersebut dipindahkan ke gudang dan diberi *yellow tag* kemudian dicantumkan batas waktu penyimpanannya. Benda-benda yang akan selalu digunakan dalam area ruang pembekuan, diberi *green tag* dan dicantumkan pemilik dari benda-benda tersebut tidak berpindah ke area tahapan proses lainnya.

2) *Stabilize*

Prinsip *stabilize* diimplementasikan pada peralatan *checklist*, seperti *checklist* suhu pusat udang, penyatuan kode *suplier*, produk *defrost*, waktu pembekuan dan lain-lain, dapat disimpan menggantung pada dinding dengan cara membuat papan *checklist* agar memudahkan dalam pencatatan.

3) *Shine*

Prinsip *shine* diimplementasikan dengan melakukan pembersihan secara menyeluruh pada ruang pembekuan seperti pembersihan dinding dan lantai lalu penambahan lubang-lubang pada dinding dan lantai, pembersihan langit-langit

ruang pembekuan dan penambahan celah-celah pada langit-langit, pembersihan seluruh bagian mesin CPF mulai dari seluruh bagian luar hingga ke bagian dalam, penyimpanan bahan-bahan dan alat-alat sanitasi secara teratur, penyimpanan troli-troli secara teratur dan membuang alas dari kardus yang sudah basah diganti dengan alas dari *stainless steel* yang permanen. Pemasangan tirai plastik pada pintu besi dekat mesin CPF untuk mencegah masuknya serangga.

Pembersihan ruang mesin termasuk kompresor, kondesor, *receiver*, *akumulator* dan *intercooler* juga perlu dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan sisa oli yang dapat menambah beban mesin. Pemindahan pan-pan kosong yang dapat menarik keberadaan serangga ke tempat yang jauh dari ruang produksi. Pembuatan jadwal pembersihan mesin-mesin CPF, dinding, lantai, langit-langit, ruang mesin dan peralatan lainnya. Kemudian penjadwalan inspeksi rutin secara reguler untuik mempertahankan kontinuitas prinsp *shine*.

4) *Standarize*

Pembuatan petunjuk kerja secara visual yang tepat untuk memudahkan mengingat atau memahami terhadap aturan-aturan yang berlaku dan juga untuk mempertahankan prinsip *sort*, *stabilize* dan *shine* yang telah diterapkan. Petunjuk visual akan lebih mudah dimengerti dibandingkan dengan petunjuk berupa tulisan, selain itu pekerja akan lebih tertarik melihatnya daripada hanya membaca sebuah tulisan. Petunjuk visual yang dapat diterapkan dapat berupa gambar contoh bentuk blok udang yang baik, petunjuk penyusunan udang dalam pan dan pengisian air yang benar agar bentuk blok udang sempurna, teknik pengambilan sampel dan pengukuran suhu pusat udang denga beberapa titik yang benar, teknik pembongkaran blok udang yang benar. *Checklist* atau laporan berupa instruksi kerja, *record keeping*, penjadwalan dan deskripsi tugas serta petugas yang bertanggung jawab akan proses pembekuan sebaliknya dibuatkan suatu papan yang ditempel pada dinding agar lebih mudah.

Ruang mesin juga perlu dibuatkan petunjuk kerja visual, seperti papan *record keeping*, serta instruksi kerja agar semua petugas mampu untuk

mengerjakan segala tugas yang ada, tidak dibebankan pada satu orang saja yang memiliki kemampuan lebih baik.

Pengawasan mutu selama produksi dilakukan dengan mengendalikan batas kritis pada setiap proses. Suhu merupakan hal yang fundamental dalam mempertahankan mutu udang. Penyimpanan udang (> 5 °C) akan mengakibatkan proses kemunduran mutu lebih cepat. Tujuan mempertahankan suhu udang (< 5 °C) yaitu agar perubahan perubahan komposisi udang dapat dihambat secepat mungkin karena aktifitas enzim (autolisis) pada tubuh udang juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Penurunan suhu akan mengakibatkan pemadatan lemak dan akhirnya terjadi oksidasi dan ketengikan (Boonsumrej *et al* 2007).

Penguraian protein dan lemak dalam autolisis atau aktifitas enzim juga akan menyebabkan perubahan bau (*flavor*), tekstur dan penampakan. Enzim yang berperan dalam proses autolisis terutama adalah enzim proteolitik, hal ini berhubungan dengan kadar protein udang yang relatif tinggi. Dalam perut ditemukan enzim pepesin sedangakan dalam usus ditemukan enzim tripsin. Enzim pepsin dan tripsin mempunyai pH optimal sekitar netral dan keduanya merupakan enzim pencernaan (Boonsumrej *et al* 2007).

Proses tahapan pemotongan kepala (*headless*) di PT Lola Mina sudah cukup baik ditandai dengan nilai Cp sebesar 3,86 atau kapabilitas proses 6,95–sigma. Cara memotong dengan tangan melalui dua kali penarikan dengan posisi udang horizontal, lalu diputar 45° kearah bawah dan mencabut kepala secara cepat dan hati-hati dengan memperhatikan suhu udang (< 5 °C).

Pengecekan hasil pembekuan udang yaitu dengan mengukur suhu produk akhir. Pembekuan dikatakan berhasil apabila suhu pusat produk mencapai -18°C atau lebih kecil. Pengecekan suhu produk akhir dengan menggunakan *thermocouple* yang selalu dikalibrasi. Proses pembekuan di PT Lola Mina sudah mencapai 3,2-sigma, untuk mencapai 6-sigma maka kita perlu mengatasi penyebab kegagalan proses untuk menghasilkan produk.

Proses pembekuan merupakan hal yang fundamental dalam memberikan produk akhir yang dinginkan. Persyaratan pembekuan produk secara biologis harus mampu mempertahankan mutu biologis, organoleptik dan fisik. Perubahan organoleptik (rupa,warna, tekstur dan bau) dan biokimia (denaturasi protein, oksidasi lemak, pigmen dan vitamin) serta perubahan kimia lainnya haruslah minimum dan mampu menonaktifkan kegiatan bakteri sehingga tidak dapat menurunkan mutu produk. Pembekuan mampu mengurangi jumlah bakteri dalam produk udang tetapi tidak dapat mengeyahkan seluruh bakteri pada udang (Alvianty dan Efrianto 2002).

Kebersihan mesin CPF juga mempengaruhi mutu produk akhir. Dalam analisis resiko, penyimpangan terjadi apabila laju pembekuan terhadap produk yang lambat. Bahaya yang ditimbulkan yaitu tunbuhnya bakteri sehingga mengakibatkan keamanan pangan terganggu dan mutu udang yang menurun (*economic fraud*). Akan tetapi dengan perkiraan suhu dan waktu yang tepat maka resiko bahaya dapat dikendalikan dengan baik.

Penyusutan berat akan terjadi pada proses pembekuan, karena dehidrasi atau kerusakan fisik selama udang dibekukan. Faktor yang mempengaruhi dehidrasi pada proses pembekuan adalah jenis *freezer*, waktu pembekuan, jenis produk, kecepatan udara dan kondisi operasi *freezer* (Flock *et al* 2005).

Udang akan mengalami kehilangan berat 2-2,5%. Apabila terjadi kehilangan berat produk melebihi 2,5 % mka perlu diadakan evaluasi untuk segera diperbaiki. Hal ini akan merugikan produsen (perusahaan) karena mutu tidak sesuai dengan yang diharapkan (Murniyati dan Sunarman 2000).

Proses penimbangan produk kapabilitas prosesnya sudah 3,13-sigma, maka untuk mencapai kapabilitas proses 6-sigma diperlukan pengawasan mutu dalam bentuk pengurangan pemborosan dan peningkatan terus menerus. Pengawasan mutu pada proses penimbangan produk untuk pengemasan sudah dilakukan dengan baik yaitu dengan menghitung secara benar sesuai dengan berat yang ditentukan. Resiko yang timbul pada proses penimbangan yaitu dari faktor kesalahan manusia dan ketidakakuratan timbangan. Resiko tersebut dapat

menyebabkan kesalahan penimbangan sehingga merupakan bentuk penipuan ekonomi (*economic fraud*). Perusahaan diharapkan mengatasi hal tersebut dengan selalu melakukan pengecekan setiap 20 kali penimbangan atau 2 jam sekali.

Proses *glazing* dilakukan untuk melindungi produk dari pengaruh dehidrasi dan oksidasi. Prosesn pengendalian *glazing* yang baik untuk untuk membentuk lapisan es yang menyeluruh dan merata. Proses *glazing* di perusahaan dilaukan dengan pencelupan ke dalam bejana berisi air. Hal tersebut menyebabkan ketebalan es tidak merata. Cara yang dilakukan untuk mengatasi masalah *glazing* dengan menggunakan *disprayer glazer*, yaitu cara glazing dengan otomatis karena menggunakan ban berjalan dengan kecepatan konstan dan ada parit yang dapat diatur sehingga produk tidak terapung (Goncalves dan Junior 2009). Kemudian terdapat semprotan air yang konstan dari atas sehingga proses *glazing* dapat seragam. *Glazing* yang tidak baik dapat menyebabkan dehidrasi pada *cold storage*.

5) *Safety*

Prinsip *safety* sangat erat kaitannya dengan prinsip K3 (kesehatan dan keselamatan kerja). Petunjuk visual dapat berupa petunjuk yang harus dilakukan bila terjadi keborosan amoniak baik di area ruang pembekuan maupun arae ruang mesin, misalnya dengan membasahi penutup hidung dan mulut, pergi ke tempat yang aman, berjalan menunduk dan lain-lain. Lalu pemberian perlatan keamanan khusus bagi petugas mesin. Petugas mesin memiliki pakaian khusus saat masuk ke ruang pengolahan tidak hanya masker saja, tetapi juga tutup kepala dan baju khusus. Pakaian yang digunakan saat di dalam ruang mesin harus diganti atau ditutup oleh pakaian khusus saat sedang berada dalam ruang pengolahan untuk mencegah adanya kontaminasi. Pada pintu akses ruang mesin tidak hanya dilengkapi bak pencuci kaki tetapi juga dilengkapi dengan bak pencuci tangan.

Petunjuk visual seperti teknik bekerja yang higienis juga perlu dibuat agar pekerja mengerti akan pentingnya sanitasi dan higiene. Untuk mendukung hal

tersebut dapat dibuat suatu poster mengenai bahaya-bahaya yang mungkin terjadi dan bagaimana efeknya terhadap produk maupun manusia itu sendiri.

6) *Sustain*

Pembuatan formulir audit 6S dilakukan untuk memantau hasil yang telah dicapai. Selain itu, ditentukan juga jadwal periodik untuk melakukan audit 6S, minimum setiap minggu pada tingkat *QC* dan setiap bulan pada tingkat manajemen.

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1) *Statistical process control* (SPC) dapat dijadikan sebagai alat evaluasi efektivitas dan konsistensi dalam penerapan program *standar mutu* perusahaan.
2) Proses produksi untuk diharapkan menghasilkan jumlah cacat (*total defect*) maksimal 25 % pada pemeriksaan penerimaan bahan baku. Nilai kapabilitas proses (Cp) sebesar 3,58 berjalan dalam 6,87-sigma. Jenis cacat yang menyebabkan *defect* penerimaan bahan baku adalah warna pudar yang tidak sesuai spesifik spesies, hubungan antara ruas regang, noda hitam dan anggota tubuh tidak lengkap.
3) Pemotongan kepala menghasilkan penyusutan rendemen daging udang yang akan diolah/dibekukan kondisi yang sangat baik karena nilai kapabilitas proses (Cp) yang tinggi 3,63, berlangsung pada 6,95-sigma lebih besar dari 6-sigma. 6,95–sigma lebih baik dari 6 – sigma. Jenis cacat yang menyebabkan *defect* pada produk akibat proses pemotongan kepala adalah penyusutan yang berlebihan atau melebihi batas rendemen yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
4) Proses pembekuan di *contact plate freezer* (CPF) menghasilkan produk dengan suhu pusat maksimal -18°C. Indeks kapabilitas proses (Cp) yaitu sebesar 1,13 , menunjukkan kapabilitas proses sebesar 3,2-sigma. Jenis penyebab yang menyebabkan cacat pada produk udang adalah dehidrasi, suhu pusat yang tidak mencapai -18 °C dan blok yang patah.
5) Proses produksi untuk menghasilkan produk dengan nilai berat minimal 1814 . Indeks kapabilitas(Cp) produk 1,07 ($1,0 \leq Cp < 1,99$). Nilai DPMO sebesar 50833,61 menyatakan bahwa kapabilitas proses dalam 3,13–sigma. Jenis cacat yang menyebabkan *defect* produk pada proses penimbangan produk per kemasan berat produk yang tidak sesuai spesifikasi sehingga dapat menyebabkan *economic fraud*.

6) Pencapaian proses agar dapat berjalan dalam 6-sigma adalah dengan penerapan prinsip 6S, yang mempunyai akronim *sort*, *stabilize*, *shine*, *standardize*, *safety* dan *sustain*.

6.2 Saran

1) Pengoptimalan *record keeping* dapat membantu meningkatkan efektivitas penerapan program standar mut perusahaan, oleh karena itu, kedisiplinan, kejujuran dan ketelitian dalam melakukan pencatatan harus ditegakkan agar dapat diketahui kondisi aktual proses yang sebenarnya.
2) Peningkatan mutu sumber daya manusia dengan penambahan pengetahuan dan keterampilan dalam operasional sesuai dengan fungsi masing-masing serta pelatihan kepada pekerja.
3) Perlu dilakukan analisis biaya mutu untuk mengetahui biaya dalam penerapan program HACCP

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto E, Livianty H. 2002. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jakarta: PT Penebar Swadaya. 196 Hlm.

Ariani DW. 1999. *Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Jakarta : Depdiknas. 349 Hlm.

Bass I. 2007. *Six Sigma Statistics with Excel and Minitab*. USA: McGraww-Hill Companies. 374 Hlm.

Besterfield DH. 1990. *Quality Control*. Englewood clifs :Prentice Hall. 452 Hlm.

Boonsumrej S, Chaiwanichsiri S, Tantratian S, Suzuki T, Takai R. 2007. Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (Penaeus monodon) frozen by air-blast and cryogenic freezing. *J. Food Engineering* 80:292-299.

Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wootton M. 1985. *Ilmu Pangan*. Penterjemah Purnomo H, Adiono. Jakarta: UI Press. 365 Hlm.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2007. RSNI 01-2705-2005. *Udang Beku*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.

Darmono. 1991. *Budidaya Udang Penaeus*. Jakarta : Penerbit Kanisius. 67 Hlm.

[DKP] Direktorat Jenderal Perikanan. 2007. *Sistem Manajemen Mutu Terpadu Hasil Perikanan*. Jakarta : Direktorat Jendral Perikanan.

Colmier RJ, Mallet M, Chiasson S, Magnusson H, Valdimarson G. 2007. Effectiveness and performance of HACCP based programs. *J. Food Control* 18:665-671.

Dale B.1994. *Hukman Resources and Total Quality: an Executive' Handbook*. New Delhi: Beacon Boons. 288 Hlm.

Deming WE. 1995. Control chart as Tool in Statistical Quality Control. Http://www.deming.eng.clemson.edu. Continous Quality Improvement Server Home Page. [6 Juni 2006].

[DKP]. 2007. Seri Perikanan Tangkap 2007. Jakarta: Ditjen Perikanana.

Evan JR dan Lindsay WM. 2007. *An Introduction Six Sigma & Process Improvement*. Jakarta : Salemba Empat. 396 Hlm.

Flock DK, Laughhlin KF, dan Bentley J. Minimizing losses in poultry breeding and production : how breeding companies and contribute to poultry welfare. *J.* 02 *Pagina* 08:10.

Frazier WC. 1978. *Food Microbiology*.Third Edition. NewYork: Mc Graw Hill BookCompany. 539 Hlm.

Feingenbaum AV. 1992. *Kendali Mutu Terpadu*. Penerjemah : Kandahjaya H. Jakarta : Penerbit Erlangga. Terjemahan dari :*Total Quality Control* 3rd *Edition*. 366 Hlm.

Gasperz V. 1998.*Total Quality Management*. Cetakan 3. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama. 494 Hlm.

Gaspersz V 2002. Pedoman Implementasi SIX Sigma terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama. 549 hlm.

Gaspersz V. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. 330 Hlm.

Goncalves AA, Junior CSGG. 2009. The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. *J.Food Engine* 90:285-290.

Goetsch DL , Davis SB. 2003. *Quality Managemnet Introduction to Total Quality Management of Production, Processing and Survey* . Third edition. Ohio: Prentice-Hill. 778 Hlm.

Hadiwiyoto S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jilid I. Jakarta : Liberty. 214 Hlm.

Hambali E, Nasution.1990. *Pengantar Pengemasan. Laboratorium Pengemasan*. Bogor: IPB Press.113 Hlm.

Haryadi S.1994. *Pengolahan Udang Beku*. Surabaya: Karya Anda. 75 Hlm.

Hidayat A. 2007. *Strategi Six Sigma Peta Pengembangan Kualitas dan Kinerja Bisnis*. Jakarta : PT Gramedia. 388 Hlm.

Ishikawa K. 1988. *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*. Jakarta : MSP. 272 Hlm.

Ilyas S. 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan: Teknik Pembekuan Ikan*. Jakarta : Departemen Pertanian. 150 Hlm.

Iriawan N dan Astuti SJ. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset. 469 Hlm.

Kusumawati Y. 2005. Implementasi sistem pengendalian kualitas di PT Timur Selatan Pare – Kediri. [skripsi]. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Kristen Petra.

Kleter GA, Groot MJ, Poelman M, Kok EJ, Marvin HJP. 2009. Timely awareness and prevention of emerging chemical and biochemical risks in foods: Proposal for a strategy based on experience with recent cases. *J. Food and Chemical Toxicology*. 47: 992-1008.

Manggala D. 2005. Menerapkan Konsep Lean dan Six Sigma di Sektor Publik. Indonesian Production and Operations Management Society. Http://ipoms.web.id/j/indeks.php?options=com_content&task=blogsections&id=4&itemid=32.[24 April2007].

Moeljanto. 1992. *Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan.* Jakarta: Penebar Swadaya. 259 Hlm.

Montgomery DC. 1996. *Introduction to Statistical Quality Control*, Third Edition. New York: Jhon Willey and Son. 456 Hlm.

Muhandri T, Kadarisman D.2006. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan*. Bogor: IPB Press.

Murniyati AS, Sunarman. 2000. *Pendinginan, Pembekuan dan Pengawetan Ikan*. Yogyakarta : Kanisius. 220 Hlm.

Mutiara E, Kuswadi. 2004. *DELTA: Delapan Langkah dan Tujuh Alat Statistik untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Nasution MN. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta : Penerbit Ghalia Indonesia. 361 Hlm.

Partner. 2007. HACCP, Six Sigma and Lean (HASSLE) : Compliance and Excellence. www.nevilleclarke.com.[15 November 2007].

Purwaningsih S. 2000. *Teknologi Pembekuan Udang*. Jakarta : PT. Penebar Swadaya. 112 Hlm.

Saanin H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jakarta : Penerbit Bina Cipta. 284 Hlm.

Soekarto ST.1990. *Dasar-dasar Pengawasan Mutu dan Standarisasi Mutu Pangan*. Pusat Antar Universitas. Bogor : IPB Press. 357 Hlm.

Strike P, Benjakul S, Visessanguan W, Kijroongrojana K. 2007.Comparative studies on the effects of the freeze-thawing process on the physicochemical properties and microstructures of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vanamei*) muscle. *J. Food Chem* 104:113-121.

Tapiero CS. 1996. *The Management Quality and Its Control*. London: Chapman and Hall. 324 Hlm.

Thomer M. 1973. *Convinience and Fast Food Handbook*. USA: The Avi Publishing Company Inc.

Tribun. 2009. Produksi Udang. http://www.tribun-timur.com/ [6 Juni 2009]

LAMPIRAN

© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Lampiran 1. Data suhu pusat udang pada bulan Desember 2008 sampai Februari 2009

No Sample	Suhu Pusat (°C)	No Sample	Suhu Pusat (°C)	No Sample	Suhu Pusat (°C)
1	-21,25	22	-29,33	43	-22,83
2	-21,75	23	-21,5	44	-28,17
3	-22,5	24	-20,17	45	-20
4	-24,33	25	-26,5	46	-22
5	-20,17	26	-21,25	47	-27,5
6	-23,5	27	-19,8	48	-20
7	-21,75	28	-20	49	-28,33
8	-26,67	29	-20	50	-28,33
9	-30,6	30	-27,83	51	-25,33
10	-25,5	31	-20,25	52	-23
11	-28	32	-20	53	-22
12	-21,25	33	-26,67	54	-21,5
13	-21,75	34	-21,75	55	-21,75
14	-22	35	-21,75	56	-21,67
15	-18,67	36	-21,25	57	-22,25
16	-23,3	37	-22,25	58	-22,25
17	-20,25	38	-21	59	-21,5
18	-24,75	39	-21,75	60	-22
19	-20,25	40	-25,83	61	-21,75
20	-20,25	41	-21,33	62	-22
21	-20,25	42	-22,17		

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

Lampiran 2. Data penimbangan berat akhir produk per kemasan pada bulan Desember 2008 sampai dengan Februari 2009

no	berat rata-rata (g)	no	berat rata-rata (g)	no	berat rata-rata (g)	no	berat rata-rata (g)	no	berat rata-rata (g)
1	1827,19	46	1842,43	91	1825,76	136	1841,6	181	1816,16
2	1825,49	47	1840,32	92	1823,02	137	1832,49	182	1834,7
3	1847,86	48	1820,76	93	1831,71	138	1812,27	183	1838,77
4	1815,83	49	1827,63	94	1849,6	139	1836,11	184	1847,12
5	1852,35	50	1851,65	95	1822,92	140	1845,56	185	1822,39
6	1860,79	51	1821,62	96	1847,88	141	1812,69	186	1826,11
7	1821,59	52	1840,2	97	1843,51	142	1844,44	187	1848,71
8	1840,66	53	1823,45	98	1836,16	143	1837,42	188	1820,1
9	1864,8	54	1830,85	99	1815,79	144	1834,7	189	1814,14
10	1849,8	55	1830,08	100	1844,24	145	1838,07	190	1817,9
11	1835,66	56	1822,8	101	1839,94	146	1838,15	191	1839,51
12	1850,76	57	1853,6	102	1828,08	147	1834,28	192	1836,94
13	1856,06	58	1843,99	103	1821,05	148	1847,25	193	1839,35
14	1843,43	59	1837,57	104	1841,17	149	1851,82	194	1837,51
15	1817,55	60	1828,38	105	1836,79	150	1855,98	195	1850,87
16	1828,01	61	1850,95	106	1824,4	151	1837,41	196	1847,1
17	1840,56	62	1829,27	107	1805,66	152	1827,58	197	1861,75
18	1815,09	63	1844,39	108	1844,12	153	1842,18	198	1848,43
19	1834,03	64	1841,4	109	1842,9	154	1834,24	199	1832,97
20	1856,79	65	1835,68	110	1858,85	155	1846,23	200	1841,95
21	1860,56	66	1835,63	111	1819,08	156	1829,97		
22	1833,71	67	1856,89	112	1852,73	157	1845,5		
23	1820,47	68	1831,15	113	1847,11	158	1835,35		
24	1860,45	69	1851,53	114	1809,57	159	1850,83		
25	1863,88	70	1842,13	115	1824,49	160	1841,5		
26	1859,71	71	1811,06	116	1827,32	161	1812,53		
27	1834,82	72	1836,49	117	1871,64	162	1849,5		
28	1848,82	73	1852,23	118	1832,99	163	1846,99		
29	1814,33	74	1822,09	119	1822,52	164	1842,17		
30	1849,86	75	1815,2	120	1835,9	165	1844,93		
31	1823,07	76	1843,11	121	1836,65	166	1837,13		
32	1838,89	77	1841,15	122	1834,35	167	1823,72		
33	1854,37	78	1822,46	123	1843,61	168	1813,76		
34	1818,38	79	1844,28	124	1838,78	169	1814,97		
35	1838,9	80	1850,04	125	1866,37	170	1840,1		
36	1823,96	81	1837,23	126	1868,7	171	1863,27		
37	1837,79	82	1827,04	127	1859,6	172	1845,75		
38	1820,34	83	1823,65	128	1841,44	173	1829,9		
39	1828,63	84	1837,95	129	1868,25	174	1824,38		
40	1822,33	85	1824,02	130	1817,88	175	1833,06		
41	1818,39	86	1846,17	131	1847,18	176	1851,67		
42	1850,02	87	1835,93	132	1847,62	177	1827,33		

43	1847,92	88	1836,63	133	1840	178	1834,02
44	1818,72	89	1838,07	134	1839,19	179	1833,9
45	1814,91	90	1843,93	135	1841,6	180	1812,89

© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Lampiran 3. Data cacat total pada penerimaan bahan baku

No	Defect	No	Defect	No	Defect
1	3,02	21	2,58	41	3,84
2	5,8	22	7,01	42	9,78
3	3,55	23	3,29	43	2,14
4	6,93	24	14,26	44	3,09
5	6,89	25	6,14	45	4,13
6	8,78	26	3,52	46	6,27
7	4,74	27	11,86	47	6,05
8	11,9	28	8,9	48	2,15
9	6,06	29	4,24	49	5,3
10	9,08	30	8,89	50	7,42
11	5,79	31	1,47	51	6,96
12	8,41	32	17,94	52	2,4
13	5,41	33	8,6	53	6,33
14	11,96	34	4,11	54	6,43
15	3,01	35	9	55	5,87
16	13,33	36	6,84	56	10,77
17	10,73	37	4,57	57	7,3
18	6,84	38	9,24	58	5,25
19	10,01	39	5,61	59	6,1
20	13,1	40	5,07	60	8,64

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Lampiran 4. Data rendemen udang hasil pemotongan kepala udang

No	Data Penyusutan	No	Data Penyusutan
1	15,01	41	18,99
2	15,01	42	18,99
3	15,01	43	19,01
4	16,99	44	19,01
5	16,99	45	19,01
6	16,99	46	20,99
7	17,99	47	20,99
8	17,99	48	20,99
9	17,99	49	21,55
10	18,99	50	21,55
11	18,99	51	21,55
12	18,99	52	22,55
13	19,01	53	22,55
14	19,01	54	22,55
15	19,01	55	23,55
16	20,99	56	23,55
17	20,99	57	23,55
18	20,99	58	24,55
19	21,55	59	24,55
20	21,55	60	24,55
21	21,55	61	15,01
22	22,55	62	15,01
23	22,55	63	15,01
24	22,55	64	16,99
25	23,55	65	16,99
26	23,55	66	16,99
27	23,55	67	17,99
28	24,55	68	17,99
29	24,55	69	17,99
30	24,55	70	18,99
31	15,01	71	18,99
32	15,01	72	18,99
33	15,01	73	19,01
34	16,99	74	19,01
35	16,99	75	19,01
36	16,99	76	20,99
37	17,99	77	20,99
38	17,99	78	20,99
39	17,99	79	21,55
40	18,99	80	21,55

IPB University
Bogor Indonesia
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

Lampiran 5. Contoh perhitungan

1) Data cacat pada proses penerimaan bahan baku (udang) selama bulan Januari 2009 sampai Februari 2009

Jumlah data (n)	: 60
Batas spesifik atas (*upper specific limit*- USL)	: 25 %
Rata –rata proses ($\bar{x}$)	: $\frac{\text{jumlah keseluruhan data}}{\text{banyaknya data}}$
	: 6,91 %
Standar deviasi proses	: $\sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{n}}$
	: 3,38 %

Penentuan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan nilai sigma

DPMO USL $= P\,[z \geq (USL-\bar{x}) / s] \times 1000.000$

$= P\,[z \geq ((25\%)-(25-6{,}91)\%) / 3{,}38\%\,] \times 1000.000$

$=0{,}04$

Berdasarkan tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma (Lampiran 8) diperoleh kapbilitas proses 6,87-sigma

Penentuan nilai standar deviasi maksimal (S_{maks})

Karena proses hanya memiliki satu batas spesifik (USL) maka persamaan yang digunakan adalah:

$$S_{maks} = \frac{1}{sigma} \times [(USL - \bar{x})\,]$$

$$= \frac{1}{6{,}87} \times [(25) - 6{,}91)\,\%]$$

$$= 2{,}63\ \%$$

Penentuan nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) dan atau batas kontrol bawah (*lower control limit*-LCL)

Nilai batas control atas (UCL)

$$UCL = \bar{x} + (1{,}5 \times S_{maks})$$

$$= (6{,}91\ \%) + (1{,}5 \times 2{,}63\ \%)$$

$$= 10{,}86\ \%$$

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

Nilai batas control bawah (LCL)

LCL $= \bar{x} - (1{,}5 \times S_{maks})$

$= 2{,}96\ \%$

Penentuan nilai kapabilitas proses (Cpm)

$$C_p = \frac{(USL - \bar{x})}{3\sqrt{s^2}}$$

$$C_p = \frac{(25 - 6{,}91)}{3\sqrt{3{,}38^2}}$$

$= 0{,}04$

2) Data rendemen hasil pemotongan kepala selama bulan Desember 2008 sampai Februari 2009

Jumlah data (n) : 80

Batas spesifik atas (*upper specific limit*- USL) :35 %

Rata –rata proses ($\bar{x}$) : $\frac{\text{jumlah keseluruhan data}}{\text{banyaknya data}}$

: 19,71 %

Standar deviasi proses : $\sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$

: 2,80 %

Penentuan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan nilai sigma

DPMO USL $= P\,[z \geq (USL - \bar{x}) / s] \times 1000.000$

$= 0{,}03$

Berdasarkan tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma (Lampiran 8) diperoleh kapabilitas proses 6,95-sigma

Penentuan nilai standar deviasi maksimal (S_{maks})

Karena proses hanya memiliki satu batas spesifik (USL) maka persamaan yang digunakan adalah:

$$S_{maks} = \frac{1}{sigma} \times [(USL - \bar{x})]$$

$$= 2{,}51\ \%$$

Penentuan nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) dan atau batas kontrol bawah (*lower control limit*-LCL)

Nilai batas control atas (UCL)

$$UCL = \bar{x} + (1{,}5 \times S_{maks})$$

$$= 23{,}47\ \%$$

Nilai batas control bawah (LCL)

$$LCL = LCL = \bar{x} - (1{,}5 \times S_{maks})$$

$$= 15{,}96\ \%$$

Penentuan nilai kapabilitas proses (Cpm)

$$Cp = \frac{(USL\text{-}\bar{x})}{3\sqrt{s^2}}$$

$$= 3{,}63$$

3) Data suhu pusat udang selama bulan Desember 2008 sampai Februari 2009

Jumlah data (n) : 62

Batas spesifik atas (*upper specific limit*- USL) : -18 °C

Rata –rata proses ($\bar{x}$) : $\frac{\text{jumlah keseluruhan data}}{\text{banyaknya data}}$

: -22,83 °C

Standar deviasi proses $= \sqrt{\frac{(x\text{-}\bar{x})^2}{(n-1)}}$

: $\frac{431{,}0.4}{199}$

: 2,83 °C

Penentuan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan nilai sigma

DPMO USL = P [z ≥ (USL-$\bar{x}$) / s] × 1000.000

$= P\ [z \geq ((-18)-(-21{,}3064\ °C))\ /\ 2.83°C\ ] \times 1000.000$

$= 43892$

Berdasarkan tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma (Lampiran 8) diperoleh kapabilitas proses 3,2-sigma

Penentuan nilai standar deviasi maksimal (S_{maks})

Karena proses hanya memiliki satu batas spesifik (USL) maka persamaan yang digunakan adalah:

$$S_{maks} = \frac{1}{\text{sigma}} \times [(\text{USL} - \bar{x})\ ]$$

$$= \frac{1}{3{,}2} \times [(-18\ °C) - (-21{,}3064\ °C)]$$

$$= 2{,}54\ °C$$

Penentuan nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) dan atau batas kontrol bawah (*lower control limit*-LCL)

Nilai batas control atas (UCL)

$$\text{UCL} = \bar{x} + (1{,}5 \times S_{maks})$$

$$= (-21{,}3064\ °C) + (1{,}5 \times 2{,}54\ °C)$$

$$= (-20{,}57°C)$$

Penentuan nilai kapabilitas proses (C_p)

$$C_p = \frac{(\text{USL}-\bar{x})}{3\sqrt{s^2}}$$

$$= 1{,}13$$

5) Data penimbangan akhir berat produk per kemasan selama bulan Desember 2008 sampai Februari 2009

Jumlah data (n)	: 200
Batas spesifik atas (*upper specific limit*- USL)	:1872 gram
Batas spesifik bawah	: 1814 gram
Rata –rata proses ($\bar{x}$)	: $\frac{\text{jumlah keseluruhan data}}{\text{banyaknya data}}$
	: 1836,88 gram

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

Standar deviasi proses : $\sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$

: 13,7 gram

Penentuan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan nilai sigma

DPMO USL = P [z ≥ (USL-$\bar{x}$) / s] × 1000.000

= 50.833,61

Berdasarkan tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma (Lampiran 8) diperoleh kapabilitas proses 3,13-sigma

Penentuan nilai standar deviasi maksimal (S_{maks})

Karena proses hanya memiliki satu batas spesifik (USL) maka persamaan yang digunakan adalah:

$$S_{maks} = \frac{1}{2 \times sigma} \times [(USL - LSL)]$$

= 9,245

Penentuan nilai batas kontrol atas (*upper control limit*-UCL) dan atau batas kontrol bawah (*lower control limit*-LCL)

Nilai batas control atas (UCL)

UCL = $\bar{x}$ + (1,5 × S_{maks})

= 1849,86 gram

Nilai batas control bawah (LCL)

LCL = $\bar{x}$– (1,5 × S_{maks})

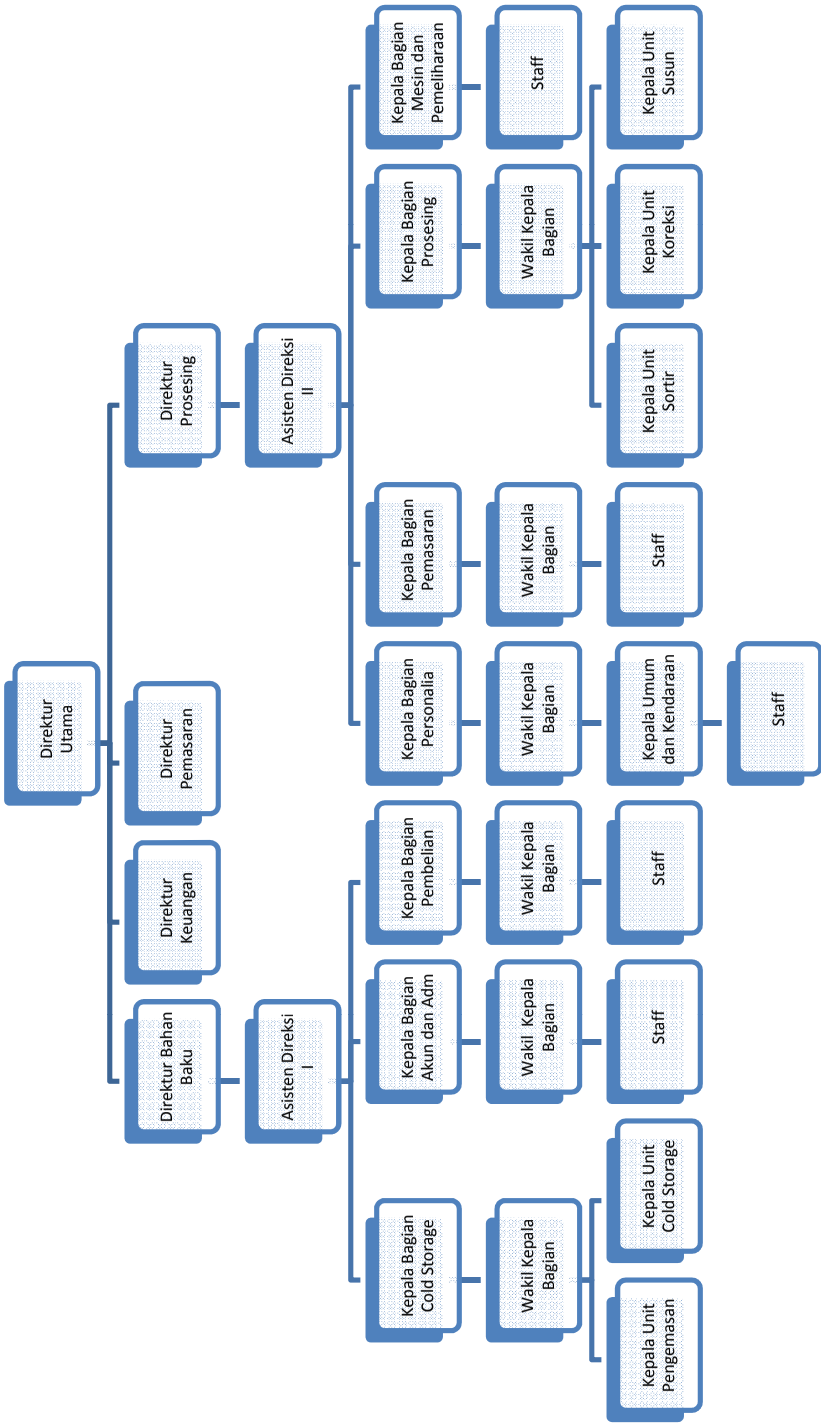
= 1822,14 gram

Penentuan nilai kapabilitas proses (Cpm)

$$C_p = \frac{(USL-LSL)}{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + s^2}}$$

= 1,07

Lampiran 6. Struktur organisasi PT Lola Mina



@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Bogor Indonesia
Perpustakaan IPB University

Lampiran 7. Konversi DPMO ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933193	0,51	838913	1,01	687933	1,51	496011
0,01	931888	0,52	836457	1,02	684386	1,52	492022
0,02	930563	0,53	833977	1,03	680822	1,53	488033
0,03	929219	0,54	831472	1,04	677242	1,54	484047
0,04	927855	0,55	828944	1,05	673645	1,55	480061
0,05	926471	0,56	826391	1,06	670031	1,56	476078
0,06	925066	0,57	823814	1,07	666402	1,57	472097
0,07	923641	0,58	821214	1,08	662757	1,58	468119
0,08	922196	0,59	818589	1,09	659097	1,59	464114
0,09	920730	0,60	815940	1,1	655422	1,6	460172
0,10	919243	0,61	813267	1,11	651732	1,61	456025
0,11	917736	0,62	810570	1,12	648027	1,62	452035
0,12	916207	0,63	807850	1,13	644309	1,63	448283
0,13	914656	0,64	805106	1,14	640576	1,64	444330
0,14	913085	0,65	802338	1,15	636831	1,65	440382
0,15	911492	0,66	799546	1,16	633072	1,66	436441
0,16	909877	0,67	796731	1,17	629300	1,67	432505
0,17	908241	0,68	793892	1,18	625516	1,68	428576
0,18	906582	0,69	791030	1,19	621719	1,69	424655
0,19	904902	0,70	788145	1,2	617911	1,7	420740
0,20	903199	0,71	785236	1,21	614092	1,71	416834
0,21	901475	0,72	782305	1,22	610261	1,72	412936
0,22	899727	0,73	779350	1,23	606420	1,73	409046
0,23	897958	0,74	776373	1,24	602568	1,74	405165
0,24	896165	0,75	773373	1,25	598706	1,75	401294
0,25	894350	0,76	770350	1,26	594835	1,76	397432
0,26	892512	0,77	767305	1,27	590954	1,77	393580
0,27	890651	0,78	764238	1,28	587064	1,78	389739
0,28	888767	0,79	761148	1,29	583166	1,79	385908
0,29	886860	0,80	758036	1,3	579260	1,8	382089
0,30	884930	0,81	754903	1,31	575345	1,81	378281
0,31	882977	0,82	751748	1,32	571424	1,82	374484
0,32	881000	0,83	748571	1,33	567495	1,83	370700
0,33	878999	0,84	745373	1,34	563559	1,84	366928
0,34	876976	0,85	742154	1,35	559618	1,85	363169
0,35	874925	0,86	738914	1,36	555670	1,86	359424
0,36	872857	0,87	753653	1,37	551717	1,87	355691
0,37	870762	0,88	732071	1,38	547758	1,88	351973
0,38	868643	0,89	729069	1,39	543795	1,89	348268
0,39	866500	0,90	725747	1,4	539828	1,9	344578
0,40	864334	0,91	722405	1,41	535856	1,91	340903
0,41	862143	0,92	719043	1,42	531881	1,92	337243
0,42	859929	0,93	715661	1,43	527903	1,93	333598
0,43	857690	0,94	712260	1,44	523922	1,94	329969
0,44	855428	0,95	708840	1,45	519939	1,95	326355
0,45	853141	0,96	705402	1,46	515953	1,96	322758
0,46	850830	0,97	701944	1,47	511967	1,97	319178
0,47	848495	0,98	698468	1,48	507978	1,98	315614
0,48	846136	0,99	694974	1,49	503989	1,99	312067
0,49	843752	1	691462	1,5	500000	2	308538

Sumber : Vincent Gaspersz (2007)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,01	305026	2,51	156248	3,01	65522	3,51	22216
2,02	301532	2,52	153864	3,02	64256	3,52	21692
2,03	298056	2,53	151505	3,03	63008	3,53	21178
2,04	294598	2,54	149170	3,04	61780	3,54	20675
2,05	291160	2,55	146839	3,05	60571	3,55	20182
2,06	287740	2,56	146572	3,06	59380	3,56	19699
2,07	284339	2,57	142310	3,07	58208	3,57	19226
2,08	280957	2,58	140071	3,08	57053	3,58	18763
2,09	277595	2,59	137857	3,09	55917	3,59	18309
2,1	274253	2,6	135666	3,1	54799	3,6	17864
2,11	270931	2,61	133500	3,11	53699	3,61	17429
2,12	267629	2,62	131357	3,12	52616	3,62	17003
2,13	264347	2,63	129238	3,13	51551	3,63	16586
2,14	261086	2,64	127143	3,14	50503	3,64	16177
2,15	257846	2,65	125072	3,15	49471	3,65	15778
2,16	254627	2,66	123024	3,16	48457	3,66	15386
2,17	251429	2,67	121001	3,17	47460	3,67	15003
2,18	248252	2,68	119000	3,18	46479	3,68	14629
2,19	245097	2,69	117023	3,19	45514	3,69	14262
2,2	241964	2,7	115070	3,2	44565	3,7	13903
2,21	238852	2,71	113140	3,21	43633	3,71	13553
2,22	235762	2,72	111233	3,22	42176	3,72	13209
2,23	232695	2,73	109349	3,23	41815	3,73	12874
2,24	229650	2,74	107488	3,24	40929	3,74	12545
2,25	226627	2,75	105650	3,25	40059	3,75	12224
2,26	223627	2,76	103835	3,26	39204	3,76	11911
2,27	220650	2,77	102042	3,27	38364	3,77	11604
2,28	217695	2,78	100273	3,28	37538	3,78	11304
2,29	214764	2,79	98525	3,29	36727	3,79	11011
2,3	211855	2,8	96801	3,3	35930	3,8	10724
2,31	208970	2,81	95098	3,31	35148	3,81	10444
2,32	206108	2,82	93418	3,32	34379	3,82	10170
2,33	203269	2,83	91759	3,33	33625	3,83	9903
2,34	200454	2,84	90123	3,34	32884	3,84	9642
2,35	197662	2,85	88508	3,35	32157	3,85	9387
2,36	194894	2,86	86915	3,36	31443	3,86	9137
2,37	192150	2,87	85344	3,37	30742	3,87	8894
2,38	189430	2,88	83793	3,38	30054	3,88	8656
2,39	186733	2,89	82264	3,39	29379	3,89	8424
2,4	184060	2,9	80757	3,4	28716	3,9	8198
2,41	181411	2,91	79270	3,41	28067	3,91	7976
2,42	178786	2,92	77804	3,42	27429	3,92	7760
2,43	176186	2,93	76359	3,43	26803	3,93	7549
2,44	173609	2,94	74934	3,44	26190	3,94	7344
2,45	171056	2,95	73529	3,45	25588	3,95	7143
2,46	168528	2,96	72145	3,46	24998	3,96	6947

2,47	166023	2,97	70781	3,47	24419	3,97	6756
2,48	163543	2,98	69437	3,48	23852	3,98	6569
2,49	161087	2,99	68112	3,49	23295	3,99	6387
2,5	158655	3	66807	3,5	22750	4	6210

Sumber : Vincent Gaspersz (2007)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,01	6037	4,51	1306	5,01	224	5,51	30
4,02	5868	4,52	1264	5,02	216	5,52	29
4,03	5703	4,53	1223	5,03	208	5,53	28
4,04	5543	4,54	1183	5,04	200	5,54	27
4,05	5386	4,55	1144	5,05	193	5,55	26
4,06	5234	4,56	1107	5,06	185	5,56	25
4,07	5085	4,57	1070	5,07	179	5,57	24
4,08	4940	4,58	1035	5,08	172	5,58	23
4,09	4799	4,59	1001	5,09	165	5,59	22
4,1	4661	4,6	968	5,1	159	5,6	21
4,11	4527	4,61	936	5,11	153	5,61	20
4,12	4397	4,62	904	5,12	147	5,62	19
4,13	4269	4,63	874	5,13	142	5,63	18
4,14	4145	4,64	845	5,14	136	5,64	17
4,15	4025	4,65	816	5,15	131	5,65	17
4,16	3907	4,66	789	5,16	126	5,66	16
4,17	3793	4,67	762	5,17	121	5,67	15
4,18	3681	4,68	736	5,18	117	5,68	15
4,19	3573	4,69	711	5,19	112	5,69	14
4,2	3467	4,7	687	5,2	108	5,7	13
4,21	3364	4,71	664	5,21	104	5,71	13
4,22	3264	4,72	641	5,22	100	5,72	12
4,23	3167	4,73	619	5,23	96	5,73	12
4,24	3072	4,74	598	5,24	92	5,74	11
4,25	2980	4,75	577	5,25	88	5,75	11
4,26	2890	4,76	557	5,26	85	5,76	10
4,27	2803	4,77	538	5,27	82	5,77	10
4,28	2718	4,78	519	5,28	78	5,78	9
4,29	2635	4,79	501	5,29	75	5,79	9
4,3	2555	4,8	483	5,3	72	5,8	9
4,31	2477	4,81	467	5,31	70	5,81	8
4,32	2401	4,82	450	5,32	67	5,82	8
4,33	2327	4,83	434	5,33	64	5,83	7
4,34	2256	4,84	419	5,34	62	5,84	7
4,35	2186	4,85	404	5,35	59	5,85	7
4,36	2118	4,86	390	5,36	57	5,86	7
4,37	2052	4,87	376	5,37	54	5,87	6
4,38	1988	4,88	362	5,38	52	5,88	6
4,39	1926	4,89	350	5,39	50	5,89	6
4,4	1866	4,9	337	5,4	48	5,9	5
4,41	1807	4,91	325	5,41	46	5,91	5
4,42	1750	4,92	313	5,42	44	5,92	5
4,43	1695	4,93	302	5,43	42	5,93	5

4,44	161	4,94	291	5,44	41	5,94	5
4,45	1589	4,95	280	5,45	39	5,95	4
4,46	1538	4,96	270	5,46	37	5,96	4
4,47	1489	4,97	260	5,47	36	5,97	4
4,48	1441	4,98	251	5,48	34	5,98	4
4,49	1395	4,99	242	5,49	33	5,99	4
4,5	1350	5	233	5,5	32	6	3

Sumber : Vincent Gaspersz (2007).

© Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

Lampiran 8. Tabel distribusi normal

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,001	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,001	0,001
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,002	0,002
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,003	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,004	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,006	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,008	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0092	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,011
-2,1	0,0179	0,0174	0,017	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,015	0,0146	0,0143
-2	0,0287	0,0222	0,0217	0,212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,025	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,063	0,0618	0,0606	0,00594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,102	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,123	0,121	0,119	0,1173
-1	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,166	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,209	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,18904	0,1867
-0,7	0,242	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2783	0,2451
-0,5	0,3085	0,305	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,281	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,333	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,37983	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,352	0,3483

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,409	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0	0,5	0,496	0,492	0,448	0,484	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,464
0	0,5	0,504	0,508	0,512	0,516	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5468	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5672	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,591	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,648	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,67	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,695	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,719	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,756	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,791	0,7939	0,7967	0,7995	0,9023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8218	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,834	0,8365	0,8389
1	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8557	0,8559	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,77	0,879	0,881	0,883
1,2	0,8819	0,8869	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,77	0,879	0,881	0,883
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9264	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9445	0,9357	0,937	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9646	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,975	0,9756	0,9761	0,9767
2	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,983	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,985	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,989
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,992	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,994	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9954	0,9955	0,9956	0,9957	0,9958	0,9959	0,996	0,9961	0,9962
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,997	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,998	0,9981

© Hak cipta milik IPB University
IPB University

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,999	0,999
3,1	0,999	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

© Hak cipta milik IPB University
IPB University