

SKRIPSI

**APLIKASI PENGENDALIAN PROSES SECARA STATISTIKA
PADA PROSES PRODUKSI SUSU BUBUK INSTANT
DI PT NESTLÉ INDONESIA PABRIK KEJAYAN – JAWA TIMUR**

Oleh

RENITA MARIANTY

F02400059



2004

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

RENITA MARIANTY. F02400059. Aplikasi Pengendalian Proses secara Statistika pada Proses Produksi Susu Bubuk Instant di PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan – Jawa Timur. Di bawah bimbingan : M. Aman Wirakartakusumah dan Gunawan Mangunsukarjo. 2004

RINGKASAN

Pengendalian mutu perlu dilakukan agar produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan tuntutan konsumen. Dalam implementasi sistem mutu dijalankan cara yang selaras dengan pengetahuan standarisasi mutu yang berlaku dan mencapai kepuasan konsumen. Salah satu kegiatan pengendalian mutu yang dapat digunakan suatu industri adalah pengendalian mutu secara statistika (*Statistical Process Control – SPC*).

Kegiatan magang di PT Nestlé Indonesia dititikberatkan pada pengendalian proses produksi susu bubuk instant secara statistika. Parameter mutu susu bubuk instant difokuskan pada kadar air dan kadar lemak. Pengendalian proses ditujukan untuk memperoleh kadar air dan kadar lemak yang konsisten sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Pada awal perancangan SPC diperlukan pembuatan bagan kendali dan karakteristik mutu yang dibuat bagan kendalinya adalah kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant. Kadar air pada produk maksimal 3.00 % dan kadar lemak pada produk minimal 28.2 %. Sampel diambil setelah susu melewati fase pengeringan, saat akan ditampung di *silo* atau *tote bin*. Pengukuran kadar air dan kadar lemak dilakukan dengan menggunakan *Rapid Method - NIR Spectrophotometer*.

Data diolah dengan menggunakan *software* Nestlé SPC. Hasil pengolahan data awal produksi pada tahun 2003 menunjukkan bahwa proses stabil, ditandai dengan keseluruhan data berada pada *control limit*, namun kapabilitas proses untuk menghasilkan kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant masih dibawah 1.00. Oleh karena itu perlu penelusuran masalah yang terjadi melalui *brainstorming* dan pembuatan diagram sebab akibat. Hasil *brainstorming* menunjukkan suatu kesepakatan mengenai kemungkinan penyebab utama terjadinya keragaman kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant yang berhubungan dengan faktor personel, alat dan mesin, metoda, dan material.

Setelah dilakukan proses analisis, dilakukan suatu tindakan khusus pada proses dan mulai dilakukan *monitoring* sehingga dapat mengurangi variabilitas yang terjadi. Tindakan khusus yang dilakukan mengacu pada diagram sebab akibat, dimana faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant diperhatikan agar selalu berada pada spesifikasi yang ditentukan. Setelah proses dinyatakan *capable* (C_{PU} atau $C_{PL} > 1.00$), tahap akhir dari perencanaan SPC ini adalah optimasi proses dimana dilakukan peningkatan produktivitas dengan mengurangi *manufacturing loses* dan secara kontinu memindahkan *center line* mendekati nilai target.

**APLIKASI PENGENDALIAN PROSES SECARA STATISTIKA
PADA PROSES PRODUKSI SUSU BUBUK INSTANT
DI PT NESTLÉ INDONESIA PABRIK KEJAYAN – JAWA TIMUR**

Oleh

RENITA MARIANTY

F02400059

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Departemen Teknologi Pangan dan Gizi

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor



2004

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

- 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.

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**APLIKASI PENGENDALIAN PROSES SECARA STATISTIKA
PADA PROSES PRODUKSI SUSU BUBUK INSTANT
DI PT NESTLÉ INDONESIA PABRIK KEJAYAN – JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh:

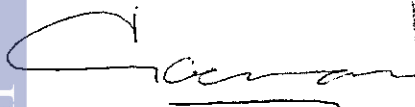
**RENITA MARIANTY
F02400059**

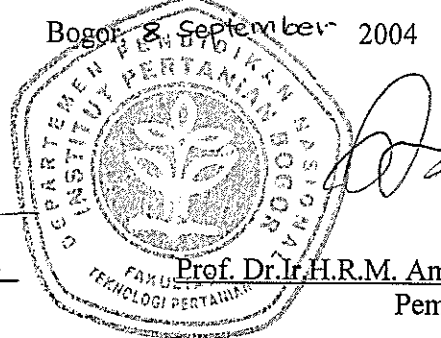
Dilahirkan pada tanggal 23 Maret 1982
di Bogor, Jawa Barat


Tanggal Lulus : 3 September 2004

Menyetujui,

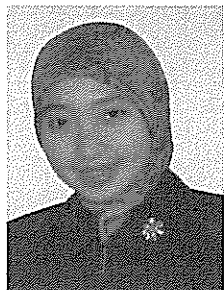
Bogor, 3 September 2004


Ir. Gunawan Mangunsukarjo
Pembimbing II




Prof. Dr. Ir. H.R.M. Aman Wirakartakusumah, MSc
Pembimbing I

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor – Jawa Barat pada tanggal 23 Maret 1982. Penulis merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara, pasangan keluarga Bapak H. Aang Mochamad Abas dan Ibu Hj. Kuntowati Widayati. Pendidikan penulis dimulai dari TK Santo Yusuf, Bandung (1986-1988), SD Negeri Pengadilan 2, Bogor (1988-1994), SMP Negeri 4, Bogor (1994-1997), dan SMU Negeri 1, Bogor (1997-2000). Penulis kemudian masuk Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI (Undangan Seleksi Masuk IPB) pada tahun 2000 dan terdaftar sebagai mahasiswa pada program studi Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian.

Selama menjadi mahasiswa IPB, penulis pernah berperan aktif sebagai panitia beberapa acara seperti Musyawarah Anggota (2001), BAUR TPG 2002, dan sebagainya. Penulis juga pernah menjadi asisten Kimia Dasar I selama 2 periode dan menjadi finalis Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional XVII tahun 2004 di bidang kewirausahaan. Penulis melakukan Praktek Lapang di PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan – Jawa Timur dengan judul “Proses Produksi dan Pengamatan Pengaruh Viskositas dan Total Solid pada Sifat Fisik Susu Bubuk”.

Dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Pertanian – IPB, penulis melakukan magang selama 5 bulan di PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan – Jawa Timur dengan judul “Aplikasi Pengendalian Proses secara Statistika pada Proses Produksi Susu Bubuk Instant” dibawah bimbingan Prof.Dr.Ir.H.R.M. Aman Wirakartakusumah, MSc sebagai pembimbing akademik dan Ir. Gunawan Mangunsukarjo sebagai pembimbing lapang.

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.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan kegiatan magang. Kegiatan Magang dilakukan di PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan, Jawa Timur dengan judul topik “Aplikasi Pengendalian Proses secara Statistika pada Proses Produksi Susu Bubuk Instant”. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan yang telah memberi kesempatan magang dan praktek lapang.
2. Prof.Dr.Ir.H.R.M. Aman Wirakartakusumah, MSc selaku pembimbing akademik, atas arahnya selama masa studi dan penyelesaian tugas akhir.
3. Ir. Gunawan Mangunsukarjo selaku pembimbing lapang atas bimbingan dan arahnya selama kegiatan magang dan penyelesaian laporan.
4. Ir. Budi Nurtama, MAgr dan Dr.Ir. M Arpah, Msi atas kesediaannya sebagai dosen penguji serta sumbangsih saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan skripsi.
5. Kedua orang tua tercinta dan Rian atas segala doa dan dukungan materi yang diberikan.
6. Mas Kasmani atas bimbingan, doa dan semangat yang telah diberikan
7. Mba’ Rani Damayanti, Juwita Astuti, Marisi, Yulia sebagai teman kos sekaligus sahabat baru penulis.
8. Semua member SPC Pabrik Kejayan, terimakasih atas kerjasama dan bantuan yang diberikan selama penyelesaian kegiatan magang.
9. Ami Utari sebagai teman seperjuangan.
10. Sahabat penulis : Nuni Novitasari, Esti Utami, Rahayuningsih, Elisabeth Meiri, Renny Poerwanti, dan Erna Ningsih atas dukungan dan doa yang diberikan.
11. Teman-teman TPG’37 : Yuswa Slamet, Riza Wicaksono, Opiq, Malvin, dan lain-lain atas motivasi yang diberikan

12. Teman-teman kelompok C1 : Elfia Rahmi, Yadi, Thika Krisnovitha, dan Deffi Ayu atas kekompakannya selama praktikum.
13. Semua staf produksi dan laboratorium yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberikan motivasi dalam penyelesaian masa studi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan. Penulis mohon maaf bila terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Bogor, September 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Teks	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN MAGANG	2
II. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	3
A. SEJARAH NESTLÉ INDONESIA	3
B. LOKASI PABRIK NESTLÉ INDONESIA	6
C. PABRIK KEJAYAN	7
1. Struktur Organisasi	9
2. Ketenagakerjaan	9
III. TINJAUAN PUSTAKA	11
A. MUTU	11
B. GUGUS KENDALI MUTU	12
C. PENGENDALIAN PROSES SECARA STATISTIKA	16
D. TEKNIK-TEKNIK PENGENDALIAN MUTU	17
1. Bagan Kendali	17
2. Studi Kemampuan Proses	21
3. Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone Diagram</i>)	24
4. Teknik <i>Brainstorming</i>	26
E. SUSU BUBUK	26
	v

IV. METODOLOGI KEGIATAN MAGANG	29
V. PENGAMATAN PROSES PRODUKSI SUSU BUBUK INSTANT	32
A. SUSU SEGAR	32
B. STANDARISASI	37
C. EVAPORASI	42
D. PENGERINGAN SEMPROT	46
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. PERSIAPAN DAN PELATIHAN	50
B. PROSES ANALISIS	50
a. Analisis dengan <i>Brainstorming</i>	54
b. Analisis <i>Fishbone Diagram</i>	56
1. Kadar air yang tidak konsisten	56
2. Kadar lemak yang tidak konsisten	64
C. PROSES MONITORING	70
D. PENINGKATAN PROSES	74
VII. KESIMPULAN DAN SARAN	77
A. KESIMPULAN	77
B. SARAN	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	82

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.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Standar keputusan berdasarkan indeks kapabilitas proses	23
Tabel 2. Faktor yang mempengaruhi kadar air dan kadar lemak pada Produk	71
Tabel 3. Perincian <i>cost saving</i> pada produk susu bubuk instant	76

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar	1. Skema pelaksanaan Gugus Kendali Mutu dan teknik penerapan yang digunakan	15
Gambar	2. Struktur diagram sebab akibat (<i>Fishbone diagram</i>)	25
Gambar	3. Diagram alir proses pemompaan susu ke silo	37
Gambar	4. Diagram alir proses MSK <i>dissolving</i>	39
Gambar	5. Diagram alir pembuatan <i>butter oil</i>	41
Gambar	6. Diagram alir proses evaporasi	45
Gambar	7. Diagram alir proses pengeringan	49
Gambar	8a. Proses analisis untuk kadar air	52
Gambar	8b. Proses analisis untuk kadar lemak	53
Gambar	9a. Diagram sebab akibat untuk kadar air	57
Gambar	9b. Diagram sebab akibat untuk kadar lemak	65
Gambar	10a. Variabilitas kadar air susu bubuk instant	73
Gambar	10b. Variabilitas kadar lemak susu bubuk instant	73
Gambar	11a. Kapabilitas proses pada pencapaian kadar air yang konsisten	75
Gambar	11b. Kapabilitas proses pada pencapaian kadar lemak yang konsisten	75

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.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Struktur organisasi PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan	82
Lampiran 2. Prosedur kalibrasi suhu, tekanan, dan flow meter	83
Lampiran 3. Prosedur analisa kadar air, kadar lemak, dan total solid metoda standar	84

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.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pengaruh globalisasi dunia mengakibatkan perubahan yang besar pada dunia usaha. Pada era globalisasi masyarakat cenderung berkembang menjadi masyarakat yang dinamis dan kreatif. Dalam kondisi masyarakat yang seperti ini tentunya semakin besar dan kompleks pula kebutuhan akan aneka produk pangan dan variasi mutunya. Orientasi konsumen saat ini bukan lagi pada harga produk yang murah saja, namun produk tersebut juga harus bermutu. Oleh karena itu industri pangan harus selalu dinamis dalam memperhatikan mutu suatu produk guna memberikan jaminan akan mutu produk tersebut.

Pengendalian mutu perlu dilakukan agar produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan tuntutan konsumen. Kegiatan pengendalian mutu ini sama pentingnya dengan kegiatan produksi karena apabila terjadi kesalahan dalam kegiatan pengendalian mutu, maka akan berakibat fatal terhadap industri secara keseluruhan. Oleh karena itu, dalam menerapkan sistem mutu perlu dipertimbangkan teknis operasional dan operasi bisnis yang selaras dengan pengetahuan standarisasi mutu yang berlaku dan kepuasan konsumen. Salah satu kegiatan pengendalian mutu yang dapat digunakan suatu industri adalah pengendalian mutu secara statistika (*Statistical Process Control – SPC*). SPC adalah suatu cara pengendalian proses yang dilakukan melalui pengumpulan dan analisa data kuantitatif selama berlangsungnya proses produksi kemudian dilakukan penentuan dan interpretasi hasil pengukuran sehingga diperoleh gambaran yang menjelaskan baik tidaknya suatu proses untuk memenuhi standar kualitas produk dalam memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.

B. TUJUAN MAGANG

1. Umum

- a. Memperkenalkan dan memberikan gambaran nyata dunia industri beserta permasalahan yang ada didalamnya
- b. Memberi kesempatan untuk menerapkan ilmu dan keterampilan profesi yang didapat untuk menganalisa, mengobservasi serta memecahkan masalah yang ada dalam industri
- c. Menjalin kerjasama dan kemitraan antara institusi dengan industri
- d. Terlibat dalam pelaksanaan project SPC (*Statistical Process Control*) di PT Nestlé Indonesia Pabrik Kejayan

2. Khusus

Berperan serta aktif dalam kegiatan aplikasi SPC pada produk susu bubuk instant yang diproduksi di line # 1 Pabrik Kejayan, yang menitikberatkan pada karakteristik kadar air dan kadar lemak. Aplikasi pengendalian proses secara statistika melalui beberapa tahap, antara lain:

- a. Persiapan dan Pelatihan
- b. Proses Analisis
- c. Proses Monitoring
- d. Peningkatan Proses

II. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN

A. SEJARAH NESTLÉ INDONESIA

Nestlé Indonesia adalah anak perusahaan Nestlé S.A. (Société Anonim, yang dalam bahasa Indonesia adalah Perseroan Terbatas), produsen makanan terkemuka di dunia yang berpusat di Vevey Swiss. Slogan Nestlé “Good Food, Good Life”, menggambarkan komitmen Nestlé untuk memanfaatkan kemajuan IPTEK dalam memenuhi kebutuhan manusia : makanan bermutu yang aman, berkualitas, dan menyenangkan untuk dikonsumsi demi mewujudkan kehidupan yang lebih baik.

Visi Nestlé Indonesia, Nestlé Indonesia perusahaan makanan dan minuman terkemuka untuk kesejahteraan, dikenal masyarakat Indonesia sebagai perusahaan yang terpilih dan bereputasi, melalui manusia maupun produknya, yang dapat diandalkan, memiliki rasa peduli, berkualitas, dan jujur, mempunyai komitmen kuat yang berkesinambungan di Indonesia. Kebijakan mutu yang diterapkan oleh PT Nestlé Indonesia adalah :

1. Keberhasilan tercipta karena mutu
2. Pelanggan didahulukan
3. Mutu adalah suatu keunggulan kompetitif
4. Mutu merupakan suatu usaha bersama
5. Mutu diciptakan oleh manusia
6. Mutu adalah tindakan

Kelompok perusahaan Nestlé berawal dari visi seorang ahli kimia, Henri Nestlé. Pada musim gugur tahun 1867 di sebuah kota kecil, Vevey, ditepi danau Geneva Swiss banyak bayi yang meninggal dunia sebelum mencapai usia 1 tahun karena belum ditemukannya makanan khusus untuk bayi. Henri Nestlé kemudian berhasil menciptakan makanan bayi “Farine Lactee” (paduan roti, susu paling bermutu dan gula), yang telah mampu menyelamatkan jiwa banyak bayi saat itu.

Logo Nestlé berupa gambar seekor induk burung sedang mengawasi kedua anaknya di dalam sarang, digunakan pertama kali pada kemasan makanan bayi tersebut. Logo tersebut dipilih karena dalam bahasa Jerman, nama Henri Nestlé berarti “sarang kecil”. Logo tersebut menggambarkan cinta kasih ibu yang dalam, sekaligus mengekspresikan nilai-nilai dan prinsip kemanusiaan Henri Nestlé. Logo tersebut tetap dipakai setelah Nestlé bergabung dengan perusahaan Anglo Swiss Condensed Milk Company pada tahun 1905, yang mengoperasikan pabrik susu kental pertama di Eropa pada tahun 1866, sebagai cikal bakal perusahaan Nestlé saat ini. Nestlé terus menerus melakukan berbagai penelitian serta melakukan diversifikasi produk melalui akuisisi kemitraan strategis. Langkah-langkah tersebut merupakan upaya yang berkesinambungan Nestlé untuk terus menerus meningkatkan rasa, kualitas, dan keamanan produk-produknya.

Nestlé telah dikenal di bumi nusantara sejak akhir abad ke-19 lewat produk susu “Milkmaid” yang dikenal dengan sebutan “Tjap Nona”. Pemasaran produk Nestlé di bumi nusantara pada tahun 1910-an dilakukan oleh kantor Nestlé Singapura. Pada saat itu belum ada pabrik Nestlé di Indonesia. Pada tahun 1930-an Nestlé menguasai pangsa pasar produk susu sehingga konsumen menyebut semua jenis susu sebagai “Tjap Nona”. Keberhasilan Nestlé merebut kepercayaan dan kesetiaan konsumen di Indonesia disebabkan oleh produk yang bermutu tinggi dan dukungan distribusi yang efisien serta manajemen penjualan yang profesional.

Perkembangan Nestlé Indonesia

- 1971 PT Food Specialties Indonesia berdiri pada tanggal 29 Maret 1971. Indonesia saat itu hanya sebagai distributor yang berlokasi di Jl. Sumatra, Surabaya. PT Food Specialties Indonesia berubah nama menjadi PT Nestlé Indonesia (NI) pada tahun 1993.
- 1972 Pabrik Waru di kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, pabrik pertama Nestlé di Indonesia didirikan dan mulai beroperasi pada tahun 1973 menghasilkan produk-produk susu.

- 1978 PT Indo Food Jaya Raya didirikan pada tanggal 12 April 1978, dengan pabriknya berlokasi di desa Serampok, Kecamatan Panjang, Bandar Lampung. PT Indo Food Jaya Raya berganti nama menjadi PT Nestlé Beverages Indonesia.
- 1979 Pabrik Panjang di Lampung (PT Nestlé Beverages Indonesia/NBI) mulai beroperasi menghasilkan produk-produk kopi instant Nescafé yang dipasarkan di dalam negeri maupun diekspor ke Jepang, Taiwan, dan Singapura.
- 1981 Pada bulan September 1981 mulai diproduksi susu segar steril “Bear Brand”.
- 1988 Pada tanggal 2 Juni 1988 pabrik Kejayan di kabupaten Pasuruan, Jawa Timur diresmikan oleh Presiden Soeharto dan mulai beroperasi menyerap susu segar dari para peternak sapi perah di Jawa Timur dan menghasilkan produk-produk susu dengan merk “DANCOW” .
- 1989 Pabrik Cikupa di kabupaten Tangerang, Banten (PT Nestlé Confectionery Indonesia/NCI) didirikan dan mulai beroperasi menghasilkan produk-produk confectionery (kembang gula), antara lain permen FOX’S dan POLOMINTS
- 1995 Nestlé merupakan pelopor di dunia dalam memproduksi produk masakan bermutu tinggi dengan nama MAGGI. Pada awal tahun 1995, Nestlé mengakuisisi PT Supmi Sakti yang memproduksi mie instant bermerk DOREMI dan Supmi Ayam yang pabriknya di Talaga. Perluasan produk non susu telah memberikan kepada Nestlé untuk memproduksi produk-produk bumbu masak MAGGI, kaldu dalam bentuk blok (bouillon cubes) serta mie instant MAGGI.
- 1998 Pemasaran produksi PT Nestlé Indonesia dalam negeri dilakukan oleh perusahaan yang ditunjuk sebagai distributor utama yaitu PT Sumber Pangan Segar dan PT Rola Perdana yang berpusat di Jakarta. Pada bulan November 1998 kedua perusahaan ini bergabung dan

berganti nama menjadi PT Nestlé Distribution Indonesia sekaligus menjadi distributor tunggal.

- 2000 Penggabungan NI, NCI, dan PT Supmi Sakti menjadi PT Nestlé Indonesia.
- 2001 Penggabungan NI, NBI, dan PT Nestlé Distribution Indonesia menjadi PT Nestlé Indonesia.
PT Supmi Sakti yang tergabung dalam PT Nestlé Indonesia, ditutup
- 2002 Pabrik Waru diintegrasikan ke pabrik Kejayan.

B. LOKASI PABRIK NESTLÉ INDONESIA

PT Nestlé Indonesia mempunyai 3 pabrik yaitu:

- Pabrik Kejayan didirikan pada tanggal 2 Juni 1988
Lokasi : Jl. Raya Pasuruan Malang Km. 9.5
Tembero - Kejayan Pasuruan
Hasil produksi : Susu kental manis 'Milkmaid', 'Carnation',
susu bubuk 'Dancow'.
- Pabrik Panjang Lampung, didirikan pada tahun 1979 yang disebut dengan PT Nestlé Beverages Indonesia.
Lokasi : Desa Serampok, kecamatan Panjang, Bandar
Lampung seluas 6,2 Hektar.
Hasil produksi : Carnation Coffemate, Nescafé 2 in 1, Nescafé
3 in 1 dan Nescafé Ice
- Pabrik Cikupa - Tangerang, didirikan pada bulan Oktober 1990 dengan nama PT Nestlé Confectionery Indonesia.
Lokasi : Desa Bitung Jaya, Cikupa-Tangerang, Jawa Barat.
Hasil produksi : Permen Polo mint dan permen Fox's.

C. PABRIK KEJAYAN

Pabrik Kejayan merupakan salah satu pabrik Nestlé Indonesia diresmikan pada tanggal 2 Juni 1988 oleh Presiden Republik Indonesia pada waktu itu. Sejak awal, Pabrik ini memproduksi susu menggunakan bahan baku asli dari penduduk atau peternak sapi di Jawa Timur. Diawali dengan penerimaan sekitar 180 ton per hari, kini penerimaan susu segar rata-rata 500 ton per hari. Pabrik Kejayan terletak 10 km dari Pasuruan, 70 km dari Surabaya dan 40 km dari Malang, memudahkan akses bagi para peternak sapi perah bahkan mempermudah distribusi dari hasil produksinya.

Pada tahun 2002, pabrik Waru berintegrasi dengan pabrik Kejayan. Proses integrasi dengan Pabrik Waru, akan menyebabkan pabrik ini beroperasi dalam kapasitas dua kali lebih besar dibanding sebelumnya. Saat ini, Pabrik Kejayan telah menggunakan alat-alat produksi yang mutakhir dilengkapi dengan kontrol panel untuk mempermudah proses kontrol dari produksi tersebut.

Di dalam aktivitasnya, Nestlé bekerjasama dalam suatu tim untuk meraih sukses bersama sebagai salah satu *Core Factory* dari Nestlé Internasional. Untuk meraih sukses bersama tersebut, Nestlé Indonesia menganut prinsip kejujuran, keadilan dan keterbukaan dari setiap karyawan atau individu yang terlibat. Prinsip ini diterapkan dalam beberapa aktivitas yang ada di Pabrik Kejayan, yaitu BEST, IDEA, 5 S yang merupakan wadah bagi karyawan untuk terlibat dalam proses berorganisasi. Hasil dari aktivitas-aktivitas tersebut berguna bagi Nestlé, terutama dalam proses pengambilan keputusan.

BEST merupakan salah satu aktivitas organisasi untuk mengikutsertakan karyawan dalam proses perbaikan berkesinambungan di Nestlé Indonesia. Elemen penting dalam suatu proses perbaikan adalah kerjasama tim, termasuk diantaranya arah dan tujuan dari kegiatan harus dipahami dengan baik oleh seluruh anggota tim. Berikut ini adalah 6 tahapan kegiatan perbaikan berkesinambungan :

1. Seleksi kegiatan dan pembentukan tim
2. Menentukan arah kegiatan
3. Analisa permasalahan
4. Menghimpun dan menyeleksi pemecahan masalah
5. Menguji dan mengevaluasi pemecahan masalah yang ditetapkan
6. Menerapkan hasil kegiatan yang telah dibakukan

IDEA Sistem bertujuan memberikan dorongan dan peluang kepada setiap karyawan untuk memberikan kontribusinya secara langsung melalui pemberian usulan yang konstruktif, yang bertujuan memperbaiki kinerja *safety, hygiene, cost effectiveness*, dan lain-lain. IDEA yang telah disetujui oleh atasan komite haruslah dapat memberikan keuntungan secara langsung kepada setiap orang yang terlibat dan orang yang mengusulkannya akan mendapat penghargaan yang sesuai.

Sistem 5 S pertama kali digunakan di Jepang. Sistem ini dirancang untuk mencapai beberapa hal berikut ini :

- Menciptakan suasana kerja yang nyaman dan menyenangkan
- Mengarah pada pengurangan waktu yang tidak produktif
- Para karyawan bangga akan hasil kerja mereka
- Menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi dengan kualitas yang lebih baik
- Meningkatkan kesadaran para karyawan terhadap pekerjaannya, sehingga dapat melaksanakan pekerjaan tersebut dengan lebih baik.

5 S merupakan kepanjangan dari :

1. SEIRI : Seleksi
2. SEITON : Susun
3. SEISO : Sapu
4. SEIKETSU : Serasi
5. SHITSUKE : Sikap

Seleksi : membedakan barang yang masih berguna dan tidak, kemudian menyingkirkan barang yang tidak berguna

dan memperbaiki barang yang rusak sehingga menjadi berguna.

- Susun : menyusun dengan rapi barang-barang yang ada Sehingga mudah mencarinya saat diperlukan, meletakkan barang pada tempatnya dan memberi tanda, daftar serta denah barang.
- Sapu : membersihkan secara teratur lingkungan kerja, sehingga barang tidak tercecer dan tidak menimbulkan debu. Selain lingkungan kerja, mesin dan peralatan juga harus dibersihkan dan sampah dibuang pada tempat yang telah disediakan.
- Serasi : dengan melaksanakan 3-S diatas, maka akan tercipta lingkungan kerja yang serasi. Agar kebersihan di lingkungan kerja terpelihara, maka jadwal pembersihan harus dibuat dan ditetapkan penanggungjawabnya.
- Sikap : dengan tercapainya 4-S diatas maka akan membentuk sikap positif karyawan dan terbentuk norma budaya malu jika bekerja pada lingkungan yang kotor, tetapi merasa bangga akan terciptanya kebersihan.

1. Struktur Organisasi

Pemegang jabatan tertinggi PT Nestlé Indonesia pabrik Kejayan dipegang oleh seorang *factory manager* yang dibantu oleh seorang *confidential secretary*. Organigram pabrik Kejayan dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Ketenagakerjaan

Tenaga kerja adalah unsur yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Di PT Nestlé Indonesia pabrik Kejayan, karyawan dapat digolongkan menjadi karyawan tetap dan karyawan harian.

Sedangkan untuk karyawan harian berasal dari dua buah CV, yaitu CV Areco yang bekerja sebagai *cleaning service* dan CV Arina bekerja sebagai pekerja harian di bagian produksi dan pengemasan.

Pada dasarnya jumlah hari kerja seminggu adalah 5 hari. Jumlah jam kerja tidak melebihi 8 jam sehari dan 40 jam seminggu. Jam kerja berlaku bagi pekerja kantor yang tidak langsung berhubungan dengan proses produksi adalah 8 jam sehari, tidak termasuk 30 menit istirahat. Jam kerja untuk karyawan mengalami shift, yang diatur sebagai berikut :

1. Shift pagi (I) : 06.00-14.00
2. Shift siang (II) : 14.00-22.00
3. Shift malam (III) : 22.00-06.00

sedangkan untuk karyawan non-shift masuk pada hari senin-jumat pada pukul 08.00-16.00.

Seluruh karyawan akan diikutkan program Jamsostek yang terdiri dari Jaminan Hari Tua, Jaminan Kecelakaan, dan Jaminan Kematian. Kontribusi karyawan untuk Jaminan Hari Tua adalah sebesar 2 % dari gaji kotor dan perusahaan memberikan kontribusi untuk Jaminan Hari Tua sebesar 0.89 %, Jaminan Kecelakaan 0.3 % dan Jaminan Kematian sebesar 0.3 % dari gaji kotor. Seluruh karyawan wajib mengikuti program dana pensiun yang pengelolaannya diserahkan pada Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK)-PT.Credit Suisse Life & Pensions Indonesia. Kontribusi karyawan adalah sebesar 4.5 % dari gaji pokok setelah dipotong kontribusi iuran JHT (Jaminan Hari Tua) dalam Jamsostek dan perusahaan memberikan kontribusi 7.5 % dari gaji pokok bulanan setelah dipotong kontribusi iuran JHT dalam Jamsostek.

III. TINJAUAN PUSTAKA

A. MUTU

Menurut Feigenbaum (1989), mutu produk adalah keseluruhan atau gabungan karakteristik produk dari pemasaran, rekayasa, pembuatan dan pemeliharaan yang membuat produk tersebut memenuhi harapan-harapan konsumen. Linn (1981) menyatakan bahwa mutu suatu produk diartikan sebagai kesesuaian sifat terhadap derajat keunggulan yang dirumuskan dalam bentuk standar atau spesifikasi yang jelas. Selain itu, mutu bahan berarti kumpulan beberapa sifat yang berpengaruh nyata terhadap derajat penerimaan.

Pengendalian mutu dalam istilah industri didefinisikan sebagai suatu proses untuk mendelegasikan tanggung jawab dan wewenang untuk kegiatan manajemen dengan menggunakan cara-cara yang dapat menjamin hasil yang memuaskan. Sedangkan prosedur untuk mencapai sasaran mutu industri tersebut diistilahkan sebagai “kendali mutu” (Feigenbaum, 1989).

Tindakan pengendalian mutu diklasifikasikan menjadi empat macam, yaitu pengendalian rancangan baru, pengendalian bahan yang masuk, pengendalian produk dan kajian proses khusus. Pengendalian rancangan baru meliputi pembentukan dan spesifikasi mutu dari segi biaya, keamanan dan keterandalan yang diperlukan untuk memenuhi kepuasan konsumen, serta mencari kemungkinan sumber-sumber gangguan mutu sebelum dilakukan produksi. Pengendalian bahan yang masuk mencakup spesifikasi penerimaan dan penyimpangan pada tingkat mutu yang paling ekonomis. Pengendalian produk adalah pengendalian dari sumber produksi hingga ke pemasaran, sehingga penyimpangan-penyimpangan mutu dapat dikoreksi sebelum produk-produk yang cacat atau tidak sesuai dihasilkan. Kajian proses khusus melibatkan penyelidikan dan pengujian untuk menetapkan tempat penyebab terjadinya produk-produk yang tidak sesuai untuk memperbaiki karakteristik mutu dan untuk menjamin bahwa perbaikan atau tindakan koreksi sudah permanen (Feigenbaum, 1989).

B. GUGUS KENDALI MUTU

Usaha peningkatan mutu bukanlah merupakan beban kerja suatu departemen atau satu unit kerja saja dalam suatu perusahaan, melainkan usaha terpadu dari seluruh karyawan. Setiap individu mulai dari proses perancangan produk sampai dengan penyerahan produk kepada pelanggan harus terlibat. Istilah pelanggan dapat diperluas menjadi tidak saja konsumen tetapi setiap proses pada suatu perusahaan. Pengertian ini lazim disebut “the next process is the customer” (setiap proses adalah pelanggan). Dengan demikian diperoleh kepercayaan diri yang lebih dalam akan keikutsertaan, keterlibatan, dan dukungan positif dari kita dan semua pihak dalam perusahaan untuk melaksanakan peningkatan mutu. Inilah yang disebut sebagai “pengendalian mutu terpadu” (*Total Quality Control-TQC*).

Selanjutnya, langkah nyata yang diharapkan dari keterlibatan karyawan adalah “memecahkan persoalan” yang timbul yang berkaitan dengan mutu. Pemecahan masalah, bukan sekedar mengatasi dan menanggulangi masalah-masalah yang dihadapi melainkan juga mencari penyebab masalah sehingga dimasa mendatang dapat dilakukan pencegahan terulangnya masalah tersebut. Kenyataan tersebut melahirkan gagasan untuk mengadakan kelompok diskusi yang mampu memecahkan persoalan pada tempat kerja yang sama secara terpadu. Kelompok ini selanjutnya disebut sebagai “Gugus Kendali Mutu” (*Quality Control Circle*). Gugus Kendali Mutu (GKM) pertama kali dikembangkan di Jepang dan telah berperan cukup besar dalam perbaikan proses produksi dan perbaikan manajemen dalam rangka meningkatkan mutu produk-produk mereka.

Ada tiga sasaran dibentuknya GKM di Jepang, yaitu :

1. Membantu mengembangkan kelompok-kelompok diskusi para supervisor dan pekerja yang mempelajari masalah FQC (*Foreman Quality Control*) secara bersama.

2. Menerapkan hasil pembahasan mereka di tempat kerja masing-masing agar dapat lebih efektif dalam pengelolaan dan memperbaiki lingkungan kerja.
3. Mengembangkan kepribadian supervisor dan para pekerja.

Ada tiga “gagasan pokok” yang melatarbelakangi kegiatan GKM yang dilaksanakan sebagai bagian dari kegiatan pengendalian mutu terpadu, yaitu:

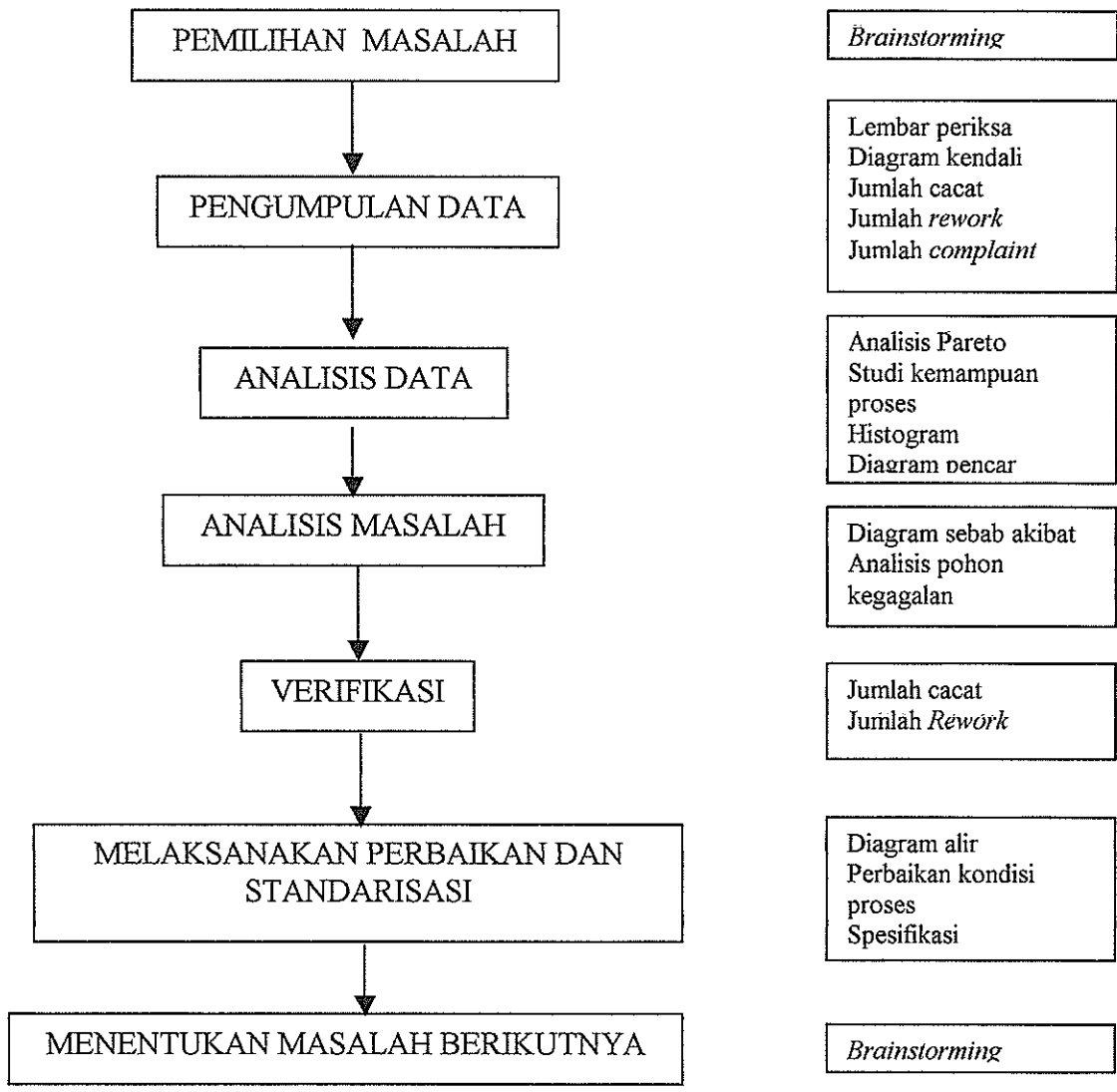
1. Membantu perbaikan dan pengembangan perusahaan
Fungsi pengendalian mutu adalah untuk menghasilkan produk-produk yang terus-menerus dapat memuaskan kebutuhan pelanggan.
2. Menghargai kemanusiaan dan membangun tempat kerja yang bahagia, cerah dan layak.
3. Menggunakan kemampuan manusia sepenuhnya dan menggali potensi yang tidak terbatas.

Pada umumnya, GKM dapat dibentuk dan memulai kegiatannya apabila perusahaan telah menerapkan Pengendalian Mutu Terpadu (*Total Quality Control-TQC*). Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam memulai GKM di perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Membentuk komitmen para manajer puncak dan madya dengan cara menugaskan mereka untuk menghadiri konferensi-konferensi GKM dan mengunjungi perusahaan yang telah menerapkannya
2. Memilih fasilitator yang diberi tugas untuk mempromosikan GKM di perusahaan. Orang tersebut harus mempelajari teknik-teknik pengendalian mutu dan mempersiapkan materi yang disederhanakan untuk melatih ketua dan anggota GKM.
3. Membentuk GKM dan melatih ketua yang dipilih oleh anggotanya. Materi pelatihan antara lain konsep pengendalian mutu dan cara perbaikan mutu (*Plan, Do, Check, Action – PDCA*), serta *Seven Tools*, yang terdiri atas :
 - a. *Brainstorming*
 - b. Pemilihan masalah
 - c. Diagram sebab akibat

- d. Pengumpulan data
 - e. Analisis “Pareto”
 - f. Grafik dan Histogram
 - g. Presentasi manajemen
4. Mengelola dan menggerakkan GKM yang dilakukan oleh para ketua GKM berdasarkan materi pelatihan.
 5. Para ketua GKM melatih para anggotanya tentang apa yang telah dipelajarinya. Apabila diperlukan, fasilitator dapat membantu selama proses pelatihan. Pelatihan dilakukan selangkah demi selangkah (step by step), sesuai dengan kemampuan anggota.
 6. Anggota setelah belajar dan mengikuti pelatihan kemudian memilih masalah bersama yang terdapat di tempat kerjanya. Pada tahap awal, supervisor atau fasilitator dapat dimintai konsultasi. Selanjutnya berlakulah proses kegiatan GKM yang terkenal dengan delapan langkah, yaitu :
 - a. Menentukan prioritas utama
 - b. Mencari penyebab masalah
 - c. Meneliti penyebab masalah
 - d. Menyusun rencana perbaikan
 - e. Melaksanakan perbaikan
 - f. Meneliti hasil perbaikan
 - g. Mencegah terulangnya masalah (standarisasi GKM)
 - h. Membahas masalah berikutnya

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.



Gambar 1. Skema pelaksanaan Gsus Kendali Mutu dan teknik penerapan yang digunakan

C. PENGENDALIAN PROSES SECARA STATISTIKA

Pengendalian proses secara statistik adalah suatu terminologi yang mulai digunakan sejak tahun 1970-an untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik statistik dalam memantau dan meningkatkan kinerja proses menghasilkan produk berkualitas. Pada tahun 1950-an sampai tahun 1960-an digunakan terminologi pengendalian kualitas secara statistik (*Statistical Quality Control = SQC*) (Gaspersz, 1998).

Pengendalian proses secara statistik adalah metode pengukuran, pemahaman, dan pengawasan variasi dalam suatu proses *manufacturing* (Wayworld, 2001). Menurut Gaspersz (1998) pengendalian proses secara statistik (*Statistical Process Control*) adalah suatu metodologi pengumpulan dan analisis data kuantitatif, kemudian dilakukan penentuan dan interpretasi hasil pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu industri, untuk meningkatkan kualitas dari output guna memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

Tujuan dari pengendalian proses secara statistik (Wayworld, 2001) adalah :

1. Menentukan apakah proses dalam keadaan terkendali
2. Menentukan apakah proses berada dalam spesifikasi
3. Identifikasi penyebab variasi

Tujuan utama pengendalian proses secara statistik adalah pengurangan variasi yang sistematis dalam karakteristik mutu kunci produk itu. Pengendalian proses secara statistik akan menstabilkan proses itu dan mengurangi variasi, sehingga lebih jauh biasanya menghasilkan biaya mutu yang lebih rendah dan mempertinggi posisi dalam kompetisi yang semakin ketat (Montgomery, 1990).

Strategi pengendalian proses secara statistik adalah membawa suatu proses berada di bawah pengendalian secara statistik. Pengendalian proses secara statistik berarti proses itu dikendalikan berdasarkan catatan data yang

secara terus-menerus dikumpulkan dan dianalisis agar menghasilkan informasi yang dapat digunakan dalam mengendalikan dan meningkatkan proses sehingga proses itu memiliki kemampuan untuk memenuhi spesifikasi output yang diinginkan pelanggan (Gaspersz, 1998).

Gaspersz (1998) menambahkan bahwa pada dasarnya langkah-langkah pengendalian proses secara statistik dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Merencanakan penggunaan perangkat statistik
2. Memulai menggunakan perangkat statistik tersebut
3. Mempertahankan atau menstabilkan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus yang dianggap merugikan
4. Merencanakan perbaikan proses secara terus-menerus (*Continuous Process Improvement*) melalui pengurangan variasi penyebab umum
5. Mengevaluasi dan meninjau ulang terhadap penggunaan alat-alat statistik itu.

D. TEKNIK-TEKNIK PENGENDALIAN MUTU

Alat yang digunakan dalam upaya mengurangi variasi karakteristik kualitas adalah sebagai berikut :

1. Bagan Kendali

Bagan kendali pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*) (Gaspersz, 2001).

Bagan kendali adalah perangkat statistik yang memungkinkan suatu organisasi mengetahui dan memantau konsistensi suatu proses atau produk yang dihasilkan melalui pengamatan proses yang sedang berlangsung dan proses yang lalu dengan menggunakan prinsip-prinsip statistik dalam menyelesaikannya (Lawrence, 1986).

Bagan kendali terdiri dari suatu display grafik dari suatu karakteristik mutu yang telah dihitung atau diukur dari suatu contoh produk terhadap nomor contoh atau waktu (Deming, 2001). Pada dasarnya bagan kendali digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses berada dalam keadaan terkendali secara statistik dan menentukan kapabilitas proses, yang selanjutnya digunakan untuk mengendalikan proses secara terus-menerus (Gaspersz, 2001).

Keuntungan menggunakan bagan kendali (Anonymous, 2001), adalah :

1. Memonitor proses setiap waktu
2. Membedakan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus dan penyebab umum
3. Mengkaji efektivitas perubahan dalam usaha untuk meningkatkan proses .
4. Memberikan informasi mengenai proses dalam periode tertentu

Bagan kendali dapat digunakan untuk menentukan proses yang telah berada pada kontrol kualitas yang tetap dengan cara menguji data yang telah ada sebelumnya dan menentukan batas kualitas dari data yang baru dari sebuah proses (Ryan, 1989).

Berdasarkan sifat atribut dan variabel dari parameter mutu yang diukur, ada dua macam bagan pengendalian proses yaitu bagan pengendalian atribut dan bagan pengendalian variabel. Bagan kendali atribut digunakan untuk mengendalikan sifat-sifat atribut seperti cacat-normal, baik-buruk, tolak-terima, dan lain-lain. Sedangkan bagan kendali variabel digunakan untuk mengendalikan sifat-sifat yang dapat diukur dengan piranti fisik, misalnya berat satuan, kadar air, kadar gula, berat jenis, dan sebagainya (Soekarto, 1990).

Montgomery (1990) menyebutkan bahwa grafik kendali variabel dipakai secara luas. Biasanya grafik-grafik ini merupakan prosedur pengendali yang lebih efisien dan memberikan informasi tentang penampilan proses yang lebih banyak daripada grafik pengendali sifat.

Bagan kendali dapat digunakan oleh manajemen sebagai alat guna mencapai tujuan tertentu berkenaan dengan kualitas proses. Garis tengah dan batas-batas pengendali mungkin nilai-nilai standar yang dipilih oleh manajemen sehingga mereka memastikan proses dalam keadaan terkendali pada tingkat kualitas itu. Selain itu juga sebagai alat penaksir parameter tertentu seperti rata-rata, standar deviasi, dan sebagainya.

Peta kendali \bar{X} (rata-rata) dan R (rentangan) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinyu, sehingga peta kendali \bar{X} dan R sering disebut sebagai peta kendali untuk data variabel. Peta kendali \bar{X} menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran titik tengah (*central tendency*) atau rata-rata dari suatu proses. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti : peralatan yang dipakai, peningkatan temperatur secara gradual, perbedaan metode yang digunakan dalam *shift*, adanya material baru, tenaga kerja baru yang belum dilatih, dan lain-lain. Sedangkan peta kendali R menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti : bagian peralatan yang hilang, minyak pelumas mesin yang tidak mengalir dengan baik, kelelahan pekerja, dan lain-lain (Gaspersz, 2001).

Pembuatan peta kendali individual X dan MR (*Moving Range* = Rentang Bergerak) diterapkan pada proses yang menghasilkan produk relatif homogen, misalnya dalam cairan kimia, kandungan mineral dari air, makanan, dan lain-lain. Demikian pula dapat diterapkan pada kasus-kasus dimana inspeksi 100 % digunakan untuk proses produksi yang sangat lama (Gaspersz, 2001).

Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Proporsi yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok itu. Item-item itu dapat mempunyai beberapa karakteristik kualitas yang diperiksa atau diuji secara simultan oleh pemeriksa. Jika item-item itu tidak dapat memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik kualitas yang diperiksa, maka item-item itu digolongkan sebagai tidak memenuhi syarat spesifikasi atau cacat (Gaspersz, 2001). Peta kendali c adalah alat statistik yang digunakan untuk mengevaluasi jumlah kejadian (cacat) per unit yang dihasilkan oleh sebuah proses (Pyzdek, 2002).

Menurut Gaspersz (1998) pada dasarnya setiap bagan kendali memiliki :

1. Sumbu x yang melambangkan nomor contoh
2. Sumbu y yang melambangkan karakteristik mutu output
3. Garis tengah
4. Sepasang batas kendali, dimana satu batas pengendali ditempatkan di atas garis tengah yang dikenal dengan batas pengendali atas ($UCL=Upper Control Limit$) dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal dengan batas pengendali bawah ($LCL=Lower Control Limit$).

Tahap-tahap pembuatan bagan kendali (Gaspersz, 1998) adalah sebagai berikut :

1. Menentukan parameter mutu
2. Mengumpulkan data dan menentukan subgroup

3. Menghitung nilai rata-rata (\bar{X}), kisaran (R), nilai rata-rata total ($\bar{\bar{X}}$), dan nilai kisaran total (R)
4. Menghitung garis-garis batas kendali yaitu batas kendali atas (*Upper Control Limit=UCL*), garis tengah (*Center Line=CL*), dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit=LCL*)
5. Memplotkan data \bar{X} , dan R serta membuat bagan kendali
6. Analisa grafik

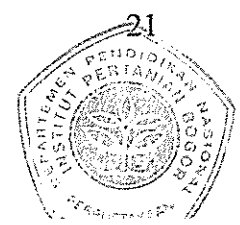
2. Studi Kemampuan Proses (Cp- Capability Indices)

Kemampuan proses adalah ukuran statistik dari variasi inheren pada suatu peristiwa tertentu dalam proses yang stabil. Biasanya didefinisikan sebagai lebarnya proses (variasi normal) yang dibagi oleh enam sigma dan diukur dengan menggunakan indeks kemampuan (capability indeks, Cp). Yang lebih umum itu adalah kesanggupan proses tersebut untuk mencapai hasil tertentu (Brue, 2002).

Kapabilitas proses adalah kemampuan dari proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi. Jika proses memiliki kapabilitas yang baik, proses itu akan menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi. Sebaliknya, apabila proses memiliki kapabilitas yang tidak baik, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang berada diluar batas-batas spesifikasi, sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk yang ditolak. Apabila ditemukan banyak produk yang ditolak, hal itu mengindikasikan bahwa proses produksi memiliki kemampuan proses yang rendah untuk menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan. Indeks kapabilitas proses (Cp) dihitung menggunakan rumus berikut (Gaspersz, 1998) :

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s} \qquad s = \frac{\overline{MR}}{d_2(2)} \qquad \overline{MR} = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |x(t+1) - x(t)|}{N - 1}$$

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.



- Keterangan :
- C_P = Capability Indices
 - USL = Batas spesifikasi atas (Upper Specification Limit)
 - LSL = Batas spesifikasi bawah (Lower Specification Limit)
 - $6s$ = Enam simpangan baku
 - \overline{MR} = *Average Moving Range*
 - d_2 = Koefisien untuk menduga simpangan baku yang besarnya tergantung dari ukuran subgroup
 - N = Jumlah data

Indeks C_P memiliki dua kekurangan besar. Pertama, tidak dapat digunakan kecuali terdapat baik spesifikasi atas maupun bawah. Kedua, tidak menghitung data yang distribusinya tidak normal. Jika rata-rata proses tidak berada pada garis tengah pada persyaratan perekayasaan, indeks C_P akan memberikan hasil yang menyesatkan. Dalam hal ini indeks C_P digantikan dengan C_{PK} (Pyzdek, 2002). Untuk parameter yang hanya memiliki satu spesifikasi (atas atau bawah) maka yang dipakai adalah nilai C_{PU} (*Upper Capability Indices*) dan C_{PL} (*Lower Capability Indices*), dimana dalam perumusannya adalah sebagai berikut :

$$C_{PU} = \frac{USL - \mu}{3s} \qquad C_{PL} = \frac{\mu - LSL}{3s}$$

- Keterangan :
- CPU = Upper Capability Indices
 - CPL = Lower Capability Indices
 - μ = Nilai tengah
 - USL = Batas spesifikasi atas (Upper Specification Limit)
 - LSL = Batas spesifikasi bawah (Lower Specification Limit)
 - $3s$ = Tiga simpangan baku

Keputusan atau tindakan yang dapat diambil sehubungan dengan hasil perhitungan indeks kapabilitas proses ditunjukkan oleh Tabel 1. Index kapabilitas proses tidak menunjukkan pada situasi proses berada pada tengah-tengah spesifikasi. Situasi ini akan lebih direfleksikan secara akurat dengan menghitung index kapabilitas proses yang baru, C_{PK} , berdasarkan rumus di bawah ini.

$$C_{PK} = \text{Min}\{C_{PU}; C_{PL}\}$$

Tabel 1. Standar keputusan berdasarkan indeks kapabilitas proses

C_P	C_{PK}	Status Proses	Tindakan Koreksi
$C_P^{(*)} > 1.3$	$C_{PK}^{(*)} > 1.3$	Kapabilitas proses baik	Tidak ada
$C_P^{(*)} > 1.3$	$1 < C_{PK}^{(*)} < 1.3$	Kapabilitas proses baik, tapi menunjukkan proses tidak berada di tengah	Pemusatan proses dipandang perlu, tergantung dari situasi
$C_P^{(*)} > 1.3$	$C_{PK}^{(*)} < 1$	Meskipun kapabilitas proses baik, C_{PK} mengindikasikan proses <i>off-centre</i> dan ada kemungkinan proporsi yang keluar dari spesifikasi	Pemusatan proses diperlukan
$1 < C_P^{(*)} < 1.3$	$1 < C_{PK}^{(*)} < 1.3$	Proses akan menimbulkan proporsi yang keluar dari spesifikasi	Tindakan koreksi diperlukan
$1 < C_P^{(*)} < 1.3$	$C_{PK}^{(*)} < 1$	Proses akan menimbulkan proporsi yang keluar dari spesifikasi	Tindakan koreksi diperlukan
$C_P^{(*)} < 1$	$C_{PK}^{(*)} < 1$	Kapabilitas proses tidak baik, proses akan selalu memberikan proporsi yang tinggi terhadap produk yang keluar dari spesifikasi	Menurunkan variabilitas, melakukan peninjauan kembali terhadap nilai spesifikasi

(*) Jika hanya terdapat satu spesifikasi maka C_P digantikan dengan C_{PU} atau C_{PL} dan C_{PK} tidak dihitung

Sumber : Prosedur Nestlé SPC

3. Diagram Sebab-Akibat (*Cause-Effect Diagram*)

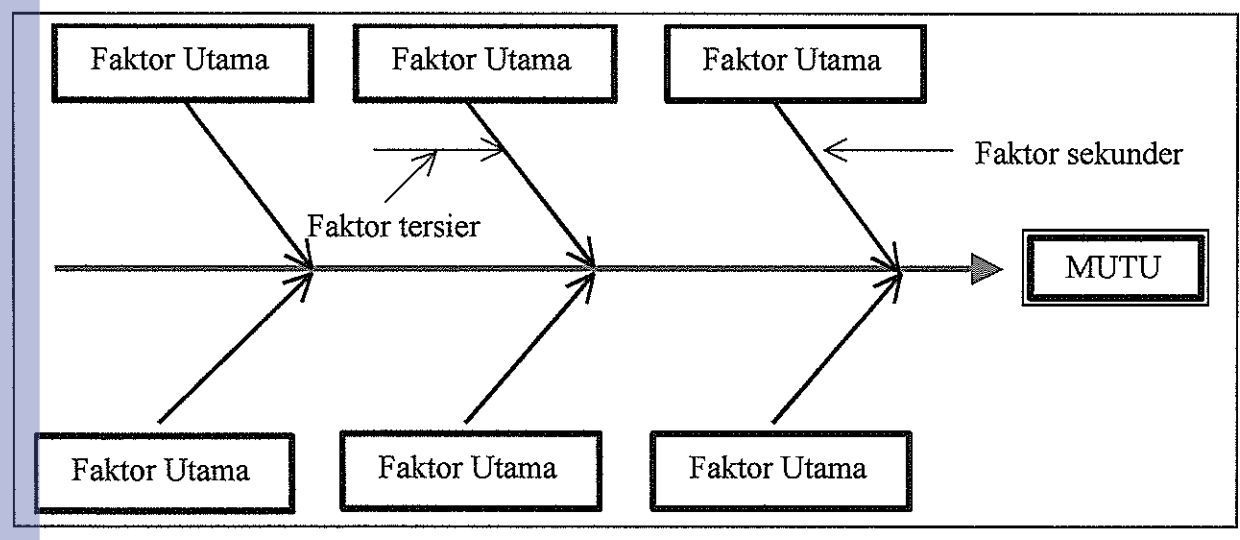
Diagram sebab-akibat adalah suatu diagram yang digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas akibat yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Gaspersz, 1998). Sebagai tambahan, Ishikawa (1989) menyebutkan bahwa diagram sebab-akibat dibuat untuk menggambarkan dengan jelas macam-macam sebab yang dapat mempengaruhi kualitas produk dengan jalan menyisihkan dan mencarikan hubungannya dengan sebab-sebab itu. Fungsi diagram sebab-akibat juga dikemukakan oleh Montgomery (1990) yaitu berperan dalam memusatkan perhatian operator, bagian produksi dan pimpinan dalam masalah kualitas. Diagram sebab akibat yang dikembangkan dengan baik biasanya memajukan tingkat pemahaman teknologi proses tersebut.

Menurut Gaspersz (1998), tahapan dalam pembuatan diagram sebab-akibat adalah sebagai berikut :

- a. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
- b. Tuliskan pernyataan masalah itu pada “kepala ikan”, yang merupakan akibat (effect). Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan), kemudian gambarkan “tulang belakang” dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.
- c. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai “tulang besar”, juga ditempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui stratifikasi ke dalam pengelompokkan dari faktor-faktor manusia, mesin, peralatan, material, metode kerja, lingkungan kerja, pengukuran, dan lain-lain, atau stratifikasi melalui langkah-langkah aktual dalam proses. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan melalui *brainstorming*.

- d. Tuliskan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab-penyebab utama (tulang-tulang besar), serta penyebab-penyebab sekunder itu dinyatakan sebagai “tulang-tulang berukuran sedang”.
- e. Tuliskan penyebab-penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab-penyebab sekunder (tulang-tulang berukuran sedang), serta penyebab-penyebab tersier itu dinyatakan sebagai “tulang-tulang berukuran kecil”.
- f. Tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik kualitas.

Sebagai contoh diagram sebab akibat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur diagram sebab-akibat (Ishikawa, 1989)

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.

4. Teknik *Brainstorming*

Brainstorming adalah suatu alat yang dapat membantu membangkitkan ide-ide alternatif dan persepsi dalam suatu tim kerja (*teamwork*) yang bersifat terbuka dan bebas. *Brainstorming* dilakukan oleh para pekerja yang mampu mengetahui faktor-faktor penyebab dari masalah yang terjadi dan setiap peserta memiliki kebebasan dalam mengemukakan pendapat, sedangkan peserta lainnya tidak boleh membantahnya.

Menurut Gaspersz (1998), langkah-langkah dalam melakukan *brainstorming* adalah sebagai berikut :

- a. Menyatakan masalah secara jelas
- b. Semua anggota kelompok harus berpikir dan memberikan ide dan tidak boleh mengkritik atau memberikan komentar, dan langsung dicatat
- c. Setiap anggota kelompok menyiapkan suatu *ranking* dari ide-ide atau respon yang diterima
- d. Memprioritaskan untuk memilih ide-ide terbaik dari berbagai ide terbaik atau respon yang dikemukakan

E. SUSU BUBUK

Sebagai produk pangan yang kaya nurtisi dan kandungan airnya tinggi, maka susu sangat mudah untuk mengalami kerusakan yang disebabkan oleh cemaran mikroba. Cemaran mikroba ini dapat bersifat endogen yang berasal dari ternak itu sendiri atau dapat bersifat eksogen yaitu berasal dari lingkungan sekitar. Sumber cemaran mikroba endogen biasanya berasal dari kondisi ternak yang tidak sehat. Sumber cemaran mikroba dari lingkungan ini dapat berasal dari tempat penampungan yang kurang bersih, lingkungan kandang yang kotor, suhu penyimpanan yang kurang dingin, pengangkutan dan *hygiene personal* yang kurang baik.

Adanya cemaran mikroba ini dapat berakibat adanya kerusakan susu. Berbagai proses pengolahan susu dilakukan dengan maksud untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyimpanan serta pengawetan susu.

Proses pembuatan susu bubuk merupakan salah satu pengolahan dan pengawetan susu dengan tujuan menurunkan kadar air susu dari 87 % (susu segar) ke 3% (susu bubuk) dengan cara pengeringan semprot (*spray drying*). Proses pengeringan ini melibatkan evaporasi, kadar air dari 87% ke 50% diikuti dengan pengeringan semprot dan pengeringan lanjut sehingga dihasilkan susu bubuk dengan kadar air rendah, sekitar 3% (Widodo, 2003).

Spesifikasi kadar air dari susu bubuk ditentukan tidak lebih dari 3 %. Kadar air yang terlalu tinggi pada produk berpengaruh pada umur simpan akibat terjadinya penggumpalan dan kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Rendahnya kadar air ini berakibat pada rendahnya aktivitas air (a_w). Kandungan air dalam bahan pangan mempengaruhi daya tahan bahan pangan terhadap serangan mikroba yang dinyatakan dengan a_w , yaitu jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Berbagai mikroba mempunyai a_w minimum agar dapat tumbuh dengan baik, misalnya bakteri a_w : 0.90 ; khamir a_w : 0.8-0.9 ; kapang a_w : 0.6-0.7 (Winarno, 1992). Susu skim dengan kadar air 4% memiliki aktivitas air $< 0.2\%$ dimana kasein merupakan penyerap air terbesar. Penyerapan air pada susu bubuk dipengaruhi oleh padatan tanpa lemak, seperti protein dan sifat fisik dari laktosa sedangkan lemak susu tidak berpengaruh (Pisecky, 1997).

Dari segi ekonomi, pencapaian kadar air mendekati limit spesifikasi yang ditentukan sangatlah penting. Perubahan 0.1% dari kadar air akan berpengaruh sangat besar untuk menghemat biaya produksi per tahun (Pisecky, 1997).

Menurut ADMI, susu bubuk memiliki spesifikasi kadar lemak minimal 26%. Pada kondisi kadar lemak di bawah 26 % kandungan lemak bebas (*free fat*) rendah, tetapi apabila susu memiliki kadar lemak yang

diatasnya, kandungan lemak bebas dapat meningkat secara cepat. Lemak bebas didefinisikan sebagai fraksi dari lemak yang tidak terlindung oleh film protein yang menyebabkan terbentuknya lapisan lemak di permukaan ketika susu dilarutkan dengan air. Pada susu bubuk dengan kadar lemak 28 %, kandungan lemak bebas rendah, antara 1%-1.5% (Pisecky, 1997). Kadar lemak susu bubuk sangat penting untuk dikendalikan, karena kadar lemak yang terlalu tinggi mungkin menyebabkan proses oksidasi lemak selama penyimpanan sehingga dapat menurunkan kualitas.

@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.

IV. METODOLOGI KEGIATAN MAGANG

1. Mengidentifikasi masalah yang berhubungan dengan kualitas produk untuk mencapai kualitas yang kompetitif melalui aplikasi SPC untuk mencapai konsistensi produk dan membuat *zero defect* yang ditangani oleh pihak *management* Nestlé pusat, kemudian pihak *management* Nestlé pusat memberikan tanggung jawab kepada SQAL Manager Pabrik Kejayan untuk melaksanakan *project* SPC di Nestlé Indonesia.
2. Melakukan studi awal melalui berbagai literatur. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan secara umum mengenai sistem pengendalian mutu dan penerapannya pada industri pengolahan susu serta untuk mempelajari kemungkinan-kemungkinan teknik yang dapat digunakan dalam pengkajian masalah tersebut.
3. Membentuk tim SPC yang terdiri dari 3 orang *supervisor*, 1 orang *continuous improvement*, 1 orang *application group*, 2 orang produksi, 2 orang QA, 1 orang *engineering*, dan 1 orang *operator*.
4. Tim SPC memberikan pengenalan umum mengenai SPC kepada pihak *management* dan memberikan pelatihan kepada operator produksi dan *engineer*. Dengan adanya pelatihan diharapkan semua anggota mengerti dan paham bagaimana konsep SPC itu sebenarnya serta dapat melakukan tindakan yang tepat untuk memecahkan masalah. Pada saat pelatihan diinformasikan mengenai cara menggunakan *control chart* dan bagaimana menganalisisnya, sehingga diharapkan operator dapat segera melakukan tindakan koreksi sebelum produknya keluar dari spesifikasi yang ditentukan.
5. Melakukan pengamatan langsung di pabrik untuk mengenal lebih jauh mengenai proses produksi susu bubuk instant. Pengamatan dilakukan dengan menelusuri proses produksi susu bubuk instant dan membuat diagram alir proses produksi dari mulai penerimaan susu segar sampai pengeringan susu.

6. Melakukan studi awal menggunakan data historis dari proses produksi susu bubuk instant di line#1 untuk melihat variabilitas proses yang terjadi dan menentukan kapabilitas proses sebelum SPC diterapkan. Data difokuskan pada hasil analisa kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant menggunakan NIR *Spectrophotometer*. Data diambil dari produksi pada tahun 2003. Data kemudian diolah menggunakan *software* statistik dari Nestlé dengan nama Nestlé SPC (*NSPC Software*). Pengolahan data menggunakan *NSPC Software* memberikan informasi mengenai kestabilan dan kapabilitas proses saat itu. Apabila hasil studi awal pada proses menunjukkan keragaman proses yang tinggi dan nilai kapabilitas proses kecil, maka diperlukan penelusuran terhadap masalah yang terjadi. Penelusuran masalah ini dilakukan melalui *brainstorming* dan pembuatan diagram sebab akibat.
7. Melakukan *brainstorming* untuk mendapatkan informasi mengenai penyebab keragaman kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk. Teknik *brainstorming* dilakukan oleh para pekerja yang terlibat langsung pada proses produksi dimana setiap peserta berhak mengemukakan pendapatnya sementara peserta lain tidak boleh membantahnya. Teknik *brainstorming* yang dilakukan di PT Nestlé melibatkan 11 orang pekerja yang terdiri dari 3 orang *supervisor*, 1 orang *continuous improvement*, 1 orang *application group*, 2 orang produksi, 2 orang QA, 1 orang *engineering*, dan 1 orang *operator*. Kegiatan *brainstorming* dilakukan selama 2 kali 60 menit dalam suatu ruang *meeting*.
8. Membuat diagram sebab akibat atau *Fishbone* diagram untuk menentukan faktor-faktor penyebab keragaman kadar air dan kadar lemak pada produk. Pembuatan diagram sebab akibat ini diawali dengan menentukan faktor penyebab utama dari karakteristik mutu yang dikaji, yang dikelompokkan ke dalam faktor personel, mesin, material, metoda, dan pengukuran. Dari faktor utama ini kemudian dikaji penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama. Demikian seterusnya, mencari penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab sekunder.
9. Melakukan verifikasi terhadap faktor-faktor penyebab keragaman kadar air dan kadar lemak pada produk yang mengacu pada *fishbone* diagram dan

merencanakan suatu tindakan khusus sebagai implementasi untuk memperbaiki permasalahan yang ada.

10. Memantau proses melalui penggunaan *control chart* dalam *file Excell* , dimana operator produksi hanya memasukkan data hasil analisa. Program tersebut memberikan informasi mengenai keragaman pada proses untuk menghasilkan kadar air dan kadar lemak yang konsisten serta kapabilitas proses yang terjadi. Perhitungan data secara statistika sudah disesuaikan dengan perhitungan menggunakan *Software SPC* dari Nestlé.
11. Melakukan studi kapabilitas proses untuk menghitung nilai indeks kemampuan proses untuk menghasilkan kadar air dan kadar lemak yang konsisten. Bila proses telah memiliki C_{PU} atau C_{PL} (*Upper or Lower Capability Indices*) lebih dari 1, maka mulai dilakukan peningkatan produktivitas. Perhitungan indeks kemampuan proses dapat dilihat selengkapnya pada bab tinjauan pustaka.
12. Meningkatkan produktivitas untuk mendapatkan C_{PU} atau $C_{PL} > 1.33$ dengan cara menggeser *center line* mendekati nilai spesifikasi yang ditentukan secara bertahap dan kontinyu. Dengan demikian dapat mengurangi *manufacturing loses* (biaya produksi yang tidak diperlukan).

V. PENGAMATAN PROSES PRODUKSI SUSU BUBUK INSTANT

A. SUSU SEGAR

Susu segar berasal dari koperasi-koperasi di Jawa Timur, mulai dari Malang sampai Tulungagung. Susu segar dari koperasi diangkut oleh truk susu dengan kapasitas angkut yang bervariasi, mulai dari 1000 L sampai 13000 L. Rata-rata per hari susu segar yang datang sekitar 400.000 L sampai 500.000 L. Ketika sampai di pabrik, pertama-tama truk akan dilihat dokumen slip dari koperasi oleh Security#1, kemudian truk dipersilahkan untuk masuk ke area *security#3*. Disini truk akan diperiksa kondisi *sealed* pada outlet tangki dan *manhole*. Kalau kondisinya masih dalam keadaan tersegel, *security#3* akan memberikan nomor kedatangan.

Setelah itu, truk akan kembali ke *front pass gate security#2* untuk menyerahkan slip dari koperasi yang berisi nama koperasi, nomor kendaraan, isi truk, dan kondisi susu segar (suhu, alkohol test, volume susu segar dan berat jenis). Satu slip akan diarsip dan slip yang lain diberikan kembali kepada sopir truk untuk pemeriksaan di *unloading station*. Setelah itu truk diperbolehkan masuk *pass gate* untuk kemudian ditimbang di *weigh bridge*. Ketika data berat truk ditambah susu segar (berat total) sudah tercatat, *security#1* akan memberikan "*acceptance/rejection slip*" beserta gelang nomor kedatangan. Berat total akan termonitor di Mettler Toledo dan akan tersimpan di "*truk scale automation*". Setelah proses transfer susu ke silo selesai, truk kosong juga ditimbang sehingga berat susu didalamnya akan dapat terukur.

Slip beserta gelang nomor kedatangan diserahkan kepada operator penerimaan susu segar di *unloading station*. Operator penerimaan susu segar akan mengambil sampel dari *manhole*. Sebelum mengambil sampel, susu diaduk kurang lebih 20 adukan menggunakan "pludge-ring" kemudian sampel diambil 2 "centhung" (sebuah alat seperti gelas dengan volume ± 200 ml). Sampel yang diambil ada 2, yaitu:

- a. Sampel yang dimasukkan ke dalam gelas erlemeyer plastik
Sampel ini akan digunakan untuk “*acceptance test*” yaitu alkohol test, antibiotik test, organoleptic test dan adulteration test. Selain itu digunakan juga sebagai sampel pembandingan untuk milkoscan.
- b. Sampel yang dimasukkan ke dalam *test tube*.
Sampel ini akan dibawa ke laboratorium *microbiology* untuk TPC test (*Total Plate Count test*). Tes ini akan memakan waktu selama 3 hari.

1. Uji Penerimaan

1.1 Uji Alkohol

Uji alkohol dilakukan untuk menganalisa tingkat kerusakan susu dengan prosedur sebagai berikut : pertama-tama diujikan dengan alkohol 75,3%, jika hasilnya negatif artinya kualitas susu masih baik. Tetapi jika hasilnya positif, maka dilakukan uji lagi untuk konsentrasi alkohol 72%. Jika hasilnya masih positif maka susu segar akan ditolak. Tetapi jika hasilnya negatif maka dilakukan uji didih dan bila hasilnya negatif, susu segar dapat diterima dengan perkecualian (*exceptional release*) dan di susu segar *acceptance/rejection slip* diberikan tanda peringatan yang diketahui oleh kepala laboratorium atau supervisor produksi.

1.2 Uji Antibiotik

Uji antibiotik merupakan *critical control point* (CCP) di penerimaan susu segar. Prosedur pengujian dilakukan dengan menggunakan Beta Star-100. Mula-mula sampel diambil dengan micropipet dan dituangkan di tabung reaksi dan diberi indikator *reagent* Beta Star. Kemudian tabung reaksi dimasukkan ke inkubator selama 3 menit dengan temperatur 47,5°C. Setelah 3 menit, dilihat indikatornya, jika muncul 2 strip maka hasilnya negatif, tetapi jika 1 strip hasilnya positif dan susu segar harus ditolak. Uji antibiotik dengan Beta Star-100 hanya bisa mendeteksi antibiotik *beta-lactam*.

Antibiotik ini biasa digunakan pada hewan. Untuk uji antibiotik yang lain adalah dengan menggunakan Servotest. Alat ini bisa mendeteksi lebih banyak antibiotik tetapi butuh waktu yang lebih lama, yaitu 3 jam. Tes dengan menggunakan alat ini diambil dari satu silo susu segar.

1.3 Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan mencicipi susu segar sehingga seluruh bagian mulut dan lidah dapat mengevaluasi *flavour* susu. Jika tidak ditemukan deviasi rasa maka susu dinyatakan IN, tetapi jika ada deviasi rasa dinyatakan OUT. Deviasi rasa yang ada yaitu:

- Tua : menunjukkan bahwa susu tidak segar lagi atau sudah lama penyimpanannya.
- Asin : rasa asin yang bertahan 15 detik setelah ditelan.
- Asam : rasa asam sitrat atau asam laktat
- Cowy : aroma bau sapi.

1.4 Adulteration Test

1.4.1 Sukrosa

Susu diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan larutan HCl pekat dan indikator alpha naphthol. Setelah itu dipanaskan dalam *water bath* selama 10 detik. Jika terbentuk warna ungu menunjukkan adanya penambahan sukrosa.

1.4.2 Karbonat

Sebanyak 5 ml susu dan 5 ml alkohol (96%) dituangkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 2 tetes *netral red* 1% dan dikocok. Jika tidak terjadi penggumpalan dan warna larutan berubah dari merah menjadi orange maka hasil analisa dinyatakan positif.

1.4.3 Urea

Sebanyak 5 ml susu dituangkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 5 ml larutan urease dan diinkubasi pada *water bath* suhu 40°C selama 15 menit. Ditambahkan 1-2 tetes *phenol red*, jika warnanya kuning berarti uji urea negatif tetapi jika warnanya merah muda berarti uji urea positif.

1.4.4 Tepung

Susu dipipet sebanyak 20 tetes ke dalam ke kaca bundar kemudian ditambahkan 1 tetes larutan *Iodine* 0.1N. Kaca bundar diputar-putar dan diletakkan diatas kertas putih kemudian diperiksa bagian bawah kaca setelah 1 menit. Jika terlihat butir-butir biru tua atau hitam berarti positif (30-50 butir hitam sebanding dengan 0,001 % penambahan tepung).

1.4.5 Borax

Sebanyak 5 ml susu dituangkan ke dalam 25 ml gelas piala, kemudian ditambahkan 1 ml HCl 20% dan dicelupkan kertas indikator (berwarna kuning, dengan pewarna dari temulawak) ke dalam sampel tersebut. Kertas indikator kemudian diangkat dan dikeringkan diatas hot plate pada suhu 40 °C dan diamati perubahan warna yang terjadi. Jika terbentuk warna orange sampai merah tua berarti positif.

Untuk sementara truk susu segar akan menunggu hasil analisa *acceptance test*, ketika hasilnya baik maka susu segar akan di pompa ke silo.

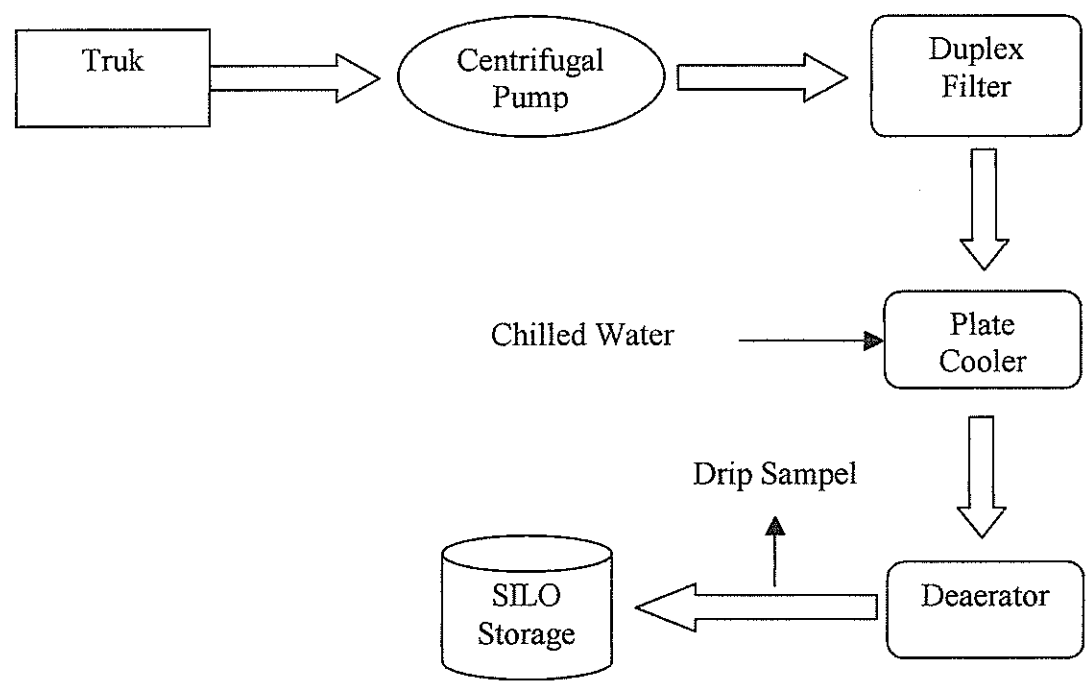
2. Uji Pembayaran

Analisa selanjutnya diperlukan sebagai parameter pembayaran yaitu uji kandungan total padatan dan uji mikrobiologi (*TPC Test*). Sampel untuk analisa total padatan harus homogen oleh karena itu selama proses bongkar muat, operator mengambil sampel dengan sistem tetesan dari pipa saluran (*dripping sampel*). Departemen *Agriservice* memiliki perhitungan

tersendiri dengan kualifikasi kandungan total mikroba dengan total padatan tertentu terhadap harga per liter dari susu segar.

Penggunaan milkoscan (MSC) sebagai metode cepat di lini produksi untuk pengukuran lemak, protein, laktosa, total padatan dan padatan bukan lemak selalu dibandingkan dengan metode standar di laboratorium. Hasil pengukuran MSC digunakan untuk menentukan Rc (rasio antara lemak dan padatan non lemak), selain dijadikan parameter dalam pembayaran susu segar ke koperasi . Rasio lemak dan padatan non lemak ini penting untuk standardisasi awal susu untuk keperluan tahapan produksi selanjutnya. MSC bekerja dengan prinsip spektrum infra merah. Lemak, protein dan laktosa masing-masing mempunyai karakteristik panjang gelombang absorpsi tersendiri. Jika intensitas transmisi cahaya pada panjang gelombang yang tepat diukur, pengukuran konsentrasi komponen yang dimaksud dapat terukur.

Setelah pada uji penerimaan dinyatakan baik, maka susu segar siap di pompa ke silo. Silo mempunyai kapasitas tampung 100000 L. Proses diagram alir pemompaan susu ke silo dapat dilihat pada Gambar 3. Pompa yang digunakan adalah pompa centrifugal. Setelah di pompa, susu segar akan melewati *duplex filter* dengan diameter 100 mesh (2 buah, kanan dan kiri) yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang terdapat pada susu segar. Setelah itu susu segar didinginkan di plate cooler sampai mencapai suhu 4 – 6 °C. Pendingin yang digunakan adalah *chilled water*. Fungsi pendinginan adalah untuk menghambat kerusakan susu segar. Setelah dari PHE susu segar mengalir ke *de-aerator* dengan sebelumnya melewati *drip sampling* untuk mengambil sampel ke *churn*. *De-aerator* berfungsi untuk memisahkan udara yang terikut pada susu segar sehingga tidak mempengaruhi keakuratan *flow meter* yang letaknya setelah *de-aerator*. Selain itu *de-aerator* juga berfungsi untuk mengurangi kadar udara terlarut dalam susu segar. Semakin tinggi kadar udara dalam susu segar bisa meningkatkan terjadinya reaksi oksidasi pada susu segar. Reaksi oksidasi akan mempercepat kerusakan pada susu segar.



Gambar 3. Diagram alir pemompaan susu ke silo

Susu kemudian ditransfer ke silo. Silo ini dilengkapi dengan *agitator* yang berfungsi untuk menghomogenkan susu sehingga tidak terjadi pemisahan krim dan skim. Selain itu silo juga dilengkapi dengan *manhole*, indikator suhu dan level indikator. Susu yang ada di silo, mempunyai maksimal waktu penyimpanan 12 jam. Diatas 12 jam kondisi susu segar harus dipantau yaitu dengan uji alkohol dan organoleptik.

B. STANDARISASI

Standarisasi digunakan dalam penentuan total padatan pada produk akhir. Terdapat tiga cara standarisasi, normal standarisasi (menggunakan susu skim), liquid skim, dan *stretching* (menggunakan *butter oil*). Tahap awal yang harus dilakukan yaitu *tipping*, *dissolving*, pembuatan *butter oil*, dan persiapan vitamin, selanjutnya proses standarisasi.

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.

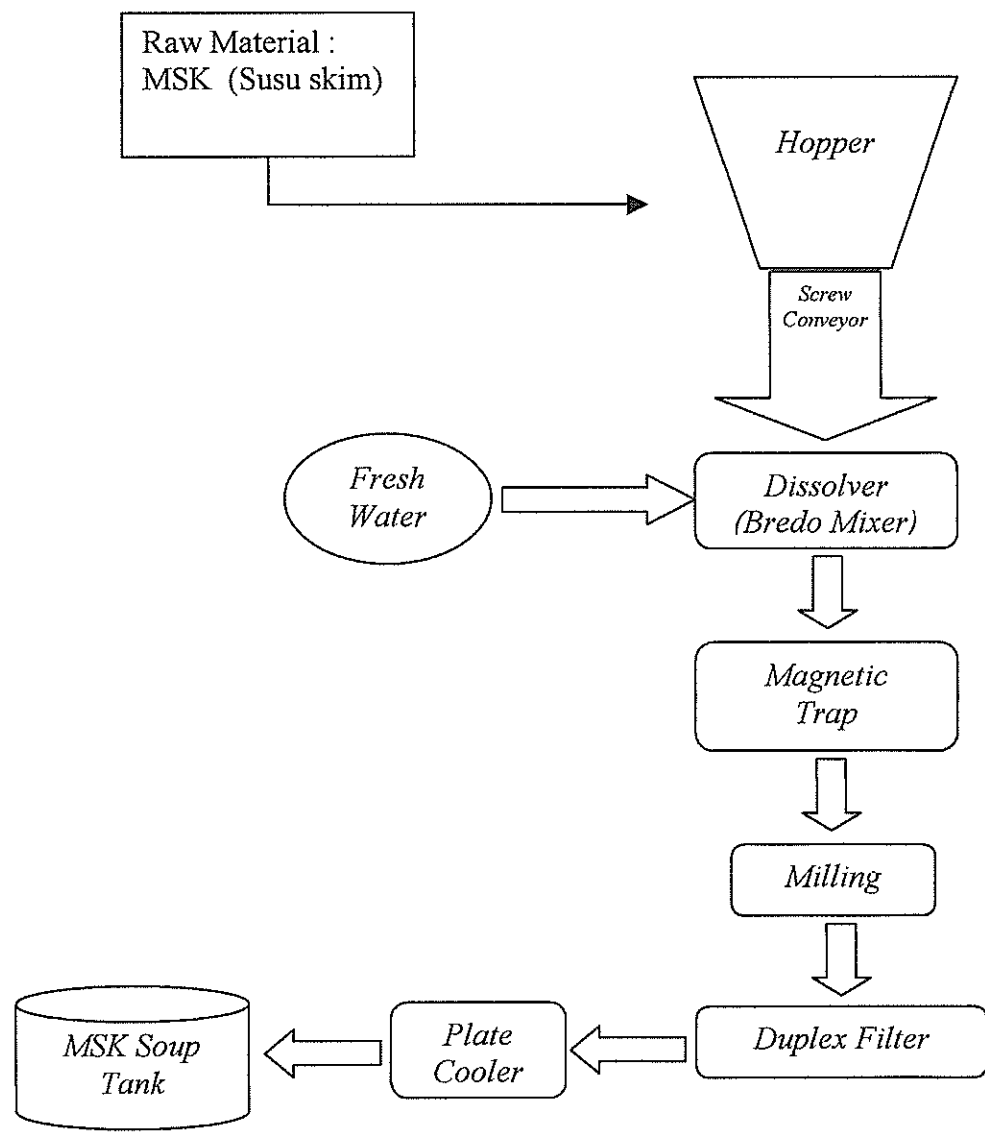
1. *Tipping Operation*

Peralatan yang digunakan adalah pisau *tipping* dan *hand jack*. Pisau *tipping* digunakan untuk menyobek karung plastik tempat susu skim, sedangkan *hand jack* digunakan untuk mengangkat susu skim mendekati ke *hopper*. Susu skim kemudian ditumpahkan ke *hopper*. *Hopper* dilengkapi dengan *shifter* untuk menghindari masuknya kertas dan plastik sisa sobekan karton susu skim. Selain itu *hopper* juga dilengkapi dengan “*munster vacuum cleaner*” yang berfungsi untuk menarik debu susu skim yang timbul karena proses *tipping*. Setelah melewati *shifter*, susu skim akan turun ke bawah karena gaya gravitasi dan getaran yang ditimbulkan dari *unbalance motor*. Susu skim ini akan ditransfer ke “*Bredo Mixer*” dengan *screw conveyor* yang berputar searah jarum jam. Di *Bredo mixer*, susu skim akan dilarutkan dengan air.

2. *Dissolving*

Diagram alir MSK *dissolving* dapat dilihat pada Gambar 4. *Magnetic trap* berfungsi untuk menarik logam yang terikut dalam campuran susu skim dan air. Logam ini dapat berasal dari gesekan *screw conveyor* dengan *cover screw*. *Duplex filter* yang digunakan disini mempunyai spesifikasi 100 mesh dan berfungsi untuk menyaring kotoran yang terikut sebelum campuran susu skim dan air masuk ke *mill*. *Miller* disini adalah merupakan *colloid mill* yang berfungsi untuk membentuk sistem koloidal. Setelah melalui proses *milling*, emulsi akan didinginkan sampai suhu dibawah 6 °C sehingga larutan tidak cepat rusak. Tangki penampungan larutan MSK yang dipakai berjumlah 2 buah dengan kapasitas masing-masing 3000 L. Di dalam tangki MSK diperlukan *holding time* sekitar 20 menit agar terjadi reaksi hidrasi antara air dan protein.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 4. Diagram alir MSK dissolving

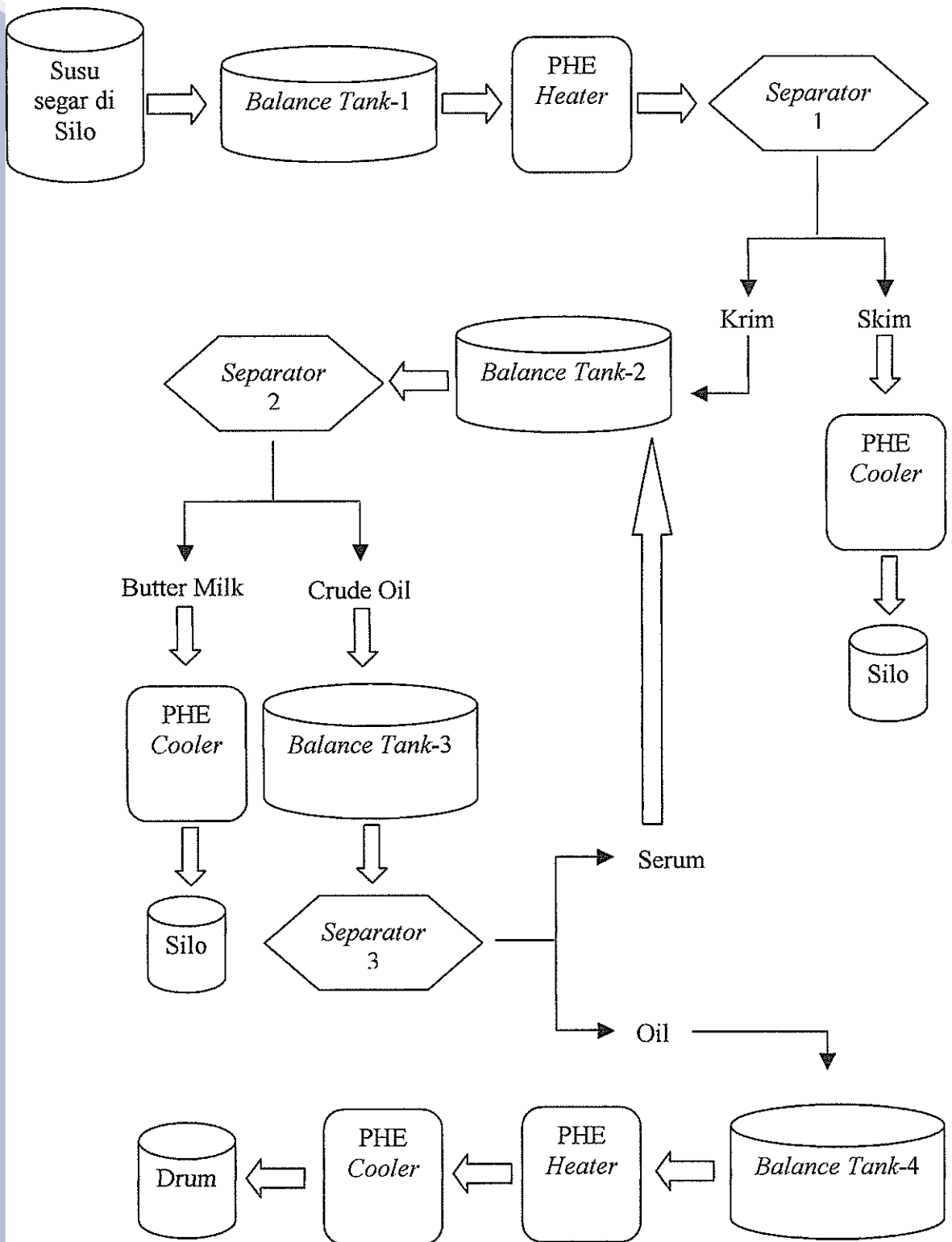
3. Pembuatan Butter Oil

Pembuatan *butter oil* dilakukan hanya jika terdapat surplus ketersediaan susu segar. Proses pembuatan *butter oil* dapat diawali dengan pemompaan susu segar dari silo ke *Balance Tank-1*, selanjutnya dialirkan melalui *Plate Heat Exchanger (PHE)* sampai suhu 105°C.

Pemanasan ini bertujuan untuk membunuh mikroba dan juga mengkondisikan suhu tinggi pada susu sehingga proses sentrifugasi akan lebih optimal. Susu kemudian dipompa ke *separator-1*. Pada proses ini terjadi pemisahan antara skim dan krim karena perbedaan berat jenis. Susu skim akan dipompakan ke silo yang sebelumnya dialirkan melalui PHE Cooler sampai suhu 6 °C. Krim susu akan ditampung dalam *Balance Tank-2* yang kemudian dipompakan ke *separator-2*. Pada proses ini menghasilkan *butter milk* dan *crude oil*. *Butter milk* akan dipompakan ke silo yang sebelumnya dialirkan melalui PHE Cooler sampai suhu 6 °C. *Crude oil* dipompakan ke *Balance Tank-3* kemudian ke *separator-3*. Disini terjadi pemisahan serum dan *oil*. Serum dipompakan ke *Balance Tank-2*, sedangkan *oil* dialirkan ke *Balance Tank-4*. Setelah itu *oil* dilewatkan ke PHE sampai mencapai suhu 95°C. Evaporasi terjadi pada *vacuum chamber* (tekanan -0.1mBar). Selanjutnya *oil* akan dilewatkan PHE sampai terjadi penurunan suhu menjadi 40 °C. Kemudian *oil* ditampung dan disimpan dalam drum dengan kapasitas 190 Kg dan diinjeksikan gas N₂ untuk mencegah terjadinya reaksi oksidasi. Diagram alir pembuatan *butter oil* dapat dilihat pada Gambar 5. Dalam proses *stretching* standarisasi digunakan *butter oil plant* ataupun impor.

4. Persiapan Vitamin

Vitamin diformulasikan berbeda untuk masing-masing produk. Semua bahan yang digunakan dalam formulasi vitamin dicampur dalam *ribbon blender* selama 10 menit yang kemudian ditampung dalam kantong plastik dengan berat isi 25 kg.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan *Butter Oil*

5. *In-Line* Standarisasi

Satu silo susu segar mengandung 9-20 tipe yang berbeda dari susu segar yang datang dari berbagai koperasi susu. Masing-masing susu segar dari truk memiliki kandungan lemak dan kandungan padatan non lemak yang beragam. Oleh karena itu, standarisasi susu segar diperlukan agar produk yang dihasilkan mempunyai kandungan lemak, protein, karbohidrat, laktosa dan mineral yang sesuai dengan standar formula yang telah ditetapkan. Yang diterapkan disini adalah standarisasi fat (lemak) sedangkan solid non-fat (padatan non lemak) menyesuaikan. Rumus dasar yang digunakan dalam standarisasi yaitu:

$$RC = \frac{Fat}{SNF}$$

Pertama-tama susu segar dalam silo akan dihitung berapa kandungan lemak dan padatan total. Setelah datanya masuk, dipakai rasio sesuai dengan spesifikasi produk. Untuk mencapai rasio ini maka dibutuhkan susu skim dalam jumlah tertentu agar rasionya sesuai dengan rasio produk.

C. EVAPORASI

Evaporator digunakan untuk proses evaporasi air dari susu. Pada mulanya kadar air susu segar rata-rata 88%, setelah mengalami proses evaporasi kadar air mencapai rata-rata 40-50%. Proses selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 6. Setelah mengalami proses standarisasi, susu mengalami pemanasan pada *pre-heater condensor* kemudian dipanaskan kembali pada *pre-heater evaporator* sampai temperatur meningkat sekitar 50-60°C. Proses selanjutnya adalah pasteurisasi. Sebelum tahap pasteurisasi, susu disaring melalui *clarifier* dan ditampung dalam *balance tank* kemudian dialirkan ke unit pasteurisasi.

Pasteurisasi yang dilakukan di Nestlé menggunakan sistem *High Temperature Short Time* (HTST), yaitu pasteurisasi dengan temperatur tinggi

tetapi waktunya singkat. Caranya adalah sebagai berikut : mula-mula susu dinaikkan suhunya dengan dialirkan melalui penghantar panas berbentuk *plate* yaitu *Plate Heat Exchanger* (PHE) yang memanfaatkan *steam* sebagai medium pemanasnya, suhu PHE adalah 70-80 °C dengan *holding time* 130 s. Pasteurisasi belum dapat membunuh bakteri susu sehingga perlu pemanasan kembali. Proses selanjutnya diteruskan ke DSI (*Direct Steam Injection*) dimana dilakukan pemanasan dengan suhu tinggi dengan cara penyemprotan *steam* secara langsung ke dalam pipa yang dialiri susu, sehingga *steam* dan susu bercampur di dalam *holding tube*, menuju ke *calandria*. Suhu akan meningkat sampai 105-110 °C selama 6 s. Tercapainya suhu tersebut tergantung pada laju aliran dari *steam*, sehingga untuk mencapai suhu yang tinggi, laju aliran *steam* dapat diperbesar. Fungsi lain dari DSI adalah untuk inaktivasi lipase. Lipase dapat di-inaktif-kan pada suhu tinggi. Lipase dapat menguraikan lemak menjadi asam lemak bebas yang dapat menimbulkan masalah pada susu.

Proses evaporasi bertujuan untuk menaikkan total solid susu yang terdispersi 9-13% menjadi 40-50%. Untuk selanjutnya dilakukan pengeringan sampai total solid 97 % dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam bahan, sehingga terbentuk hasil akhir berupa susu bubuk. *Evaporator* yang digunakan adalah *evaporator* 4 tingkat (*Multiple Effect Evaporator*).

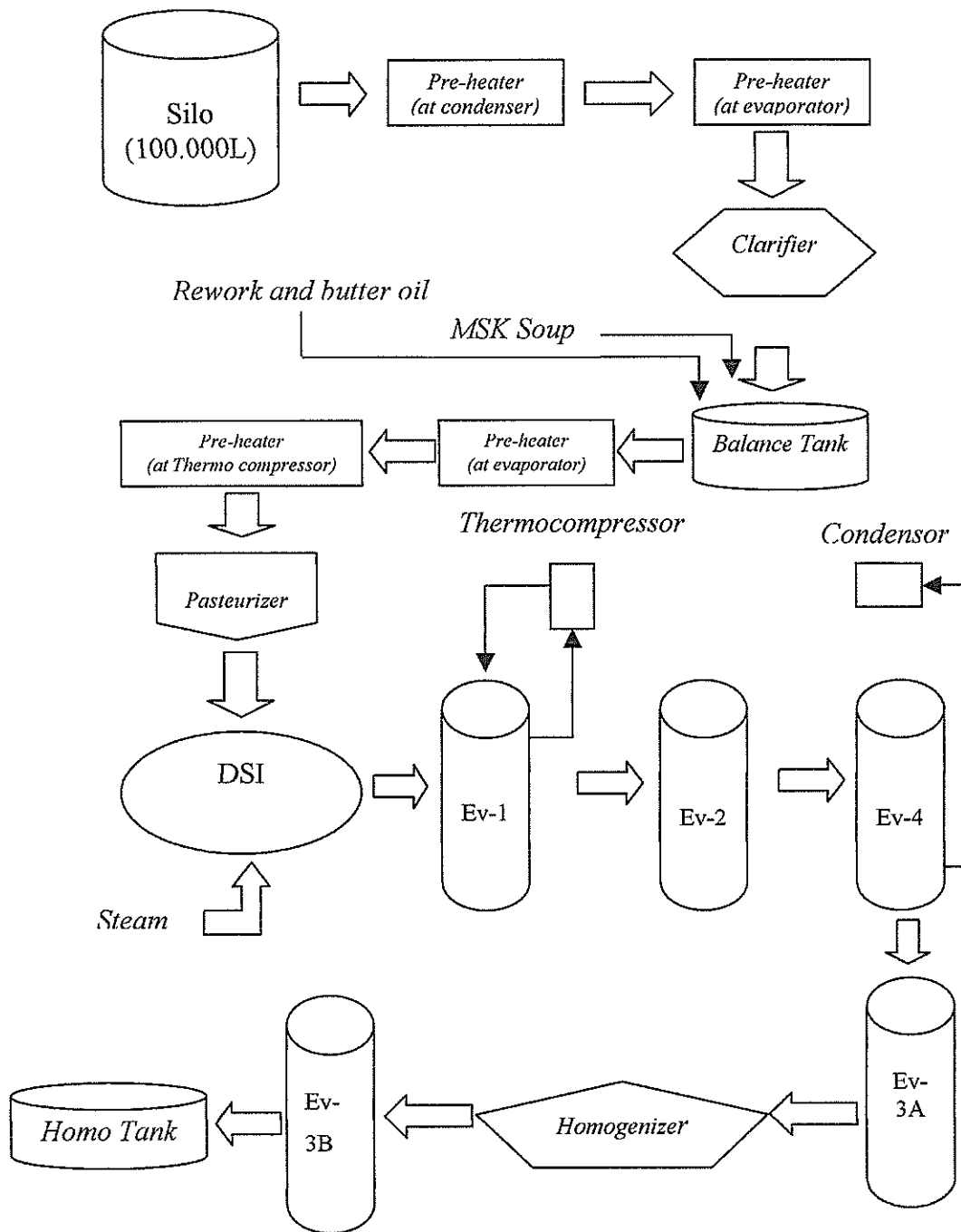
Cara kerjanya adalah sebagai berikut : produk dan *steam* akan mengalir turun pada tube menuju ke *evaporator*-1 . Produk mengalir secara perlahan-lahan dalam bentuk lapisan tipis cairan di sekeliling pipa dalam *calandria* (perpindahan panas secara *falling film*), sehingga kontak perpindahan panas dapat terjadi dengan sempurna. Susu masuk *calandria*, dengan kondisi operasi yang dibuat vakum yaitu dengan menggunakan *condensor* bertekanan kurang dari 1 atm maka pada suhu yang cukup rendah (60 °C) air dapat mendidih dan menguap. Suhu yang rendah sangat penting untuk mencegah terjadinya denaturasi panas pada protein. Media pemanas yang digunakan adalah *steam* dari *boiler* yang dipompakan melalui *thermocompressor* dengan tekanan 4,5 bar.

Uap air yang ditimbulkan akan dipisahkan dari susu oleh *separator*. Sebagian *steam* dari *separator* dihisap oleh *thermocompressor*, ditekan oleh *live steam* dan dibawa bersama-sama ke dalam *calandria*. Dengan jalan ini energi tekanan *steam* digunakan kembali sebagai pemanas untuk *evaporator* selanjutnya untuk menghemat energi. Produk susu pada *evaporator-1* akan dipompa ke *evaporator-2* kemudian ke *evaporator-4*. *Steam* hasil pemisahan dari *separator-4* diembunkan di dalam *condensor* oleh air pendingin. Dari *evaporator-4* produk dipompa menuju *evaporator-3A*. Kemudian mengalami proses homogenisasi dan dialirkan ke *evaporator-3B*, lalu ditampung pada *homo tank*.

Proses homogenisasi dimaksudkan untuk menghindari terbentuknya lapisan krim yang terjadi bila air susu didiamkan. Emulsi yang terbentuk antara susu segar dan komponen lain yang ditambahkan ukuran globula lemaknya masih belum seragam (bervariasi dari 4 μ sampai 8 μ), ketidakseragaman inilah yang dapat mengakibatkan separasi. Karena itu untuk menghindarinya ukuran globula lemak perlu diperkecil dan diseragamkan menjadi $\pm 0.2 \mu$ (Bylund, 1995).

Alat homogenisasi yang digunakan berupa alat homogenisasi dua tingkat. Homogenisasi dilakukan dengan cara melewatkan susu pada celah sempit dengan kecepatan tinggi dan tekanan besar, sehingga terjadi tumbukan antara globula lemak dengan katup penghalang yang terdapat dalam *homogenizer* sehingga globula-globula lemak akan pecah.

Tekanan yang tinggi pada proses homogenisasi menyebabkan pembentukan globula lemak yang kecil-kecil. Dispersi dari fase lemak ini meningkat dengan meningkatnya suhu homogenisasi dan menyebabkan penurunan viskositas pada temperatur yang tinggi. Proses homogenisasi secara normal menggunakan suhu 55-80⁰C dengan tekanan 150/40 bar. Proses homogenisasi selalu terjadi pada tingkat yang pertama, tingkat yang kedua dari homogenisasi mempunyai 2 tujuan, yaitu memberikan dan mengontrol tekanan pada tingkat yang pertama dan mencegah pembentukan *cluster*.



Gambar 6. Diagram alir proses evaporasi

Apabila tekanan terlalu rendah akan berakibat proses homogenisasi tidak berjalan sempurna dan pada produknya itu akan terjadi pemisahan lemak karena terbentuknya *cluster*. Apabila tekanan terlalu tinggi akan terjadi kerusakan pada susu secara fisik, terutama pada lemak susu dan yang terjadi adalah penggumpalan lemak.

Setelah melewati proses homogenisasi susu dipompakan ke *evaporator-3B*. Tahap ini merupakan tahap terakhir dari proses evaporasi. Produk dipompakan keluar dari *evaporator* pada konsentrasi akhir total padatan 40-50%. Proses selanjutnya adalah pengeringan dengan menggunakan pengering semprot.

D. PENGERINGAN SEMPROT

Proses pengeringan yang digunakan adalah multi tahap yang terdiri dari pengeringan semprot (*spray drier*) dan pengeringan lanjutan (*fluidized bed drier – after drier*) yang bervibrasi. Diagram alir proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 7. Susu dari *evaporator-3B* akan ditampung di *homo tank*, kemudian dilewatkan ke *duplex filter* lalu dipompa ke PHE *heater* sampai mencapai suhu 70-80⁰C. Setelah itu mengalami proses atomisasi. Proses atomisasi pada dasarnya menginjeksikan susu menggunakan pompa bertekanan tinggi (*High Pressure pump - HP pump*) oleh *atomizer* ke tangki pengeringan (*drying chamber*). Selain itu juga dalam proses atomisasi disemprotkan udara panas sehingga terjadi pengeringan dan membentuk partikel-partikel susu bubuk. Bersamaan dengan itu, lesitin disemprotkan dari bagian tengah *atomizer*. Bentuk susu yang disemprotkan *atomizer* disebut *droplet*, sedangkan *droplet* yang telah dikeringkan udara panas disebut partikel susu bubuk. Partikel kemudian mengalami pengeringan lebih lanjut sejalan dengan turunnya partikel dalam tangki pengering tersebut. Ruang pengering didesain sedemikian rupa agar partikel bubuk yang terbentuk dapat tetap tersuspensi di udara untuk beberapa detik sebelum mencapai bagian ruangan yang menyempit.

Pemisahan uap air dari susu bubuk dilakukan oleh siklon pemisah (*separator*). Susu bubuk bersama dengan uap dihisap oleh *exhauster* kemudian dibawa ke *separator*. Dalam prosesnya partikel susu membentur dinding *separator* dan bergerak berdasarkan gaya gravitasi dengan aksi sentrifugal sehingga susu bubuk tertampung pada *collector*. Susu bubuk yang berada di *collector* dipompakan kembali ke *drying chamber* sejajar dengan penyemprotan vitamin. Vitamin bergerak secara turbulen sehingga akan bercampur homogen. Uap yang terjadi dihisap oleh *thermocompressor* kemudian didinginkan dalam *condensor*. Pada tahap ini kadar air dari susu bubuk mencapai 6 %.

Selama proses pengeringan, setiap *droplet* dikonversi menjadi partikel bubuk dan semakin pekat konsentrasi cairan sebelum atomisasi akan semakin besar output produk dalam hubungannya dengan jumlah air yang diuapkan. Oleh karena itu, merupakan suatu keuntungan besar jika kepala atomisator mempunyai kapasitas untuk menangani cairan dengan kandungan padatan yang tinggi. Ukuran *droplet* mempengaruhi kecepatan pengeringan untuk membentuk partikel susu bubuk.

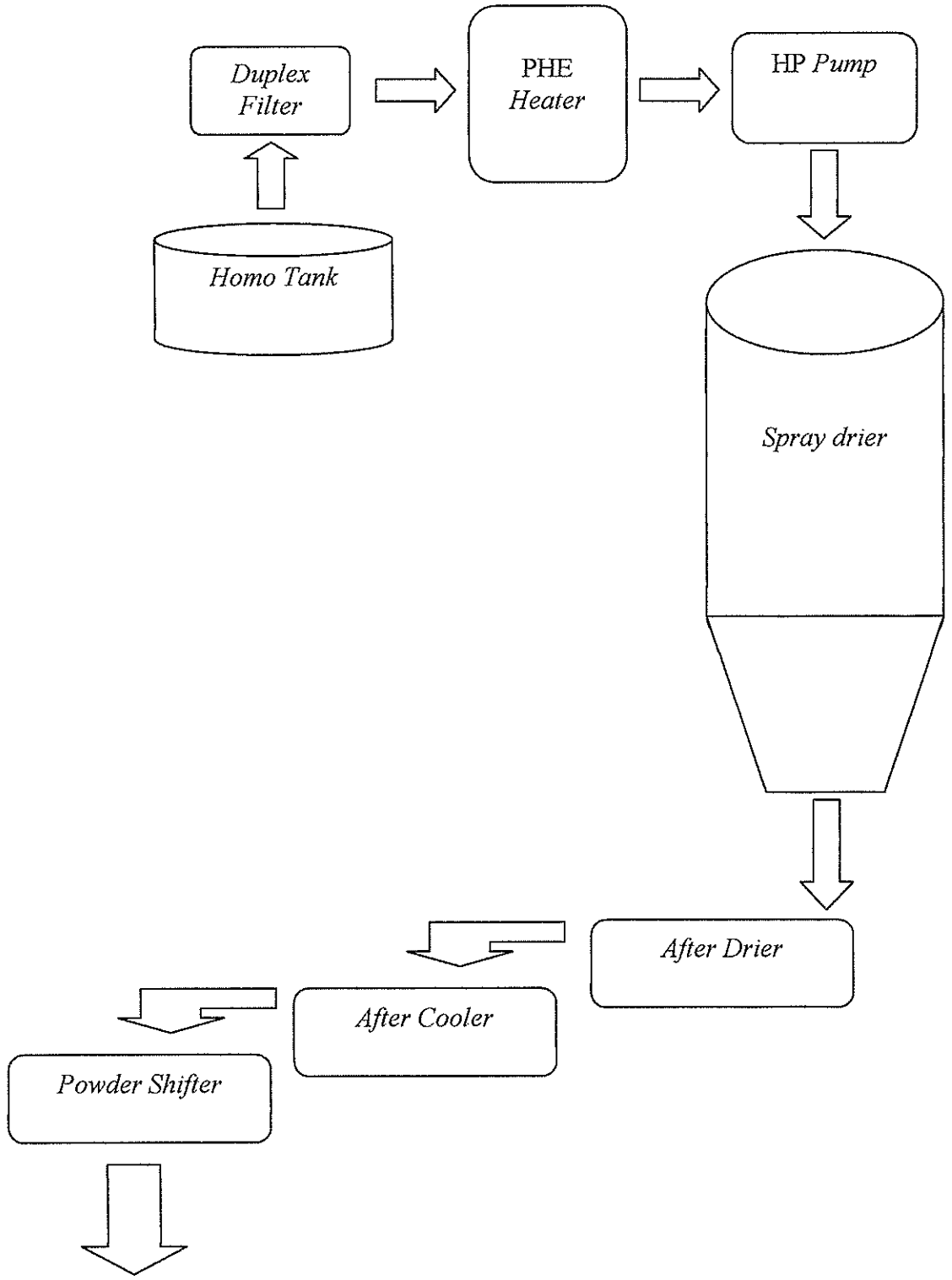
Drying chamber dilengkapi dengan sepasang palu yang digunakan untuk menciptakan vibrasi sehingga tidak terbentuk deposit dan susu bubuk dapat mengalir ke bawah. Pada bagian bawah dari *drying chamber* terdapat katup yang berbentuk bintang untuk stabilisasi distribusi susu bubuk di *after drier* dan *after cooler*. *After drier* digunakan untuk menguapkan air dari partikel susu bubuk sampai mencapai kadar air kurang dari 3 %. Sumber panas yang digunakan adalah udara panas (*hot air*). *Hot air* dihembuskan lewat bagian bawah dari *perforated plate – plate* berlubang-lubang kecil yang dipasang secara horizontal. Sedangkan produk (susu bubuk) dialirkan di atas *plate* tersebut dan dengan adanya *vibrator (shaking)* produk dapat mengalir dalam aliran *plug-flow* dari *inlet* hingga *outlet after drier*. Supaya produk tidak jatuh ke bawah *plate*, maka kecepatan *hot air* harus cukup, yaitu sekitar 20 m/s dan rata-rata kecepatan di atas *plate (fluidizing velocity)* harus rendah agar produk tidak terikut *exhaust* keluar. *Fluidizing velocity* rata-rata dari susu

bubuk adalah 0.2-0.3 m/s dan derajat perforasi *plate*-nya sekitar 0.5-2 % dari total area *plate* (Pisecky,1997).

Tahapan selanjutnya adalah *after cooler*, yang digunakan untuk mendinginkan produk sampai mencapai suhu 40-45⁰C. Produk kemudian bergerak ke *shifter*. *Shifter* memiliki diameter 3 mm sehingga partikel yang berukuran besar akan terpisahkan. Susu bubuk kemudian di transfer ke silo atau *tote bin*. Transfer produk terjadi dalam pipa dengan tekanan vakum. Silo memiliki kapasitas 300 ton, sedangkan *tote bin* 1200 kg.

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.



Transfer to Silo or Tote Bin

Gambar 7. Diagram alir proses pengeringan

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.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan dibagi menjadi 4 sub-bab, yaitu pelatihan dan persiapan, proses analisis, proses monitoring, dan peningkatan proses. Tahapan tersebut dijadikan kerangka acuan untuk pelaksanaan proyek penerapan SPC pada proses produksi susu bubuk instant di PT Nestlé Indonesia pabrik Kejayan.

A. PERSIAPAN DAN PELATIHAN

Pada tahap awal perencanaan SPC, tim SPC *factory* mempersiapkan materi untuk melakukan pelatihan yang akan diberikan kepada operator dan supervisor produksi, QA, serta *engineer*. Materi pelatihan meliputi pengertian SPC, metodologi SPC, cara mengendalikan proses secara statistika melalui penggunaan *control chart*, serta bagaimana cara menganalisa data dan melakukan *problem solving*. Dengan adanya pelatihan ini semua anggota mengerti akan pentingnya penerapan SPC dan mempunyai komitmen yang kuat untuk melakukan perbaikan proses sehingga dapat segera melakukan tindakan koreksi sebelum produknya keluar dari spesifikasi yang ditentukan.

B. PROSES ANALISIS

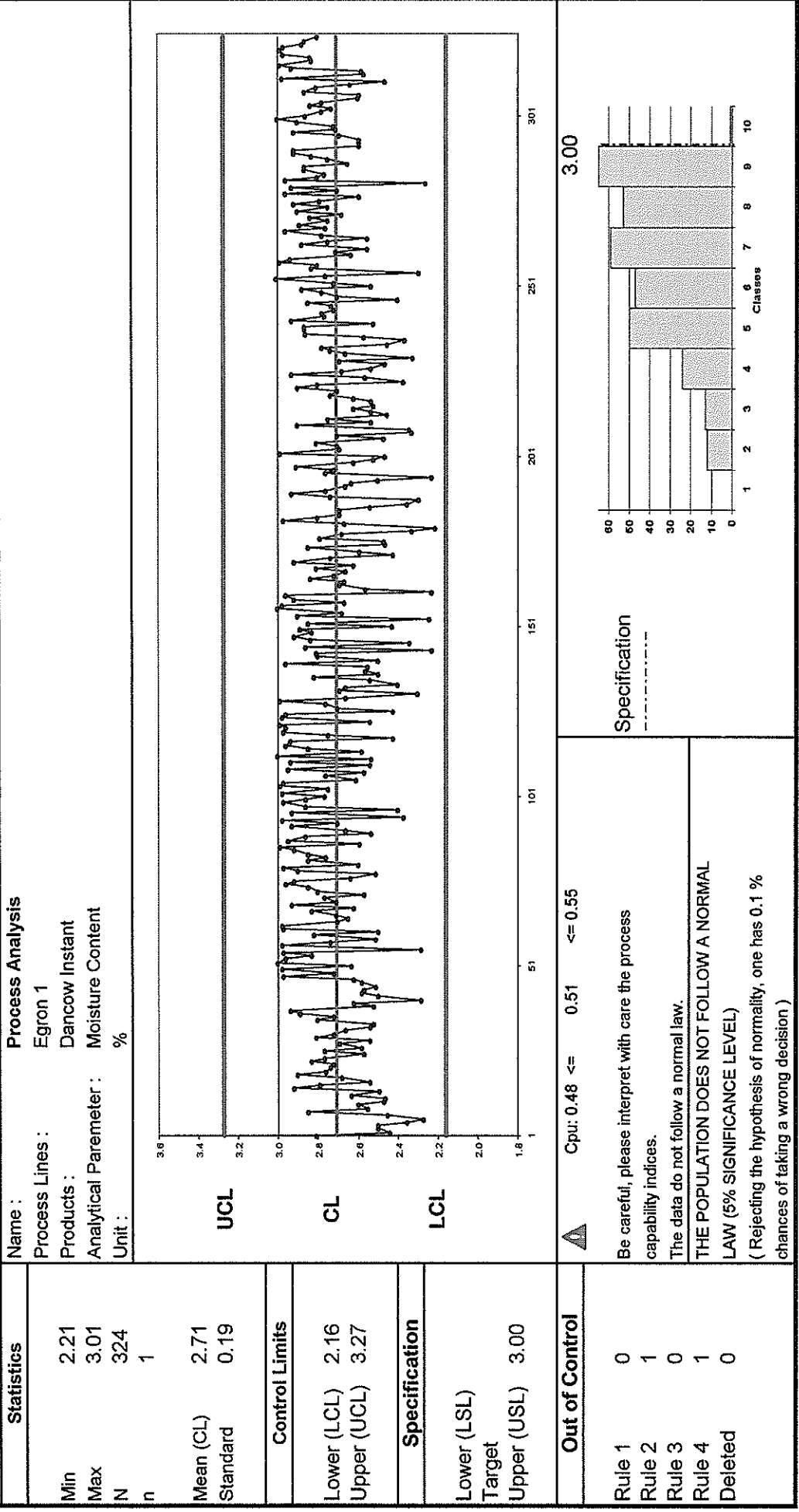
Proses analisis dilakukan sebagai studi awal untuk melihat variabilitas dan kapabilitas proses yang terjadi sebelum SPC diterapkan. Karakteristik mutu susu bubuk instant yang akan dikendalikan difokuskan pada kadar air dan kadar lemak. Sampel diambil setelah susu melewati fase pengeringan, saat akan ditampung di *silo* atau *tote bin*. Pengukuran kadar air dan kadar lemak dilakukan dengan menggunakan metoda cepat - NIR *Spectrophotometer*.

Data kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant yang diperlukan untuk proses analisis ini diperoleh dari data pada tahun 2003, kemudian diolah menggunakan *software* statistik dari Nestlé dengan nama Nestlé SPC (NSPC

Software). Dari hasil pengolahan data (Gambar 8a dan 8b) menunjukkan bahwa proses dinyatakan stabil, terlihat dengan keberadaan semua data pada batasan *control limit*, namun kapabilitas proses untuk menghasilkan kadar air dan kadar lemak pada susu bubuk instant masih dibawah 1.0. Menurut Prosedur SPC Nestlé bila $C_P < 1.0$, maka dikatakan Kapabilitas proses tidak baik, proses akan selalu memberikan proporsi yang tinggi terhadap produk yang keluar dari spesifikasi, oleh karena itu tindakan harus diambil, pemeriksaan ulang standar diperlukan. Hasil pengolahan data statistik untuk kadar air dan kadar lemak dengan NSPC dapat dilihat pada Gambar 8a dan 8b, yang memberikan informasi mengenai *control chart X individual*, kapabilitas proses, analisis data yang keluar dari kontrol berdasarkan aturan statistik, dan sebaran distribusi data.

Aturan statistik yang ditetapkan dalam NSPC *software* ini, terdiri dari 4 aturan (*Rule*). *Rule 1* : terdapat satu buah data yang berada di luar *control limit*. *Rule 2* : terdapat dua data secara berurutan berada pada *warning area* (*upper warning area* atau *lower warning area*). *Rule 3* : terdapat dua data yang mengalami peningkatan atau penurunan dengan sangat tajam (satu data berada di atas *upper warning limit* dan data yang lain berada di bawah *lower warning limit*, atau sebaliknya). *Rule 4* : terdapat sepuluh data secara berurutan berada pada salah satu area (diatas *center line* atau dibawah *center line* seluruhnya). Aturan tersebut diterapkan pada data berjumlah 30 atau lebih.

Dapat dilihat pada Gambar 8a, bahwa rata-rata kadar air adalah 2.71% dan terdapat 1 kumpulan data yang keluar dari *rule 2* dan 1 kumpulan data yang keluar dari *rule 4*. Kapabilitas proses terhitung sebagai C_{PU} (*Upper Capability Indices*) yang berkisar antara 0.48 – 0.55, dengan nilai tengah 0.51. Sebaran distribusi data tidak mengikuti sebaran normal pada taraf kepercayaan 95 %. Namun bila hasil analisis data ini tetap dipakai, terdapat 0.1% peluang untuk mengambil keputusan yang salah. Parameter kadar air yang dianalisis hanya memiliki satu spesifikasi, yaitu *upper specification limit*, dimana kadar air yang dihasilkan tidak boleh melebihi 3%.



Gambar 8a. Hasil pengolahan data statistik kadar air menggunakan NSPC

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.



N-SPC

@Hakcipta milik IPB University

Process Analysis Summary - Individual (sample size = 1)



Name : Process Analysis Process Lines : Egron 1 Products : Dancow Instant Analytical Parameter : Fat Content Unit : %	
Statistics Min 28.2 Max 29.47 N 331 n 1 Mean (CL) 28.67 Standard 0.29	
Control Limits Lower (LCL) 27.79 Upper (UCL) 29.54	Specification Lower (LSL) 28.20 Target Upper (USL)
Out of Control Rule 1 0 Rule 2 1 Rule 3 0 Rule 4 0 Deleted 0	Cpu: 0.49 <= 0.54 <= 0.58 Be careful, please interpret with care the process capability indices. The data do not follow a normal law. THE POPULATION DOES NOT FOLLOW A NORMAL LAW (5% SIGNIFICANCE LEVEL) (Rejecting the hypothesis of normality, one has less than 0.1 % chances of taking a wrong decision)
	28.2 Specification

Gambar 8b. Hasil pengolahan data statistik kadar lemak menggunakan NSPC

Jadi kurva sebaran distribusi jelas tidak akan membentuk sebaran normal (seperti lonceng), karena proses dirancang untuk menghasilkan kadar air mendekati spesifikasi, tidak untuk melebihi spesifikasi.

Dapat dilihat pada Gambar 8b, bahwa rata-rata kadar lemak adalah 28.67 dan terdapat satu kumpulan data yang keluar dari *rule* 2. Kapabilitas proses terhitung sebagai C_{PL} (*Lower Capability Indices*) yang berkisar antara 0.49 – 0.58, dengan nilai tengah 0.54. Sebaran distribusi data tidak mengikuti sebaran normal pada taraf kepercayaan 95 %. Namun bila hasil analisis data ini tetap dipakai, terdapat kurang dari 0.1% peluang untuk mengambil keputusan yang salah. Parameter kadar lemak yang dianalisis hanya memiliki satu spesifikasi, yaitu *lower specification limit*, dimana kadar lemak yang dihasilkan tidak boleh kurang dari 28.2%. Jadi kurva sebaran distribusi jelas tidak akan membentuk sebaran normal (seperti lonceng), karena proses dirancang untuk menghasilkan kadar lemak mendekati spesifikasi, tidak untuk kurang dari spesifikasi.

Hasil proses analisis untuk kadar air dan kadar lemak memiliki nilai kapabilitas proses yang sangat kecil, $C_p < 1.00$. Dengan demikian diperlukan tinjauan ulang terhadap semua faktor yang memungkinkan terjadinya keragaman kadar air dan kadar lemak dari produk dan kajian terhadap parameter proses yang berkaitan langsung terhadap kadar air dan kadar lemak dari produk tersebut. Oleh karena itu dilakukan *brainstorming* dan pembuatan diagram sebab akibat (*Fishbone diagram*).

a. Analisis dengan *Brainstorming*

Dari *brainstorming* dengan kesebelas orang karyawan diperoleh berbagai macam pendapat mengenai penyebab terjadinya kadar air dan kadar lemak yang tidak konsisten pada produk susu bubuk instant. Pendapat-pendapat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kadar air yang tidak konsisten

- Parameter proses pada *After Drier*, seperti suhu, *velocity*, *shaking*, *buffle* dan *flap position*
- Kondisi udara panas.
- Material yang terlibat dalam proses, seperti *concentrate* dan *preconcentrate* hasil standarisasi menggunakan MSK, *liquid skim* dan *stretching*.
- Metode pengukuran kadar air antara metoda standar (oven) dan metoda cepat (NIR)
- Keakuratan dari alat ukur yang digunakan sehingga diperlukan kalibrasi terhadap instrument suhu, RH, tekanan.
- Keahlian dan pengetahuan dari operator mengenai proses itu sendiri serta kedisiplinan untuk mematuhi prosedur operasi.

2. Kadar lemak yang tidak konsisten

- Laju aliran material seperti *butter oil*, *MSK soup*, dan *liquid skim*
- Kandungan lemak, padatan non lemak (*SNF-Solid Non Fat*) pada material standarisasi
- Metode pengukuran kadar lemak antara metoda standar (oven) dan metoda cepat (NIR)
- Metode pengukuran total padatan antara metoda standar (*seasand*) dan yang terbaca di panel.
- Keakuratan dari alat ukur yang digunakan sehingga diperlukan kalibrasi terhadap instrument *flowmeter*.
- Keahlian dan pengetahuan dari operator mengenai proses itu sendiri serta kedisiplinan untuk mematuhi prosedur operasi.

Dari hasil *brainstorming* ini dapat dihasilkan suatu kesepakatan mengenai kemungkinan penyebab utama terjadinya keberagaman kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant. Pada dasarnya penyebab terjadinya keragaman ini berhubungan dengan faktor manusia, mesin, metoda, pengukuran dan material. Untuk mempermudah pengelompokan faktor tersebut maka dibuat diagram sebab akibat atau diagram Ishikawa yang lebih dikenal dengan sebutan *Fishbone diagram* karena bentuknya seperti tulang ikan.

b. Analisis Fishbone Diagram

Pembuatan diagram sebab akibat bertujuan untuk mengetahui berbagai penyebab pendukung dari dua jenis keragaman yang terjadi, yaitu keragaman kadar air dan kadar lemak. Pembuatan diagram sebab akibat ini didasarkan pada informasi yang diperoleh melalui teknik *brainstorming*.

b.1 Kadar air yang tidak konsisten

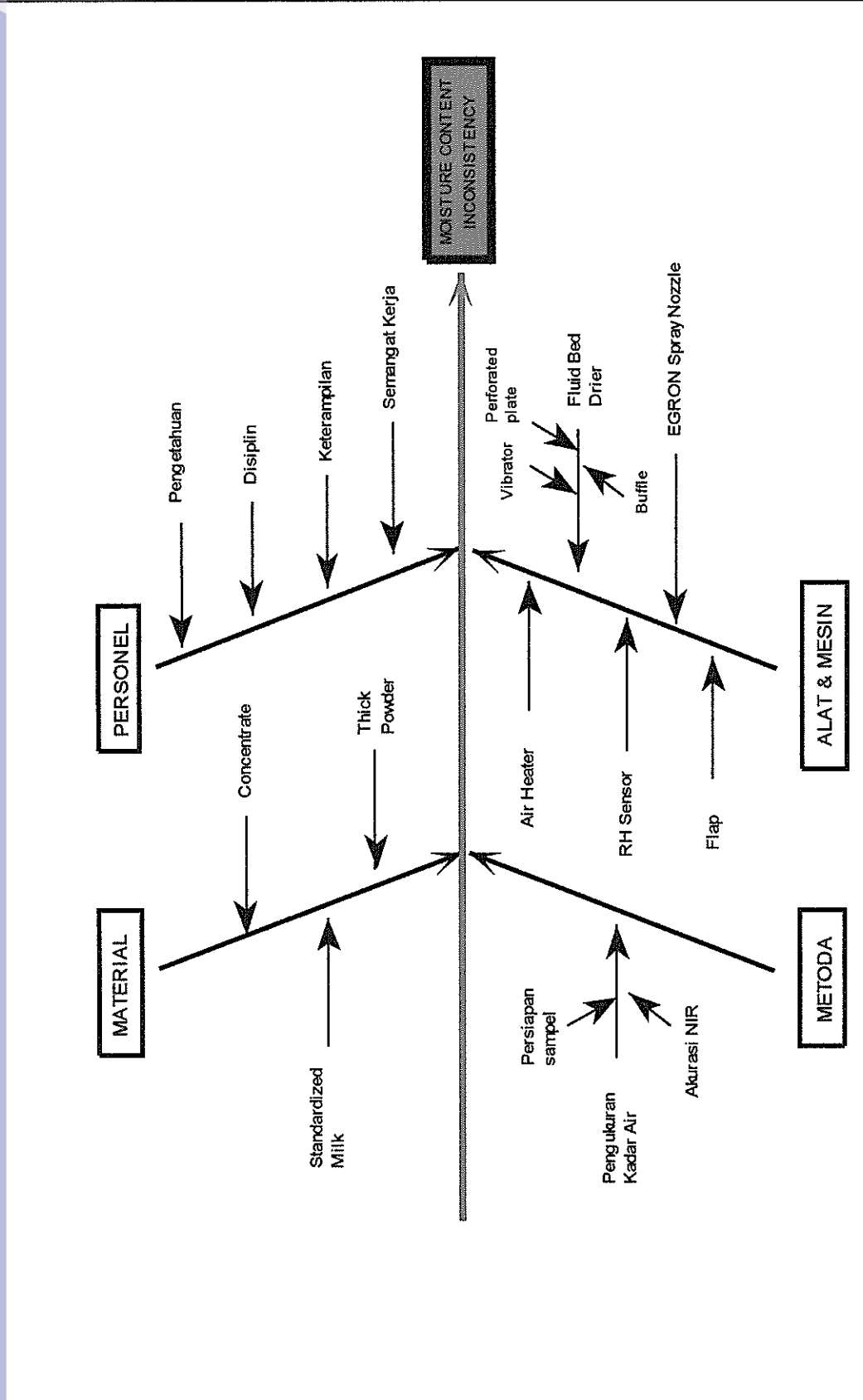
Diagram sebab-akibat untuk menelusuri permasalahan kadar air yang tidak konsisten dapat dilihat pada Gambar 9a. Penyebab utama dari permasalahan ini terdiri dari faktor personel, mesin, material, pengukuran, dan metoda. Masing-masing dari penyebab utama tersebut ditelusuri penyebab sekunder dan tersier. Penjelasan selengkapnya dapat diuraikan sebagai berikut :

1. PERSONEL

a. Pengetahuan

Pengetahuan dari operator harus memadai dan mereka semua harus mengerti dampak-dampak yang terjadi apabila terdapat perubahan dari salah satu parameter yang merupakan *check point* dari proses. Dari hasil pengamatan langsung melalui wawancara, tidak semua operator paham mengenai proses, sehingga perlu

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 9a. Fishbone diagram untuk mencapai konsistensi kadar air pada susu bubuk instant

adanya pelatihan edukatif yang menjelaskan mengenai proses secara rinci.

b. Disiplin

Kedisiplinan dari operator sangat menentukan kualitas dari produk, karena setiap produk selalu menggunakan metode dan prosedur-prosedur tertentu yang harus ditaati. Kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant merupakan parameter mutu yang dikendalikan pada proses produksi, sehingga harus dianalisa setiap susu akan masuk ke penampungan *silo* atau *tote bin*. Dari hasil pengamatan, tidak semua operator disiplin untuk menganalisa kedua parameter tersebut karena alasan tertentu. Oleh karena itu diberikan peringatan secara lisan kepada mereka dan setelah itu dapat dipastikan mereka melakukan analisa tersebut.

c. Keterampilan

Keterampilan dalam pengoperasian proses produksi untuk mengatur agar semua parameter selalu di dalam range yang dikehendaki. Keterampilan dari setiap operator berbeda, dan untuk meningkatkan keterampilan mereka diperlukan *on-the-job training* dimana permasalahan yang berubangan dengan proses produksi dipecahkan langsung bersama dengan pekerja yang lebih berpengalaman di *plant* sehingga operator mengetahui dengan pasti standar operasi yang harus segera dilakukan bila terjadi perubahan pada parameter proses.

d. Semangat Kerja

Semangat kerja dari karyawan dinilai kurang. Hal ini dapat dilihat dari ketidaksiplinan mereka dalam mematuhi standar operasi yang telah ditentukan. Untuk dapat meningkatkan

semangat karyawan dalam pekerjaannya, diperlukan adanya penghargaan. Tindakan lain dapat berupa pemberian insentif, rotasi kerja, atau kenaikan posisi. Penghargaan adalah suatu bentuk motivasi karyawan dimana perusahaan mengidentifikasi dan berterimakasih kepada karyawan yang telah membuat sumbangsih positif pada keberhasilan perusahaan (Pyzdek, 2002). Wujud penghargaan yang telah diberikan pihak *management* Nestlé adalah berupa ucapan selamat terhadap suatu grup (*shift*) tertentu yang telah dapat mengendalikan proses dengan baik. Penghargaan ini diharapkan menjadi motivasi grup yang lainnya. Wujud penghargaan yang lain adalah dengan diberikan kaos SPC kepada semua anggota SPC.

2. ALAT DAN MESIN

a. Air Heater

Kondisi *air heater* dalam menghasilkan udara panas (hot air) yang dipakai dalam proses harus sesuai dengan yang ditentukan berdasarkan spesifikasi masing-masing produk. Parameter yang harus dipenuhi untuk menentukan kondisi udara panas sudah sesuai atau belum, adalah suhu dan tekanan. Suhu dan tekanan udara panas dipantau setiap 30 menit sekali dan dicatat pada lembar pemeriksaan proses. Dari hasil pengamatan yang tidak bisa dilampirkan pada tulisan ini, dapat dinyatakan bahwa parameter suhu dan tekanan udara panas telah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

b. RH Sensor

RH Sensor harus akurat pembacaannya, karena RH (kelembaban relatif) di dalam *EGRON Tower* akan menentukan kandungan air

pada produk. Oleh karena itu diperlukan kalibrasi terhadap pembacaan RH sensor. Kalibrasi terhadap RH sensor telah dilakukan dan hasilnya RH sensor bekerja dengan baik.

c. *Flap*

Pengaturan Posisi *Flap* harus benar karena menentukan RH yang ada di *EGRON Tower*, seberapa banyak uap yang dikeluarkan dari *EGRON Tower*. Masing-masing operator telah paham mengenai pengaturan posisi *flap* ini.

d. *Fluid Bed Drier*

PT Nestlé Indonesia menggunakan *two-stage-drying* yang terdiri dari *fluid bed drier(after drier)* untuk pengeringan susu bubuk lebih lanjut setelah *drying chamber (spray drier)*. Alat ini juga akan menentukan kadar air pada susu bubuk.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *After Drier* :

1. *Vibrator*

Vibrasi harus cukup untuk mengalirkan produk di atas *perforated plate* agar terhindar dari penumpukan produk di atas *plate* pada saat *fluidizing velocity* tinggi. Sehingga dapat mengalirkan produk dengan laju mendekati 20 m/s secara kontinu serta mempunyai kadar air yang konstan dan merata di setiap aliran.

2. *Buffle*

Aliran produk di atas *plate* harus dalam kondisi *plug-flow*, sedangkan produk dibawa oleh udara panas dalam keadaan aliran turbulen. Sehingga diperlukan *buffle* untuk menghambat aliran turbulen dan sekaligus merubah menjadi

aliran *plug-flow* di sepanjang *after drier* di setiap waktu produk kontak dengan udara panas sehingga produk mengalami pengeringan yang sempurna dan konstan.

3. *Perforated Plate*

Kondisi *perforated plate* harus sesuai dengan kebutuhan, karena jika lubang *plate*-nya terlalu besar, produk akan jatuh ke bawah. Dari ukuran lubang-lubang *plate* itulah akan diperoleh *fluidizing velocity* selalu dalam range yang dikehendaki. Laju aliran udara panas di atas *plate* harus dijaga agar tidak terjadi *blowing-off* pada produk dengan *exhaust*. Kalau *velocity* terlalu tinggi dan lapisan (ketebalan lapisan) produk di atas *plate* tinggi maka sangat sulit untuk mendapat produk yang kering. Derajat *perforasi plate* diukur dalam persentase luasan terhadap luasan total *plate* dimana jumlah luasan lubang adalah 0.5-2 % dari total luasan *plate*.

Hasil pengamatan terhadap parameter *after drier* ini menunjukkan bahwa *after drier* masih dapat bekerja dengan baik. Parameter pada *after drier* telah diatur untuk bekerja secara maksimal, sehingga tidak dilakukan perubahan apapun.

e. *EGRON Spray Nozzle*

Kondisi dari *nozzle spray* yang dipakai akan mempengaruhi kadar air dari produk yang dihasilkan. Karena jika kondisi jelek dan tidak dapat membentuk *spraying* yang sempurna maka *atomizing*-nya juga tidak bagus yang akhirnya butiran partikel produk tidak merata dan ini akan berakibat kadar air yang dikandung produk menjadi tidak stabil. *Spray nozzle* yang digunakan dalam kondisi baik.

3. MATERIAL

Kadar air produk dipengaruhi oleh material penyusunnya, diantaranya :

1. *Standardized Milk*

Standarisasi akan mempengaruhi Total solid dari *preconcentrate* yang akan masuk evaporator. Terdapat tiga cara standarisasi, antara lain :

- a. Normal standarisasi (memakai MSK)
- b. *Liquid skim*
- c. *Stretching* (memakai *butter oil*)

2. *Concentrate*

Kondisi *concentrate* yang akan masuk ke *drying chamber* (EGRON) akan sangat menentukan kandungan air dari produk yang dikeluarkan EGRON. Parameter yang sangat berpengaruh adalah total solid dari *concentrate* itu.

3. *Thick Powder*

Ketebalan lapisan produk (*thickness*) pada kondisi *after drier* akan menentukan kandungan air dalam produk yang keluar dari *after drier*. Karena bila semakin tebal lapisan produk pada *plate after drier* semakin sulit mengeringkan produk atau dengan kata lain kandungan air produk masih tinggi. Alat ukur ketebalan lapisan berupa stick yang dilengkapi dengan skala ukuran (dalam cm). Ketebalan lapisan produk pada *plate after drier* optimal 10 cm, dan setelah dilakukan pengukuran, ketebalan lapisan produk berada pada kisaran nilai tersebut.

4. METODA

Metoda cepat di lini produksi diperlukan untuk mencegah terdapatnya produk dengan kadar air yang keluar dari spesifikasi. Kadar air dianalisa menggunakan NIR-spectrophotometer, hasil pembacaannya harus sesuai dengan metoda standar menggunakan oven.

NIR spektrofotometer adalah instrument bermutu tinggi untuk analisis komponen organik dalam suatu bahan. NIR mendeteksi sampel dengan panjang gelombang 1100-2500 nm, pada temperatur 60 – 90 °F. Spektrofotometer NIR telah dibuat untuk dapat mendeteksi energi yang diteruskan dan yang dipantulkan. Ada tiga hal yang pasti terjadi, energi harus mengenai sampel, energi diteruskan atau dipantulkan dan energi tersebut harus dapat dideteksi.

Seringkali operator melakukan kesalahan dalam persiapan sampel. Terdapat metoda khusus yang harus diperhatikan benar dalam persiapan sampel untuk analisa kadar air dengan menggunakan NIR-Spectrophotometer. Diantaranya adalah suhu sampel harus berkisar 15-30 °C. Karena bila sampel dalam keadaan terlalu panas menyebabkan kesalahan pembacaan positif. Oleh karena itu diperlukan kedisiplinan operator untuk tidak segera menganalisa sampel tersebut. Selanjutnya adalah persiapan sampel pada disc lensa. Sampel harus diisikan pada disc dalam keadaan padat dan tidak berongga. Lensa juga harus dalam keadaan bersih, kering, dan tidak boleh ada sidik jari karena akan mempengaruhi pembacaan.

Dilakukan monitoring terhadap kinerja dari NIR-spectrophotometer, dengan menghitung perbedaan antara hasil analisa menggunakan NIR-spectrophotometer dengan oven. Prosedur analisa kadar air metoda oven dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil pengamatan yang tidak bisa dilampirkan pada tulisan ini menunjukkan bahwa perbedaannya tidak lebih dari ± 0.2 . Kisaran tersebut masih dalam batas toleransi, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kadar air menggunakan NIR-spectrophotometer dapat dinyatakan akurat.

b.2 Kadar lemak yang tidak konsisten

Diagram sebab-akibat untuk menelusuri permasalahan kadar lemak yang tidak konsisten dapat dilihat pada Gambar 9b. Penyebab utama dari permasalahan ini terdiri dari faktor personel, mesin, material, pengukuran, dan metoda. Masing-masing dari penyebab utama tersebut ditelusuri penyebab sekunder dan tersier. Penjelasan selengkapnya dapat diuraikan sebagai berikut :

1. PERSONEL

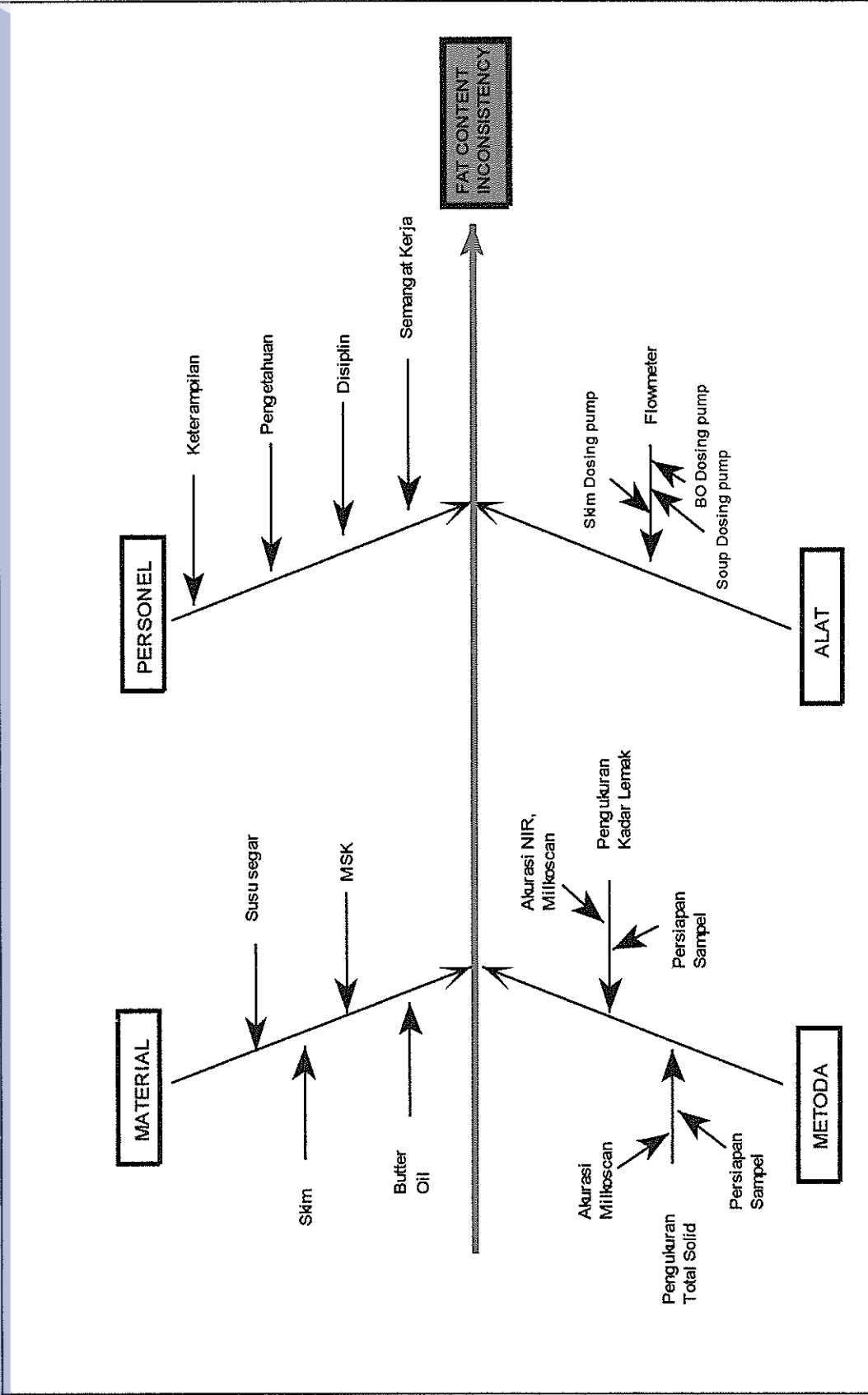
Penyebab sekunder dari personel adalah pengetahuan, disiplin, keterampilan dan semangat kerja. Penjelasan dari masing-masing penyebab sekunder sama seperti pada pemecahan masalah kadar air yang tidak konsisten.

2. ALAT

Alat yang akan menentukan konsistensi kadar lemak dari susu bubuk, yaitu *Flow meter*. *Flow meter* digunakan untuk mengukur dan mengetahui besarnya kapasitas aliran (laju aliran). *Flow meter* yang akan dikaji adalah :



- 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.



Gambar 9b. Fishbone diagram untuk mencapai konsistensi kadar lemak pada susu bubuk instant

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.

- *Skim Dosing Pump*
Digunakan untuk menentukan dan mengatur besarnya aliran skim yang dimasukkan (di-injeksi-kan). Laju aliran skim disesuaikan dengan besarnya flow yang diproses.
- *Soup Dosing Pump*
Digunakan untuk menentukan dan mengatur besarnya aliran soup yang dimasukkan (di-injeksi-kan). Laju aliran soup disesuaikan dengan besarnya flow yang diproses. Dalam hal ini pengaturan ditentukan berdasarkan formula (perhitungan).
- *Butter Oil Dosing Pump*
Digunakan untuk menentukan dan mengatur besarnya aliran butter oil yang dimasukkan (di-injeksi-kan). Laju aliran butter oil disesuaikan dengan besarnya flow yang diproses. Dalam hal ini pengaturan ditentukan berdasarkan formula (perhitungan).

Flow meter tersebut diatas harus dapat dipastikan bekerja dengan baik. Oleh karena itu diperlukan kalibrasi. Kalibrasi terhadap *flow meter* telah dilakukan dan hasilnya menyatakan bahwa *flow meter* tersebut bekerja dengan baik. Prosedur kalibrasi *flow meter* dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. MATERIAL

Terdapat beberapa material yang digunakan sebagai penentu kestabilan lemak pada susu bubuk, antara lain :

1. Susu Segar

Komposisi susu segar yang dipakai akan mempengaruhi besarnya lemak yang nantinya disesuaikan dengan produk yang akan dihasilkan. Jadi kandungan lemak pada susu segar harus diketahui terlebih dahulu untuk selanjutnya distandarisasi dengan

menggunakan MSK atau *liquid skim* atau *butter oil* untuk mendapatkan kandungan lemak yang seragam pada saat proses.

2. *Liquid Skim*

Liquid Skim ini selanjutnya akan digunakan dalam standarisasi susu segar sebelum dialirkan ke evaporator untuk mendapatkan nilai total solid tertentu yang besarnya tergantung pada jenis produk yang akan dihasilkan.

3. MSK (Susu Skim)

Jumlah MSK yang ditambahkan saat standarisasi menentukan kandungan lemak dan total solid pada *pre-concentrate* yang nilainya tergantung jenis produk yang akan dihasilkan.

4. *Butter Oil*

Butter Oil digunakan pada proses *stretching* dimana diinginkan output yang lebih besar, mengingat dibutuhkan MSK yang lebih banyak untuk dapat menghasilkan produk dengan kandungan lemak pada keadaan normalnya.

Material tersebut diatas berpengaruh terhadap standarisasi yang juga menentukan kadar lemak pada produk akhir. Oleh karena itu analisa terhadap kadar lemak dan padatan non lemak dari masing-masing material harus benar. Analisa kadar lemak dan padatan non lemak pada susu segar, *liquid skim*, dan MSK soup dilakukan menggunakan *milkoscan*. Sedangkan *butter oil* dilakukan dengan metoda standar (kadar lemak dengan metoda *mojonnier* dan total solid metoda *sea sand*). Untuk dapat memastikan bahwa hasil analisa lemak pada material di atas adalah benar maka diperlukan kalibrasi terhadap alat ukur tersebut dengan metoda standar.

4. METODA

Material penyusun susu bubuk, seperti susu segar dan hasil standarisasi juga sangat berpengaruh pada kadar lemak produk akhir. Pada standarisasi, yang paling berperan adalah kandungan lemak dan padatan non lemak. Padatan non lemak merupakan hasil pengurangan dari total padatan dengan lemak. Kadar lemak dan total padatan pada susu segar, MSK soup dan liquid skim dianalisa menggunakan milkoscan, sehingga pembacaan milkoscan juga harus dipastikan benar. Pembacaan milkoscan harus dikalibrasi dengan pengukuran menggunakan metoda standar. Untuk pembacaan kadar lemak dikalibrasi menggunakan metoda standar mojonnier, sedangkan untuk pembacaan total padatan dikalibrasi menggunakan metoda standar sea sand. Prosedur analisa kadar lemak metoda mojonnier dan total solid metoda sea sand dapat dilihat pada Lampiran 3.

Secara garis besar, milkoscan berfungsi untuk menera secara cepat kandungan lemak, protein, laktosa, padatan total dan padatan non lemak. Prinsip kerja milkoscan ini didasarkan pada kenyataan bahwa lemak, protein dan laktosa mempunyai kemampuan absorpsi panjang gelombang sinar infra merah yang berbeda. Pada saat sinar infra merah dengan panjang gelombang tertentu dipancarkan, maka intensitas transmisi cahaya yang dihasilkan dapat dipakai untuk menentukan kandungan protein, lemak dan laktosa dari sample.

Terdapat metoda khusus dalam persiapan sampel yang harus dipenuhi saat analisa menggunakan milkoscan. Suhu sampel harus dalam keadaan hangat (disimpan pada *water bath*), sekitar suhu 40 °C untuk menghindari adanya pemisahan lemak dan menciptakan keadaan homogen. Dilakukan monitoring secara berkala untuk

kalibrasi milkoscan. Apabila hasilnya kurang tepat maka dapat diatasi dengan adanya faktor interkoreksi yang sudah diatur pada milkoscan. Milkoscan yang digunakan saat ini sudah terkalibrasi.

Metoda cepat di lini produksi diperlukan untuk mencegah terdapatnya produk dengan kadar lemak yang keluar dari spesifikasi. Kadar lemak susu bubuk instant dianalisa menggunakan NIR-spectrophotometer, hasil pembacaannya harus sesuai dengan metoda standar menggunakan mojonier.

NIR spektrofotometer adalah instrument bermutu tinggi untuk analisis komponen organik dalam suatu bahan. NIR mendeteksi sampel dengan panjang gelombang 1100-2500 nm, pada temperatur 60 – 90 °F. Spektrofotometer NIR telah dibuat untuk dapat mendeteksi energi yang diteruskan dan yang dipantulkan. Ada tiga hal yang pasti terjadi, energi harus mengenai sampel, energi diteruskan atau dipantulkan dan energi tersebut harus dapat dideteksi.

Seringkali operator melakukan analisis kadar lemak dengan metoda persiapan sampel yang salah. Terdapat metoda khusus yang harus diperhatikan benar dalam persiapan sampel untuk analisa kadar lemak dengan menggunakan NIR-Spectrophotometer. Diantaranya adalah suhu sampel harus berkisar 15-30 °C. Karena bila sampel dalam keadaan terlalu panas menyebabkan kesalahan pembacaan positif. Oleh karena itu diperlukan kedisiplinan operator untuk tidak segera menganalisa sampel tersebut, namun mendinginkannya terlebih dahulu. Selanjutnya adalah persiapan sampel pada disc lensa. Sampel harus diisikan pada disc dalam keadaan padat dan tidak berongga. Lensa juga harus dalam keadaan bersih dan kering, tidak boleh ada sidik jari, karena akan mempengaruhi pembacaan.

Dilakukan monitoring terhadap kinerja dari NIR-spectrophotometer, dengan menghitung perbedaan antara hasil analisa menggunakan NIR-spectrophotometer dengan metoda standar mojonnier. Hasil pengamatan yang tidak bisa dilampirkan pada tulisan ini menunjukkan bahwa perbedaannya tidak lebih dari ± 0.2 . Kisaran tersebut masih dalam batas toleransi, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kadar lemak menggunakan NIR-spectrophotometer dapat dinyatakan benar.

Pembuatan diagram Pareto seharusnya dilakukan untuk mengetahui penyebab utama dari keragaman kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant. Verifikasi terhadap penyebab utama dari keragaman ini telah dilakukan oleh tim SPC Nestlé namun tidak dituangkan dalam bentuk diagram pareto. Hasil verifikasi menyatakan bahwa penyebab utama dari keragaman kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant adalah dari faktor personel dan metoda. Sementara itu mesin dan material yang digunakan sudah sesuai. Tidak dilakukan perubahan *setting* apapun pada parameter proses karena proses sudah bekerja secara maksimal.

C. PROSES MONITORING

Proses monitoring mulai dilakukan setelah dipastikan bahwa parameter mutu yang diuji dinyatakan dapat dipercaya dan telah dianalisa dengan benar. Proses monitoring juga untuk mendeteksi variasi penyebab khusus dari proses produksi dan menghilangkannya. Proses monitoring dilakukan dengan menggunakan *control chart*. Melalui *Control chart* memberikan visualisasi dengan jelas tentang keberadaan proses saat itu, yang dapat memberikan latihan bagi operator untuk menyadari kondisi apa pada proses yang dapat dijadikan sebagai peringatan untuk segera mengambil tindakan koreksi. Sehingga kemungkinan mendapatkan produk yang keluar dari spesifikasi dapat dihindari.

Tindakan koreksi yang dilakukan tergantung dari permasalahan yang terjadi. Sebagai contoh apabila kadar lemak produk diperoleh rendah maka action yang dilakukan adalah dengan meningkatkan RC pada standarisasi. Pihak management produksi telah mengeluarkan suatu tabel (Tabel 2.) yang dapat dijadikan panduan dalam pemecahan masalah.

Tabel 2. Faktor yang mempengaruhi kadar air dan kadar lemak pada produk

Bila Kadar Air ↑	A/D Temp ↑	A/D Speed ↓	Egron Temp ↑	TS Conc ↓	HA Temp ↑	Dia Orifice ↓
Bila Kadar Air ↓	A/D Temp ↓	A/D Speed ↑	Egron Temp ↓	TS Conc ↑	HA Temp ↓	Dia Orifice ↑
Bila Kadar Lemak ↑	TS FM > aktual	TS Std < aktual	Fat FM > aktual	Fat Std < aktual	RC ↓	
Bila Kadar Lemak ↓	TS FM < aktual	TS Std > aktual	Fat FM < aktual	Fat Std > aktual	RC ↑	

Apabila kadar air yang didapat terlalu tinggi, maka harus diturunkan dengan cara : meningkatkan *After Drier* temperatur, menurunkan *After Drier speed*, menaikkan Egron temperatur, menurunkan Total solid (TS) *concentrate*, atau menurunkan diameter *orifice*. Peningkatan *after drier* temperatur akan meningkatkan jumlah air yang diuapkan pada produk sehingga kadar air produk akan menurun. Penurunan *speed after drier* menyebabkan waktu kontak dengan panas pada *after drier* menjadi lebih lama sehingga kadar air produk akan lebih rendah. Peningkatan temperature dari Egron akan meningkatkan penguapan air dari produk sehingga kadar air produk akan berkurang. Penurunan TS *concentrate* menyebabkan lebih sedikitnya solid yang harus dikeringkan sehingga panas akan lebih banyak dimanfaatkan untuk mengeringkan dan kadar air akan menurun. Peningkatan *hot air* temperatur menyebabkan suhu dari *after drier* meningkat sehingga penguapan air pada produk menjadi lebih cepat dan kadar air produk menurun. Demikian juga dengan

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.

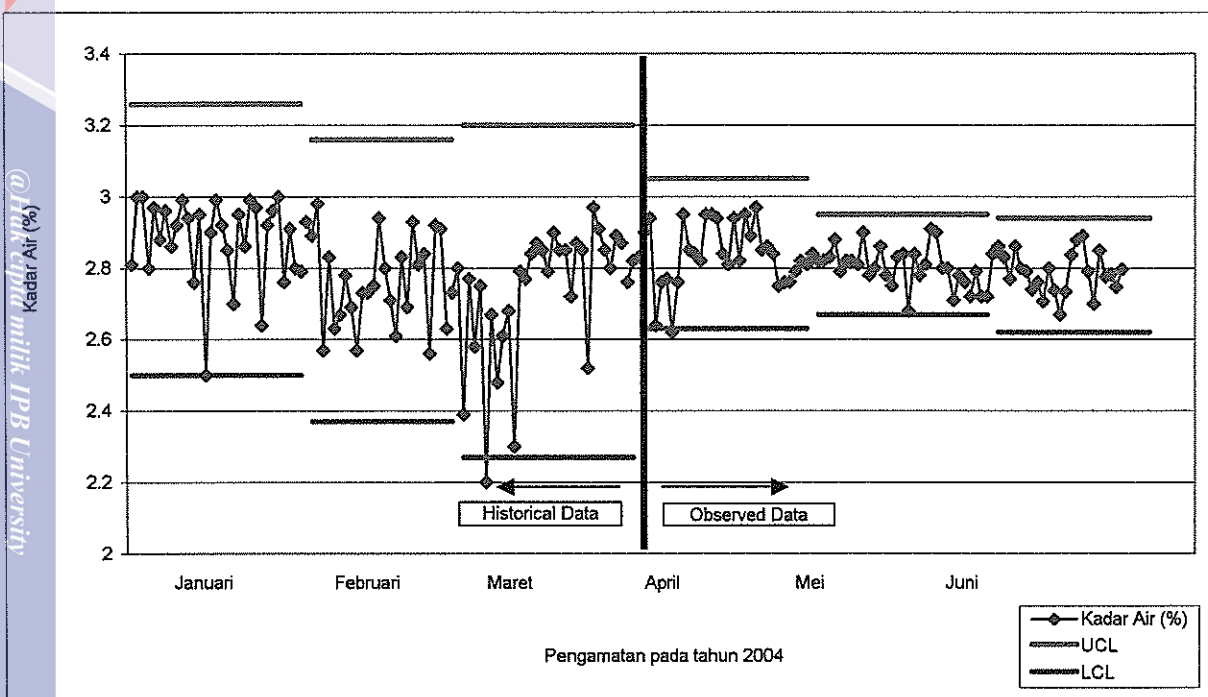
diameter *orifice*. Penurunan diameter *orifice* memperluas permukaan produk yang kontak dengan panas sehingga penguapan akan lebih mudah dan kadar air yang diperoleh akan lebih rendah. Lain halnya apabila kadar air yang didapat terlalu rendah, maka harus dinaikkan, dengan cara : menurunkan temperatur *after drier*, meningkatkan *after drier speed*, menurunkan egron temperatur, meningkatkan TS *concentrate*, menurunkan *hot air* temperatur, atau meningkatkan diameter *orifice*.

Jika kadar lemak yang didapat terlalu tinggi maka harus diturunkan dengan cara : TS FM *in touch* (*total solid fresh milk* yang dimasukkan pada panel) lebih tinggi dari TS FM aktual. Jika TS FM *in touch* lebih tinggi dari TS FM aktual maka dosing MSK akan bertambah akibatnya kadar lemak pada produk akan menurun. Cara lain adalah TS standarisasi *in touch* lebih rendah dari aktual, fat (kadar lemak) FM lebih tinggi dari aktual, Fat standarisasi lebih rendah dari aktual, atau RC diturunkan. Jika TS standarisasi *in touch* lebih rendah dari aktual maka dosing MSK akan bertambah sehingga kadar lemak produk akan menurun. Jika fat FM lebih tinggi dari aktual maka flow FM menjadi berkurang sehingga dosing MSK akan lebih banyak dan kadar lemak akan menurun. Jika fat standarisasi lebih rendah dari aktual maka dosing MSK akan meningkat dan kadar lemak produk akan menurun. RC (*Ratio Content*) merupakan perbandingan antara lemak dan padatan non lemak. Jika RC diturunkan maka kadar lemak akan menurun. Demikian halnya bila kadar lemak terlalu rendah, maka harus dinaikkan dengan cara kebalikan dari rumusan di atas.

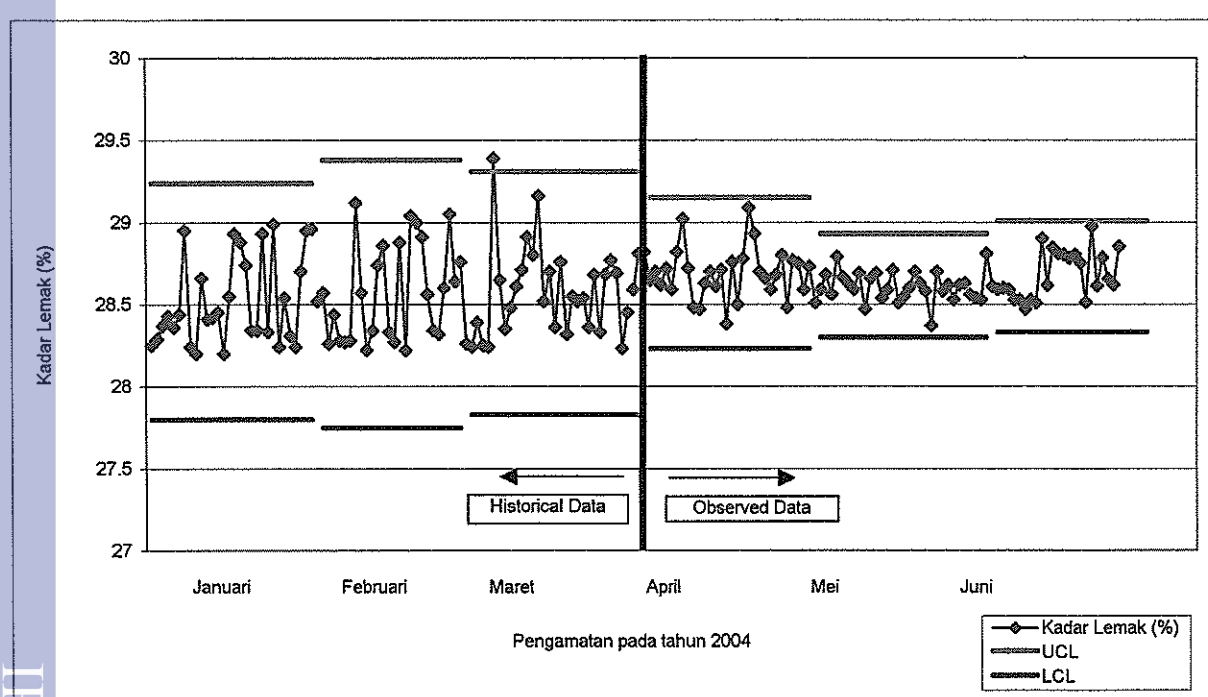
Penggunaan sistem kontrol pada proses produksi melalui *control chart* telah berpengaruh nyata pada konsistensi mutu yang dihasilkan. Gambar 10 a dan 10 b memberikan visualitas dengan jelas bahwa kadar air dan kadar lemak yang diperoleh telah lebih konsisten. SPC mulai diterapkan dan dilakukan monitoring pada bulan April 2004. Terlihat pada Gambar 10a dan 10b, bahwa variabilitas proses lebih kecil setelah SPC diterapkan, yang menandakan kadar air dan kadar lemak yang dihasilkan lebih konsisten.



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.



Gambar 10a. Kadar air susu bubuk instant per hari



Gambar 10b. Kadar lemak susu bubuk instant per hari

D. PENINGKATAN PROSES

Peningkatan proses bertujuan mengurangi variasi yang terjadi sehingga dapat meningkatkan kapabilitas dari proses. Target kapabilitas proses pada awal perencanaan program SPC ini adalah lebih dari 1.33. Semakin tinggi kapabilitas proses menunjukkan bahwa produk telah semakin konsisten. Pada masa studi menunjukkan adanya trend peningkatan nilai C_{PU} dan C_{PL} pada line proses produksi susu bubuk instant ini. Hal ini menunjukkan bahwa telah terdapat perbaikan proses saat sebelum dan setelah SPC dijalankan. Gambar 11a dan 11b menunjukkan visualitas yang jelas bahwa line produksi Egron #1 untuk produksi susu bubuk instant telah mencapai $C_p > 1.33$ untuk parameter mutu yang diujikan. Nilai C_p tidak dapat diprediksikan terus meningkat sepanjang waktu karena keterbatasan proses untuk mencapai produktivitas maksimal. Oleh karena itu monitoring proses harus tetap dijalankan agar tidak terjadi penurunan kapabilitas proses, karena untuk dapat meyakinkan bahwa proses dinyatakan stabil dengan indeks kemampuan proses tinggi membutuhkan waktu yang lama.

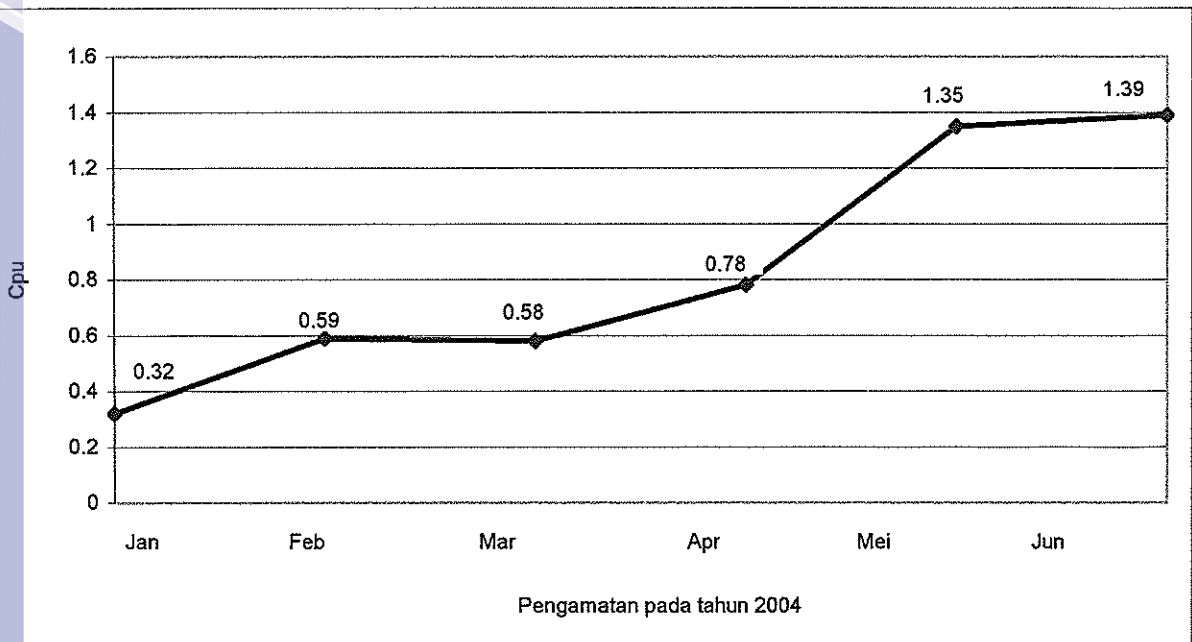
Peningkatan proses dapat mengurangi *manufacturing loses* atau meningkatkan *cost saving*. Dengan memiliki produk yang sesuai spesifikasi maka tidak ada lagi proses tambahan untuk mengatasi permasalahan yang ada, misalnya produk *rework* ataupun *tumbler* (pencampuran antara produk yang memiliki kandungan lemak tinggi dengan kandungan lemak rendah).

Perhitungan *cost saving* dapat dilihat pada rumus berikut ini :

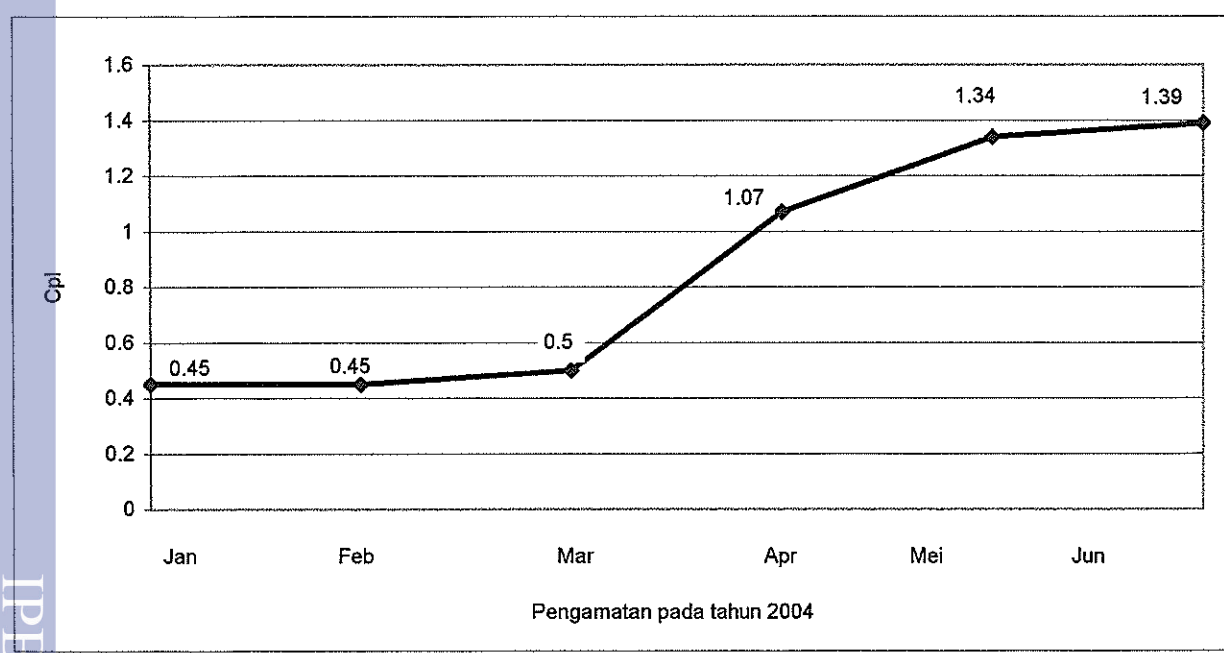
$$Cost\ saving = (Moist\ actual - moist\ 2003) \times Total\ produksi \times Price\ bulk\ susu$$

moist actual adalah kadar air yang dihasilkan saat ini. *Moist 2003* adalah kadar air rata-rata yang diperoleh pada tahun 2003. Total produksi terbilang dalam satuan kg, sedangkan *price bulk* susu merupakan harga *bulk* susu bubuk dalam satuan Rp/kg.

@ Hak cipta milik IPB University



Gambar 11a. Trend Cpu untuk kadar air susu bubuk instant



Gambar 11b. Trend Cpl untuk kadar lemak susu bubuk instant

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.

Nilai *cost saving* dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini, dimana perhitungan ini akan lebih difokuskan setelah proses dikendalikan menggunakan program SPC dan kapabilitas proses tercapai sesuai target. Kadar air rata-rata pada tahun 2003 adalah 2.70% dengan harga bulk susu Rp 17413/kg.

Tabel 3. Perincian *cost saving* pada produk susu bubuk instant

No.	Week	Moisture content actual (%)	Total produksi (kg)	Cost saving (Rp)
1	23	2.77	301905	3679950.236
2	24	2.79	300440	4708405.548
3	25	2.77	323915	3948232.327
4	26	2.79	319510	5007264.867

Dari tabel 3 diatas, menunjukkan *Cost saving* sebesar Rp 17.343.852,98 dalam 4 minggu terakhir setelah SPC dijalankan (bulan Juni 2004) berdasarkan total produksi susu bubuk instant saat itu. Perhitungan *cost saving* dalam tulisan ini difokuskan setelah proses mencapai kapabilitas C_{PU} dan $C_{PL} > 1.33$ untuk menghasilkan kadar air yang konsisten. *Cost saving* juga dapat dihitung menggunakan data kadar lemak, namun rumusnya tidak dapat dijelaskan pada tulisan ini. Kadar lemak pada produk akhir ditentukan oleh susu segar yang digunakan. Sehingga pembuatan susu bubuk dengan kadar lemak yang semakin mendekati spesifikasi maka akan dapat menghemat jumlah susu segar yang digunakan. Nilai indeks kapabilitas proses harus terus dipantau agar dapat memastikan bahwa proses telah stabil dengan nilai kapabilitas yang tinggi.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Pada awal perancangan SPC diperlukan pembuatan bagan kendali. Karakteristik mutu yang akan dibuat bagan kendalinya adalah kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant. Kadar air pada produk maksimal 3.00 % dan kadar lemak pada produk minimal 28.2 %. Pengukuran kadar air dan kadar lemak dilakukan dengan menggunakan metoda cepat - NIR *Spectrophotometer*.

Studi awal menggunakan data historis pada produksi tahun 2003 menunjukkan bahwa proses telah stabil, dengan tetap berada pada kisaran *control limit*, namun kapabilitas kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk instant yang dihasilkan masih dibawah 1.0. Oleh karena itu diperlukan penelusuran terhadap masalah yang terjadi. Penelusuran masalah ini pada awalnya dilakukan dengan *brainstorming*. Teknik *brainstorming* dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai penyebab keragaman kadar air dan kadar lemak dari susu bubuk, yang dilakukan oleh para pekerja yang terlibat langsung pada proses produksi. Selanjutnya dibuat diagram sebab-akibat untuk menentukan faktor-faktor penyebab keragaman kadar air dan kadar lemak pada produk.

Verifikasi terhadap penyebab utama dari keragaman ini telah dilakukan oleh tim SPC Nestlé namun tidak dituangkan dalam bentuk diagram pareto. Hasil verifikasi menyatakan bahwa penyebab utama dari keragaman kadar air dan kadar lemak susu bubuk instant adalah dari faktor personel dan metoda. Sementara itu mesin dan material yang digunakan sudah sesuai. Tidak dilakukan perubahan *setting* apapun pada parameter proses karena proses sudah bekerja secara maksimal.

Proses monitoring mulai dilakukan setelah dipastikan bahwa parameter mutu yang diuji dinyatakan dapat dipercaya dan telah dianalisa dengan benar. Proses monitoring pada awalnya dilakukan dengan menggunakan *control chart*.

Dengan adanya *control chart*, operator dapat langsung melakukan tindakan koreksi bila salah satu parameter mutu yang diuji tidak sesuai. Sehingga kemungkinan produk memiliki mutu yang tidak sesuai dengan spesifikasi dapat dihindari. Action yang dilakukan tergantung dari permasalahan yang terjadi. Pihak management produksi telah mengeluarkan suatu rumusan yang dapat dijadikan panduan dalam *troubleshooting*.

Penggunaan sistem kontrol pada proses produksi melalui *control chart* telah berpengaruh nyata pada konsistensi mutu yang dihasilkan. Telah terbukti bahwa variabilitas dari proses telah dapat dikendalikan dengan dijalankannya SPC ini. Kesulitan yang dihadapi untuk mengendalikan konsistensi dari kadar air dan kadar lemak antara lain adalah :

1. Pada saat penggunaan MSK untuk standarisasi, seringkali terjadi perubahan kadar air dan kadar lemak yang nyata pada saat ganti batch karena kandungan fat dan snf pada MSK powder yang digunakan tidak selalu sama pada tiap batch.
2. Pengetahuan dan skill operator yang berbeda-beda

Peningkatan proses bertujuan mengurangi variasi yang terjadi sehingga dapat meningkatkan kapabilitas dari proses. Target indeks kapabilitas pada awal perencanaan program SPC ini adalah lebih dari 1.33. Pada masa studi menunjukkan adanya trend peningkatan nilai C_{PU} dan C_{PL} pada line proses produksi susu bubuk instant ini. Line produksi Egron #1 untuk produk susu bubuk instant telah mencapai C_{PU} dan $C_{PL} > 1.33$ untuk parameter mutu yang diujikan.

Peningkatan proses ini telah dapat meningkatkan *Cost saving* sebesar Rp 17.343.852,98 dalam 4 minggu terakhir setelah SPC dijalankan (bulan Juni 2004) berdasarkan total produksi susu bubuk instant saat itu. *Cost saving* juga dapat dihitung menggunakan data kadar lemak, kadar lemak pada produk akhir ditentukan oleh susu segar yang digunakan. Sehingga pembuatan susu bubuk dengan kadar lemak yang semakin mendekati spesifikasi maka akan dapat menghemat jumlah susu segar yang digunakan.

B. SARAN

Program SPC merupakan alat penerapan teknik statistika untuk mengontrol proses maka produk yang dihasilkan akan memiliki karakteristik mutu yang lebih konsisten dengan variabilitas yang kecil. Dengan demikian akan sangat besar kemungkinan perusahaan mencapai *zero defect* pada produknya. Sehingga kerugian perusahaan yang disebabkan oleh produksi akan berkurang.

Mengingat peranan SPC ini sangat penting bagi peningkatan kualitas produk, maka disarankan :

1. Program SPC dijalankan di semua lini produksi
2. Melakukan training dan on-the-job training pada semua member SPC factory, yang meliputi operator produksi, polyvalen, supervisor, QA dan engineer secara kontinu sehingga semua pihak mengerti betul tentang proses produksi, apa itu SPC, manfaat yang akan diperoleh termasuk didalamnya troubleshooting untuk permasalahan yang dihadapi.
3. *Control chart* dibuat berdasarkan data proses saat itu sehingga kestabilan proses dapat terlihat, bukan karena memaksakan proses untuk tetap berada pada kisaran *control limit* yang telah ditentukan.
4. Permasalahan yang sering terjadi terhadap variabilitas kadar lemak susu bubuk adalah pada saat *change over batch* saat standarisasi bila menggunakan MSK. Hal ini disebabkan kadar lemak dan padatan non lemak pada bubuk MSK yang digunakan tidak konsisten untuk tiap batch MSK yang digunakan. Maka sebaiknya dibuat panel khusus untuk membuat MSK soup sehingga pelarutannya akan lebih homogen dan kandungan lemak dan padatan non lemaknya pun akan lebih stabil.
5. Peningkatan C_p hendaknya terus dilakukan secara bertahap dan tidak tergesa-gesa agar hasil yang didapat lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- ADMI. 1971. Standards for grades of dry milk including method of analysis, Bulletin 916. Chicago.
- Anonymous. 2001. Control Chart as Basic Tools for Process Improvement. http://www.safepak.com/control_chart_articles/Safepak International.
- Brue, G. 2002. Six Sigma for Managers. Terjemahan. Penerbit Canary, Jakarta.
- Bylund, G. 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing System AB. Lund, Sweden.
- Deming, W. E. 2001. Control Chart as Tool in Statistical Process Control. <http://www.deming.eng.clemson.edu/Continuous> Quality Improvement Server
- Feigenbaum, A.V. 1989. Kendali Mutu Terpadu. Terjemahan. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Gaspersz, V. 1998. Statistical Process Control Penerapan Teknik-teknik Statistik dalam Manajemen Bisnis Total. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Gaspersz, V. 2001. Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ishikawa, K. 1989. Teknik Penuntun Pengendalian Mutu. Terjemahan. PT Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta
- Lawrence, S.A. 1986. Fundamental of Industrial Quality Control. Addison Wesley Publ Co., Canada
- Linn. 1981. Quality Control of Beverage. Di dalam Woodrof, J.G. dan G.F.Philips (eds). Beverage : Carbonated and Non Carbonated. AVI Publishing Inc., Westport, Connecticut.
- Montgomery,D.C. 1990. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik. (Terjemahan) Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pisecky, J. 1997. Handbook of Milk Powder Manufacture. Niro A/S Gladsaxevej 305. Soeborg Copenhagen, Denmark.

- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Terjemahan Lusy Widjaja. Selemba Empat, Jakarta.
- Ryan, T.P. 1989. *Statistical Methods for Quality Improvement*. John, Wiley and Son, Inc., New York.
- Soekarto, S.T. 1990. *Pengawasan Mutu Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor
- Wayworld. 2001. *Statistical Process Control – A Wayworld Tutorial*. <http://www.wayworld.com> Wayworld Inc.
- Widodo.2003. *Teknologi Proses Susu Bubuk*. Lacticia Press. Yogyakarta.
- Winarno,F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

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.

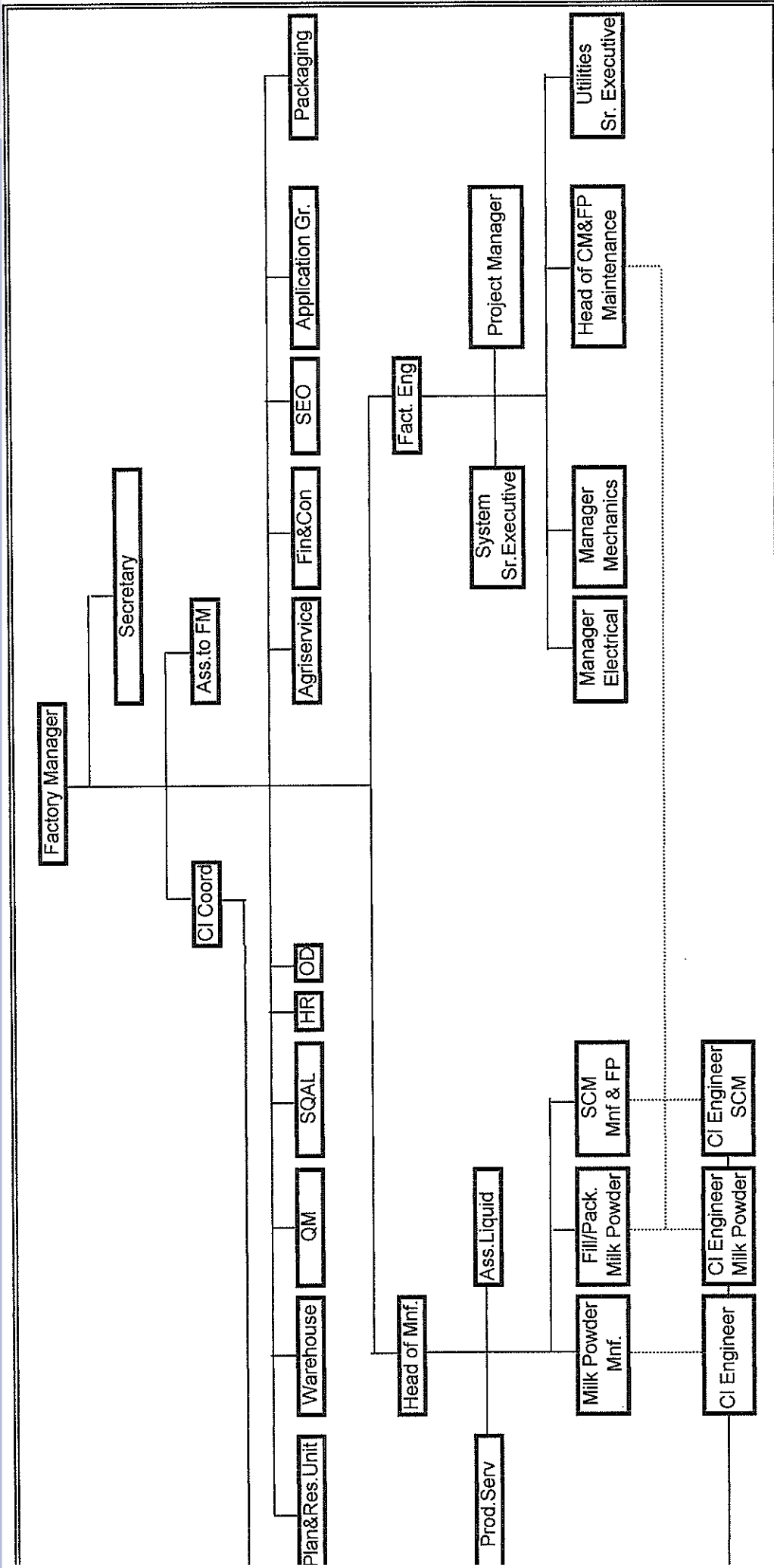
LAMPIRAN

@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.



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.

Lampiran 2. Prosedur kalibrasi suhu, tekanan, dan flow meter

1. Prosedur kalibrasi suhu

Prosedur kalibrasi suhu adalah dengan memasukkan sensor ke dalam *water bath*. *Water bath* di-setting pada daerah kerja dari sensor, minimum 3 titik pengukuran dengan kerapatan 5 – 10⁰C. Dicatat suhu yang terbaca pada sensor dan dibandingkan dengan yang tertera pada *water bath*.

2. Prosedur kalibrasi tekanan

Pertama di-install fluke kalibrator tekanan, *pressure module*, pompa tangan, dan transmitter tekanan. Di-set tekanan pada daerah kerja dari sensor, minimum 3 titik pengukuran dengan kerapatan 1-5 Bar (untuk satuan Bar) dan 1-5 mBar untuk satuan (mBar). Di-catat nilai yang terbaca, apabila tidak terjadi penyimpangan maka tidak perlu dilakukan adjustment.

3. Prosedur kalibrasi flow meter

Prosedur kalibrasi flowmeter dilakukan dengan pertama-tama memasang hose sedemikian rupa sehingga outlet menuju ke bak penampung dan inlet menuju sumber zat cari, dalam hal ini bisa memakai air atau sesuai konsentrat yang dipakai dalam proses (MSK Soup, susu segar, liquid skim, butter oil). Inlet valve kemudian dibuka dan ditunggu sampai penunjukkan *flowrate* stabil. Outlet ditampung ke timbangan dalam waktu tertentu dan dicatat hasil penimbangan serta penunjukkan pada flowmeter, diulangi sampai tiga kali pengukuran.

Lampiran 3. Prosedur analisa kadar air, kadar lemak dan total solid metoda standar

1. Kadar air metode Oven

Kadar air adalah % berat yang hilang setelah material dikeringkan pada temperatur dan waktu yang sudah ditentukan kemudian didinginkan di dalam desikator. Prinsip analisa kadar air adalah dengan pengeringan dalam oven pada suhu $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam dengan berat sampel 1-3 gram. Kehilangan beratnya dihitung secara gravimetric. Kondisi umum yang harus dimonitor adalah sebagai berikut :

- Temperature : $25-27^{\circ}\text{C}$
- Kelembaban : tidak melebihi 55% ($50 \pm 5\%$) Relative Humidity (RH).

Keadaan tersebut harus dicatat pada trend graph setiap hari.

2. Kadar lemak metoda mojonnier

Prinsip pengukuran lemak dengan metode Mojonnier adalah dengan mengekstrak lemak yang terkandung dalam larutan susu dengan amonia, etil alkohol, dietileter, petroleum eter sehingga lemak terekstraksi dalam lapisan eter. Lapisan ini kemudian diuapkan untuk mendapatkan lemak, sehingga kadar lemak dapat dihitung. Ekstraksi dilakukan 2 kali. Amonia menetralkan segala jenis asam yang ada dan membantu melarutkan protein untuk melepaskan lemak. Penggunaan etil alkohol mencegah terbentuknya bahan koloidal yang dapat terbentuk setelah penambahan dietileter. Dietileter melarutkan lemak. Petroleum eter membantu melarutkan lemak dan menghilangkan sisa kelembaban yang ada dalam fase eterial. Lemak yang terekstrak kemudian diukur dengan metoda gravimetric.



Lampiran 3. (Lanjutan)

3. Total solid metode sea sand

Prinsip pengukuran total solid metoda sea sand adalah dengan pemanasan pendahuluan sampel dengan sea sand di atas water bath mendidih atau heating plate, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 102 ± 2 °C selama 4 jam. Setelah waktu pengeringan dalam oven selesai, sampel dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam desikator selama 45 menit, lalu ditimbang secara gravimetric.