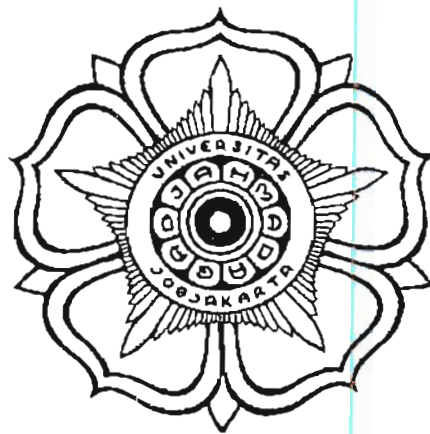


# **Pengaruh Investasi dalam Teknologi Manufaktur Terhadap Investasi dalam Teknologi Lingkungan**

Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2

Program Studi Ilmu-ilmu Sosial  
Ilmu Manajemen



Diajukan oleh :  
**HETTY KARUNIA TUNJUNGSARI**  
15914/TV-3/1420/00

Kepada  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**  
2002

# Tesis

## PENGARUH INVESTASI DALAM TEKNOLOGI MANUFAKTUR TERHADAP INVESTASI DALAM TEKNOLOGI LINGKUNGAN

dipersiapkan dan disusun oleh  
**HETTY KARUNIA TUNJUNGSARI**  
**15914/IV-3/1420/00**  
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 30 NOVEMBER 2002

### Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Dr. B.M. Purwanto, MBA  
Pembimbing Pendamping I

.....  
Pembimbing Pendamping II

Anggota Dewan Penguji Lain



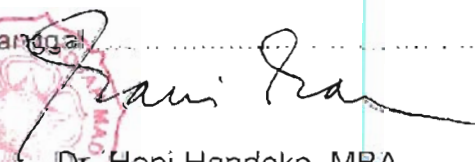
Dr. Hargo Utomo, MBA



Dr. Ir. Adi Djoko Guritno, MSIE..

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister



Tanggal .....  
  
Dr. Hani Handoko, MBA  
Pengelola Program Studi : Manajemen .....



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**  
**PROGRAM PASCASARJANA: MAGISTER SAINS DAN DOKTOR**  
Program Studi Ilmu-ilmu: Ekonomi dan Studi Pembangunan, Manajemen, Akuntansi

**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya menyatakan bahwa tesis dengan judul :

**Pengaruh Investasi dalam Teknologi Manufaktur  
Terhadap Investasi dalam Teknologi Lingkungan**

dan dimajukan untuk diuji pada tanggal 30 November 2002, adalah hasil karya saya.

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tesis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin, atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya aku seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, baik sengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik tesis yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bila kemudian terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, berarti gelar dan ijasah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Yogyakarta, 30 November 2002

Yang memberi pernyataan

Hetty Karunia Tunjungsari

Saksi 1, sebagai pembimbing tesis merangkap anggota tim penguji tesis:

Dr. B. M. Purwanto, MBA

Saksi 2, sebagai anggota tim penguji tesis: Saksi 3, sebagai anggota tim penguji tesis:

Dr. Hargo Utomo, MBA

Dr. Ir. Adi Djoko Guritno, MSIE

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang menjadi salah satu syarat dalam meraih gelar Magister Sains (MSi) di Universitas Gadjah Mada.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, sehingga Penulis sangat mengharapkan adanya kritik serta tanggapan yang berguna bagi tesis ini.

Selama penyusunan tesis penulis telah mendapat bimbingan, dorongan, dan bantuan yang sangat berarti dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. BM Purwanto, MBA selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Adi Djoko Guritno, MSIE selaku penguji yang telah memberikan saran untuk perbaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Hargo Utomo, MBA selaku penguji yang memberikan masukan untuk perbaikan tesis ini.
4. Bapak Dr. Hani Handoko, MBA selaku Pengelola Jurusan Manajemen Program S2.
5. Bapak Amin Wibowo, MBA selaku Deputy Akademik Program S2, terima kasih atas kesediaannya mendengar 'keluhan akademik'.

6. Seluruh staf M.Si atas keramahan dan bantuannya selama ini.
7. *My parents, thanks for giving me the whole support: spiritually, mentally, anything. Thanks for understanding me, and hope this could be a nice gift for both of you.*
8. *My beloved husband, Onny Priohanggoro, you're just too good to be true. I asked God for water, He gave me a river; I asked God for light, He gave me sun; I asked for best friend, He gave me you; then I asked why you; He said : I thought you asked for an angel?*
9. *My sister and brother, Tantin & Andri, thanks for the support and being so patient listening 'kebawelanku'. I'm not the best of you, I'm just the first at doing things then you should follow for better work.*
10. *My mother and sister in law, thanks for all the support.*
11. *My good friend, Tiar Mutiara Shantiuli. Good friend is like good bra : hard to find, comfortable, supportive, had to be fitted, and close to the hard. You are my good friend.*
12. *Another good friend from 'Charlie's Angels', Rina Masyithoh Haryadi, thanks for being so nice and supportive.*
13. Guru saya, pak Rahmat Sudarsono dan keluarga, terima kasih atas 'pencerahannya', dan kesediaannya untuk selalu mendengar dan memberi dukungan baik mental maupun spiritual.
14. Keluarga om Yuhanto, BE, terima kasih atas seluruh bantuannya.
15. Teman-teman M.Si, mbak Aam, mbak Eling, Susi, mas Timbul, Pak Julius, Pak Hendro, Hengky, dan semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu

persatu. Maaf kalau selama ini saya sudah terlalu 'bombastis' sebagai yang termuda.

16. Anak-anak kos Jl. Tapak Dara 8, Tantin, Iin, Esti, Niken, Noey (mantan), dan lain-lain, terima kasih sudah membawa suasana ABG buat *refreshing*.
17. Teman-teman yang sudah membantu penyebaran kuesioner, Sujaryanto, Devina, pak Julius, Adi, mbak Nina, Tante Tanti.
18. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebut satu persatu, yang telah membantu kelancaran penyelesaian tesis ini.

Akhirnya dengan mengucapkan Alhamdulillah, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan yang berguna bagi Penulis, dan seluruh pihak-pihak yang berkepentingan.

Yogyakarta, November 2002

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Intisari .....	xii
Abstract .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	9
1.3 Tujuan Penelitian .....	10
1.4 Manfaat Penelitian .....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori .....	12
2.1.1 Investasi dalam teknologi manufaktur .....	12
2.1.2 Manajemen lingkungan .....	14
2.1.3 Investasi dalam teknologi lingkungan .....	16
2.1.4 ISO 14001 .....	19
2.2 Penelitian-Penelitian Terdahulu .....	19
2.2.1 Investasi dalam teknologi lingkungan .....	19
2.2.2 Tipologi teknologi lingkungan .....	20
Teknologi kontrol polusi .....	21
Teknologi pencegahan polusi .....	22
Teknologi sistem manajemen .....	23
Kendala teknologi pencegahan polusi .....	24
2.2.3 Keterkaitan dengan investasi dalam teknologi manufaktur lain .....	25



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengambilan Sampel .....	31
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	33
3.3 Operasionalisasi dan Pengukuran Variabel Penelitian .....	34
3.4 Model Penelitian .....	37
3.5 Teknik Penganalisaan Data .....	39
Uji Asumsi Multikolinieritas .....	40
Uji Asumsi Heteroskedastisitas .....	41
Uji Asumsi Normalitas .....	41

BAB IV ANALISIS DATA DAN DISKUSI

4.1 Analisis Data .....	43
4.2 Diskusi .....	49

BAB V KESIMPULAN, KETERBATASAN, SARAN DAN IMPLIKASI PENELITIAN

5.1 Kesimpulan .....	56
Kesimpulan Umum .....	56
Kesimpulan Khusus .....	58
5.2 Keterbatasan Penelitian .....	60
5.3 Implikasi .....	61



DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 2.1	Contoh Kesuksesan Perusahaan dalam Menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan .....	15
Tabel 2.2	Tipe-tipe Teknologi Lingkungan .....	18
Tabel 4.1	Variasi Jenis Industri Yang Merespon Kucsioner .....	44
Tabel 4.2	Ringkasan Hasil Regresi (1) .....	46
Tabel 4.3	Ringkasan Hasil Regresi (2) .....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Penelitian ..... 30

## INTISARI

Kegiatan manufaktur yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan memiliki implikasi penting bagi lingkungan alam di sekitar kita. Desain produk, pemilihan dan penggunaan bahan baku mentah, proses manufaktur, penyampaian (*delivery*) produk atau jasa pada konsumen, dan ketersediaan produk yang dapat digunakan kembali (*reuse*) atau dapat didaur ulang (*recycle*), seluruhnya memiliki dampak pada level dan tingkat degradasi lingkungan (Klassen, 2000). Masyarakat umum, pemerintah, pihak pers, dan kelompok-kelompok pencinta lingkungan di seluruh dunia mengharuskan manajer operasi mulai mengubah kebijakan penanganan limbah produksi mereka. Manajer operasi dituntut untuk menggeser pemahaman tradisional akan penanganan limbah mereka, dari pengendalian polusi ke pencegahan polusi, dalam usahanya meningkatkan kinerja lingkungan perusahaan mereka.

Fokus penelitian ini adalah menggali hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan. Sampel penelitian berjumlah 74 perusahaan manufaktur yang berasal dari 213 perusahaan bersertifikasi ISO 14001 dan 60 perusahaan penerima penghargaan dari Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta sebagai pengelola limbah cair terbaik 2001. Untuk menggali hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan tersebut digunakan 5 model regresi linier berganda. Model 1 menguji hubungan antara investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur. Model 2 menguji hubungan antara investasi spesifik dalam teknologi lingkungan yaitu program *recycling* dengan investasi dalam teknologi manufaktur, investasi dalam *advanced process technologies* dan *quality-related organizational systems*. Model 3, model 4 dan model 5 menguji hubungan antara alokasi investasi antar bentuk teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan. Diperoleh bukti bahwa investasi dalam teknologi lingkungan dianggap sebagai investasi tambahan (*ancillary investment*); seiring dengan meningkatnya investasi dalam manufaktur meningkat pula proporsi investasi dalam teknologi lingkungan ( $\beta = 0,364$ ;  $t = 3,476$ ;  $p = 0,01$ ). Investasi dalam *quality-related organizational system* meningkatkan investasi dalam program *recycling* ( $\beta = 0,466$ ;  $t = 4,345$ ;  $p = 0,02$ ). Lebih jauh lagi, investasi dalam *advanced process technologies* menggeser investasi menjauhi *pollution prevention* ( $\beta = -0,276$ ;  $t = -2,389$ ;  $p = 0,00$ ). Ini menunjukkan bahwa investasi dalam *advanced process technologies* yang dilakukan perusahaan pabrik tidak dilakukan searah dengan *pollution prevention*. Sementara peningkatan investasi dalam *quality-related organizational system* meningkatkan investasi dalam program *recycling* ( $\beta = 0,486$ ;  $t = 3,916$ ;  $p = 0,00$ ) dan menurunkan investasi dalam *pollution control* ( $\beta = -0,341$ ;  $t = -2,934$ ;  $p = 0,005$ ).

**Kata Kunci :** lingkungan, manajemen operasi, pencegahan polusi, manajemen proses

## ABSTRACT

*Manufacturing operations have important implications for the state of the natural environment. Design of the product, selection and extraction of raw materials, operation of the manufacturing process, delivery of the product or service, and availability of reuse or recycle for spent products all have ramifications for the level and rate of environmental degradation (Klassen, 2000). Public, government, press, and environmentalists among the world are calling on operations managers to change their treatments on production wastes. Managers are forced to shift away from their traditional emphasis on pollution control toward pollution prevention when improving environmental performance.*

*Focus of this research is exploring the linkage between investment in manufacturing technologies and investment in environmental technologies. Research sample is 52 manufacturing companies drawn from 213 ISO 14001 certified companies and 60 granted companies on Best Waste Water Treatment 2001 of Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta version. Five regression models were estimated to explore the linkage between investment in manufacturing technologies and investment in environmental technologies. Model 1 was used to assess the linkage between investment in manufacturing technologies and investment in environmental technologies. Next, investment specifically targeted at recycling programs was regressed with investment in manufacturing investment, advanced process technologies dan quality-related organizational systems (Model 2). Last, the linkage between allocation of investment between environmental technologies dan manufacturing investment was evaluated by model 3, model 4 and model 5.*

*The results show that investment in environmental technologies was significantly related in a positive direction to investment in manufacturing technologies. The survey revealed evidence that environmental technologies have been regarded as ancillary investments; as investment in manufacturing increased, so did the proportion of that investment directed toward environmental technologies ( $\beta = 0,364$ ;  $t = 3,476$ ;  $p = 0,01$ ). Further, increased investment in advanced process technologies actually shifted investment away from pollution prevention ( $\beta = -0,276$ ;  $t = -2,389$ ;  $p = 0,00$ ). It means that investment in advanced process technologies such as computer software and hardware, cellular manufacturing, productivity improvement does not favored investment in pollution prevention. In contrast, increased investment in quality-related organizational systems favored investment in recycling programs ( $\beta = 0,486$ ;  $t = 3,916$ ;  $p = 0,00$ ) and shifted away investment in pollution control ( $\beta = -0,341$ ;  $t = -2,934$ ;  $p = 0,005$ ).*

**Keywords :** *environment, operations management, pollution prevention, process management*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Kegiatan manufaktur yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan memiliki implikasi penting bagi lingkungan alam di sekitar kita. Desain produk, pemilihan dan penggunaan bahan baku mentah, proses manufaktur, penyampaian (*delivery*) produk atau jasa pada konsumen, dan ketersediaan produk yang dapat digunakan kembali (*reuse*) atau dapat didaur ulang (*recycle*), seluruhnya memiliki dampak pada level dan tingkat degradasi lingkungan (Klassen, 2000). Perusahaan-perusahaan yang tidak bertanggung jawab terhadap lingkungan alam telah mencemari sungai-sungai dengan membuang limbah industri ke dalamnya, mencemari udara melalui asap yang keluar dari cerobong-cerobong asap pabrik, menggunakan bahan baku industri yang berbahaya bagi lingkungan, dan lain sebagainya.

Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan oleh perusahaan-perusahaan karena aktivitas manufakturnya. Limbah industri merupakan sampah yang dihasilkan dari aktivitas manufaktur perusahaan, dan apabila tidak dikelola dengan baik akan memberi dampak berupa pencemaran lingkungan alam. Menurut sifat-sifat unsur pencemarannya limbah industri dapat dikelompokkan menjadi limbah organik, limbah kimiawi, limbah beracun, dan limbah radio aktif (Fatimah, 1997).

Kenyataan bahwa kesadaran perusahaan untuk menjaga kelestarian

lingkungan alam masih sangat kurang tidak dapat dipungkiri. Sejumlah media massa membuat liputan mengenai bentuk pelanggaran yang dilakukan sejumlah perusahaan, mulai dari penimbunan limbah di dalam tanah, pembuangan limbah ke sungai, penggunaan bahan kimia yang merusak lingkungan, dan lain sebagainya. Dalam bagian ini disajikan pula liputan media massa seputar masalah lingkungan hidup tersebut dalam kotak-kotak tersendiri.

#### **Industri Enggan Olah Limbahnya Sendiri**

JAKARTA (Media) : Hingga saat ini belum ada keinginan pemilik industri untuk mengolah limbah hasil produksinya sendiri, khususnya plastik. Hal ini terlihat dari belum adanya aturan yang tegas dari pemerintah mengenai pengolahan limbah, terutama limbah plastik. Ahli masalah limbah sampah Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi (BPPT) Sri Bebbasari mengeluhkan hal itu. Sri juga menilai bahwa industri belum sepenuhnya menunjukkan tanggung jawab terhadap limbah yang dihasilkan. "Teknologi bisa dicari, riset bisa dilakukan, tetapi tanggung jawab mengurus limbah ini sampai sekarang belum ada yang peduli. Industri yang membuang limbah, tetapi orang lain harus menanggung akibatnya..."

Sumber : Media Indonesia, 10 Juli, 2002.

#### **Pencemaran Penyebab Kematian Ribuan Udang**

Sekitar 500.000 udang dari tambak seluas lebih kurang lima hektar di Desa Pantai Huripjaya dan Pantai Hurip, kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi, ditemukan mati mengambang. Diduga, kematian ribuan udang tersebut karena air tambak tersebut sudah tercemar limbah industri.

(Suara Pembaruan, 30 Juli 2002)

Masyarakat umum, pemerintah, pihak pers, dan kelompok-kelompok pencinta lingkungan di seluruh dunia mengharuskan manajer operasi mulai mengubah kebijakan penanganan limbah produksi mereka. Kinerja perusahaan tidak hanya dilihat dari seberapa besar pendapatan yang mereka peroleh (*Return*



*On Assets, Return On Invested Capital*, dan lain-lain), akan tetapi saat ini mulai dilihat dari sisi lingkungan (misalnya bagaimana cara perusahaan menangani limbah produksinya agar tidak mencemari lingkungan). Manajer operasi dituntut untuk menggeser pemahaman tradisional akan penanganan limbah mereka, dari pengendalian polusi ke pencegahan polusi, dalam usahanya meningkatkan kinerja lingkungan perusahaan mereka. Perusahaan dituntut untuk menerapkan suatu sistem yang mampu memberikan porsi tanggung jawab sosial yang lebih tinggi terhadap lingkungan alam.

#### **Limbah Indorama Terbongkar**

PURWAKARTA – PT Indorama Syntetics (IRS) kini dalam penyidikan Mabes Polri dan Kantor Menteri Lingkungan Hidup (KLH). Perusahaan Modal Asing (PMA) yang bergerak di industri tekstil dan bahan baku pembuatan botol (petresin) ini terkena tuduhan melanggar UU No. 23/1999 tentang Lingkungan Hidup.

Beberapa waktu lalu, Tim Gabungan Kantor Menteri Lingkungan Hidup (KLH) Kabupaten Purwakarta dan Polres Purwakarta mendapatkan timbunan limbah B3 tanpa proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sempurna di lingkungan pabrik PT Indorama Syntetics, Kampung Ubrug, Desa Kembang Kuning, Kecamatan Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat... Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) berupa *sludge* (limbah padat) dengan volume sekitar 60 ton itu dibenamkan sedikitnya dalam 3 lubang tanah berukuran 6x6 meter dengan kedalaman sekitar 2 meter. Penimbunan limbah B3 yang dilakukan secara sembunyi-sembunyi dan dilakukan jauh sebelum lahirnya UU No. 23/1999 tentang Lingkungan Hidup, dikubur di atas tanah kosong yang berada di belakang kawasan pabrik tersebut. Polisi menduga masih ada kuburan limbah lain di pabrik itu yang di atasnya sudah didirikan bangunan...

(Media Indonesia, 18 Juli 2002)

Serangkaian pedoman untuk mengembangkan sistem manajemen lingkungan yang efektif dikenal sebagai ISO 14000. Secara formal pedoman ini diadaptasi tahun 1996 oleh *International Organization for Standardization*, dan salah satu serinya, ISO 14001, memberikan standar dan pedoman baru untuk meningkatkan kinerja lingkungan bagi perusahaan-perusahaan. ISO 14001 memiliki banyak persamaan dengan ISO 9000 yang merupakan standar



internasional untuk manajemen kualitas. Seperti ISO 9000, ISO 14001 tidak berfokus pada *outcome*, seperti polusi, tapi berfokus pada proses. Dan seperti ISO 9000 pula, ISO 14001 ini memungkinkan audit dari pihak ketiga. Standar ISO 14001 menggambarkan elemen-elemen dasar dari *Environmental Management System* (EMS) yang efektif, meliputi : penciptaan kebijakan lingkungan, penentuan tujuan dan target, pengimplementasian program untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, monitoring dan pengukuran efektivitas program,

#### **5000 m3 Limbah Cair Mencemari Sungai Siak Setiap Hari**

Sedikitnya 100 industri dengan total limbah cair sekitar 5000 m<sup>3</sup> per hari diduga telah mencemari perairan Sungai Siak. Tingkat pencemaran yang paling tinggi terjadi di perairan Okura hingga Kuala Gasib sehingga berbagai jenis ikan sejak dua bulan terakhir ditemukan mati terapung. Sementara pihak Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Riau belum bisa mengidentifikasi secara rinci industri pelaku pencemaran karena kadar oksigen terlarut di perairan itu sangat rendah. Artinya, zat organik di dalam air yang berasal dari limbah industri, perkebunan, serta rumah tangga sangat tinggi... Di pinggiran perairan Sungai Siak beroperasi berbagai industri, seperti 20 pabrik kelapa sawit, 9 industri kayu lapis, 1 pabrik lem, 1 pabrik pulp dan kertas, 4 pabrik karet, 13 sumur minyak PT Caltex Pasific Indonesia yang masih menghasilkan air terproduksi, sekitar 40 pelabuhan besar dan kecil, aktivitas pelayaran, serta aktivitas rumah tangga yang dinilai akan memberikan kontribusi terhadap pencemaran Sungai Siak...

(Media Indonesia, 26 Juli 2002)

#### **Nabiel Akui Pencemaran Lingkungan Meningkat Tajam**

Menteri Lingkungan Hidup Nabiel Makarim mengatakan, pencemaran lingkungan saat ini menunjukkan peningkatan yang cukup tajam, sehingga dugaan kasus pencemaran lingkungan dari industri semakin berkurang saat krisis ekonomi meleset. "Awalnya kami menduga banyak industri yang tutup karena krisis sehingga pencemaran bisa berkurang, ternyata malah sebaliknya, justru kasus pencemaran menunjukkan peningkatan," kata Nabiel di Surabaya.... Peningkatan itu, menurut dia, karena pemerintah dan masyarakat disibukkan dengan penataan perekonomian, sehingga pengawasan menjadi berkurang. Kondisi ini, lanjut Nabiel, dimanfaatkan oleh industri membuang limbahnya ke sungai....

(Media Indonesia, 30 Juli 2002)

pengkoreksian masalah, dan pengkajian ulang sistem untuk perbaikan sistem dan peningkatan kinerja lingkungan secara keseluruhan (Tibor dan Feldman, 1996 dalam Delmas, 2001).

Di Indonesia hingga saat ini tercatat ada 153 perusahaan yang memperoleh sertifikasi ISO 14001 dari berbagai badan sertifikasi. Bahkan baru-baru ini Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta memberikan penghargaan pada 60 perusahaan yang berhasil mengelola limbah cair dengan baik selama tahun 2001 (Kompas, 31 Juli 2002). Ini menunjukkan bahwa perusahaan-perusahaan di Indonesia sudah mulai menyadari pentingnya pelaksanaan kegiatan manufaktur yang ramah lingkungan dengan mengelola limbah produksi mereka terlebih dahulu sebelum membuangnya ke lingkungan. Mereka juga mulai membangun sistem pengolahan limbah yang lebih modern.

Elemen-elemen dasar *Environmental Management System* yang terkandung dalam ISO 14001 menyiratkan bahwa salah satu cara yang dapat ditempuh perusahaan untuk meningkatkan kinerja lingkungannya adalah dengan

#### **Batam Segera Bangun Sistem Pengolahan Limbah Modern**

Otorita Batam (OB) merencanakan pembangunan sistem pengolahan air limbah modern senilai \$US 50 guna menunjang percepatan investasi di Batam. Skema pembiayaan proyek akan dilakukan secara *joint venture* antara pemerintah dan swasta, baik lokal maupun asing dan dilakukan secara bertahap. Sementara itu, investor Amerika Serikat telah menyatakan kesediaannya untuk menjajaki peluang investasi pada proyek pengelolaan limbah di Batam setelah mempelajari studi kelayakan yang dilakukan oleh Konsultan AS Columbus Newport. ... pelaksanaan proyek pengolahan limbah akan dilakukan secara bertahap dan tahap awalnya berupa *refurbish* (perbaikan dan peningkatan) fasilitas pengolahan yang telah ada di Batam Center dengan biaya US \$6juta. Skema pembiayaan proyek pengolahan air limbah yang berupa *joint venture* akan melibatkan pemegang konsesi air bersih di Batam, yakni PT Adhya Tirta Batam yang telah memiliki sistem database pelanggan dan *billing*.

(Suara Pembaruan, 15 Juli, 2002)

mengembangkan dan menerapkan teknologi lingkungan. Teknologi lingkungan memberikan satu mekanisme untuk mencapai kinerja lingkungan suatu perusahaan di level operasional. Manajemen dalam kaitannya dengan teknologi lingkungan ini harus membuat dua keputusan kritis, yaitu : pertama, keputusan manajemen tentang level investasi dalam teknologi lingkungan; dan kedua, manajemen harus memilih bagaimana mengalokasikan investasi dan sumber daya yang dimilikinya pada bentuk teknologi lingkungan yang berbeda-beda (Klassen, 2000). Dua keputusan ini tidak berdiri sendiri-sendiri, dan dapat didorong oleh beragam faktor-faktor manajemen, termasuk nilai-nilai manajemen senior (Logsdon, 1985; Petulla, 1987 dalam Klassen, 2000), peraturan legislatif (Harris, 1985 dalam Klassen, 2000), masalah lingkungan di level perusahaan (Dillon dan Fischer, 1992 dalam Klassen, 2000), ketersediaan sumber-sumber daya, dan kesempatan-kesempatan lain di level pabrik, seperti peluncuran produk baru atau konstruksi pabrik baru (Lawrence dan Morell, 1995 dalam Klassen, 2000).

Bentuk teknologi lingkungan itu sendiri terdiri atas teknologi kontrol polusi, teknologi pencegahan polusi, dan teknologi sistem manajemen. Berdasarkan pada premis bahwa pelepasan polutan harus dikontrol setelah terbentuknya polutan tersebut, teknologi kontrol polusi didefinisikan sebagai investasi struktural, seperti peralatan, proses atau operasi, yang menahan polutan atau produk sampingan yang berbahaya pada akhir proses manufaktur (Klassen, 2000). Teknologi pencegahan polusi didefinisikan sebagai investasi struktural yang membuat modifikasi fundamental pada sumber daya atau proses. Sementara Teknologi sistem manajemen bertolak belakang dengan kontrol polusi dan

pencegahan polusi yang sifatnya struktural, sistem manajemen ini lebih bersifat infrastruktural. Sistem manajemen mempengaruhi cara pengoperasian manufaktur dikelola baik pada level taktik atau strategik

Secara historis, usaha-usaha untuk meningkatkan kinerja lingkungan ditekankan pada teknologi yang menahan dan mengontrol polutan setelah terbentuk dan sebelum mereka dibuang ke lingkungan. bentuk teknologi lingkungan ini disebut sebagai kontrol polusi. Bagaimanapun juga, sejumlah penelitian menunjukkan perlunya pergeseran dari penekanan sempit pada teknologi kontrol polusi ke pandangan yang lebih luas, bahwa polusi harus dikurangi sebelum terbentuk, dan ini dikenal sebagai teknologi pencegahan polusi, pengurangan sumber daya atau *clean technologies*. Teknologi ini menyeleksi dan menggunakan sumber daya alam secara lebih efisien, membentuk produk dengan lebih sedikit komponen berbahaya, meminimalkan polusi udara, air dan tanah selama proses manufaktur dan penggunaan produk, serta memproduksi lebih banyak produk yang bersifat *durable* yang dapat didaur ulang.

Melihat fenomena bisnis yang berjalan di Indonesia, tampaknya masalah lingkungan patut mendapat sorotan. Beberapa pelanggaran yang dilakukan perusahaan-perusahaan di Indonesia, makin tingginya tuntutan masyarakat dunia akan produk-produk yang ramah lingkungan, baik proses produksi maupun penggunaannya membuat penulis tertarik untuk mereplikasi penelitian Klassen (2000). Penelitian tersebut menggali hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan pada dua jenis industri di Kanada, industri alat-alat permesinan dan tekstil non-garmen. Hasil penelitian



tersebut menunjukkan bahwa perusahaan-perusahaan di Kanada memandang investasi dalam teknologi lingkungan sebagai *ancillary investment*, dimana alokasi perusahaan pada teknologi lingkungan akan bertambah seiring dengan peningkatan investasi dalam teknologi manufaktur. Kondisi ini secara implisit merupakan refleksi dari tingginya kesadaran perusahaan-perusahaan di Kanada untuk turut serta menjaga kelestarian alam dengan meminimalkan dampak terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh proses manufaktur maupun produk yang dihasilkannya. Selain itu, pergeseran pandangan manajemen terhadap teknologi lingkungan, dari teknologi kontrol polusi ke teknologi pencegahan polusi dapat dicapai dengan melakukan investasi pada manajemen kualitas.

#### Hubungan Mutualistik Antara Pelaku Industri dan Lingkungan Alam

Dalam situasi eksploitasi lingkungan alam yang bersifat destruktif, dan menyadari adanya keterbatasan daya dukung lingkungan alam dalam jangka panjang, maka kesadaran terhadap pentingnya lingkungan alam yang *sustainable* semakin kuat. Semua upaya mengatasi masalah lingkungan menunjukkan makin kuatnya perspektif ekologis dalam memandang hubungan antara manusia dan alam, atau dalam lingkup yang lebih sempit hubungan antara aktivitas bisnis dengan lingkungan alam. Inti gagasan perspektif ekologis adalah prinsip berkelanjutan (*sustainable*). Hubungan antara aktivitas bisnis dengan lingkungan alam harus bersifat saling menguntungkan kedua belah pihak (*simbiosis mutualisme*). Hubungan yang saling menguntungkan hanya akan terjadi jika aktivitas bisnis memiliki kesadaran ekologis (*ecological awareness*) terhadap lingkungan alam. Kesadaran ini diwujudkan dengan praktik-praktik peduli lingkungan yang menunjang komitmen tinggi terhadap perlindungan lingkungan dari kerusakan dan pencemaran. Sebaliknya, lingkungan alam yang terlindung dari kerusakan dan pencemaran akan memberikan daya dukung (*supportability*) terhadap aktivitas bisnis yang dilakukan oleh organisasi, sehingga kelangsungan hidup organisasi tetap dapat dipertahankan. Dengan demikian, terciptalah simbiosis mutualistik yang berkelanjutan (*sustainable*) antara aktivitas bisnis dan lingkungan alam.

Sumber : Abdurrahman, 1999

Dengan melakukan penelitian yang serupa di Indonesia diharapkan dapat diketahui bagaimana perusahaan Indonesia melakukan investasi dalam teknologi lingkungan di Indonesia, bagaimana kaitan investasi dalam teknologi lingkungan

dengan investasi dalam teknologi manufaktur, bagaimana perusahaan memandang investasi dalam teknologi lingkungan (apakah sebagai biaya atau sebagai investasi), serta bagaimana perusahaan menerapkan teknologi pengolahan limbahnya (apakah dengan teknologi kontrol polusi atau dengan teknologi pencegahan polusi). Pemilihan sampel berupa perusahaan-perusahaan bersertifikasi ISO 14001 serta perusahaan-perusahaan yang memperoleh penghargaan sebagai pengelola limbah cair terbaik dari Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta bertujuan untuk memperoleh hasil penelitian yang optimal, mengingat masih sedikit perusahaan di Indonesia yang memiliki kepedulian tinggi terhadap lingkungan alam dengan melakukan investasi dalam teknologi lingkungan. Penelitian ini juga ditujukan untuk melihat apakah pergeseran kebijakan dari kontrol polusi ke pencegahan polusi dapat dicapai dengan investasi yang simultan dalam teknologi manufaktur lainnya di Indonesia.

## 1.2. RUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan?
2. Apakah terdapat hubungan antara investasi dalam *advanced process technologies* dengan investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*)?
3. Apakah terdapat hubungan antara investasi dalam *advanced process technologies* dengan bentuk alokasi investasi dalam teknologi lingkungan?

4. Apakah terdapat hubungan antara *quality-related organizational systems* dengan investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*)?
5. Apakah terdapat hubungan antara *quality-related organizational systems* dengan bentuk alokasi investasi dalam teknologi lingkungan.

### 1.3. TUJUAN PENELITIAN

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah untuk menguji hubungan antara investasi dalam manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan di Indonesia.

Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan.
2. Untuk mengetahui hubungan antara investasi dalam *advanced process technologies* dengan investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*).
3. Untuk mengetahui hubungan antara investasi dalam *advanced process technologies* dengan bentuk alokasi investasi dalam teknologi lingkungan.
4. Untuk mengetahui hubungan antara *quality-related organizational systems* dengan investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*).
5. Untuk mengetahui hubungan antara *quality-related organizational systems* dengan bentuk alokasi investasi dalam teknologi lingkungan.



#### 1.4. MANFAAT PENELITIAN

Jika tujuan-tujuan penelitian tersebut dapat dicapai, maka secara umum manfaat hasil penelitian ini adalah untuk meningkatkan kesadaran pelaku bisnis, baik kalangan usahawan, konsumen maupun pemerintah akan pentingnya pengelolaan lingkungan alam oleh kalangan bisnis. Secara khusus manfaat penelitian ini adalah :

1. Dari aspek praktis, hasil serta implikasi dari penelitian ini (1) dapat direkomendasikan pada pemerintah sebagai bahan masukan pengambilan kebijakan mengenai pengelolaan lingkungan alam khususnya dalam kaitannya dengan kegiatan industri; (2) sebagai kekuatan pendorong (*driving forces*) bagi perusahaan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran manajemen lingkungan alam; serta (3) meningkatkan kesadaran konsumen terhadap produk-produk yang ramah lingkungan.
2. Dari aspek akademis, karena penelitian ini merupakan penelitian awal mengenai hubungan investasi manufaktur dan teknologi lingkungan, hasil dan implikasi penelitian ini dapat dipakai sebagai dasar untuk melakukan penelitian berikutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA



#### 2.1. Landasan Teori

Dalam bagian ini akan disajikan hasil kajian dari berbagai literatur yang relevan dengan masalah yang diteliti, baik dari segi teoritis maupun empiris. Landasan teori memuat berbagai kajian literatur mengenai pemahaman dan kedudukan manajemen lingkungan (*environmental management*), investasi dalam teknologi lingkungan (*environmental technologies investment*), serta ISO 14001. Kemudian tinjauan penelitian terdahulu berisi berbagai ringkasan penelitian yang telah dilakukan peneliti-peneliti yang relevan dengan permasalahan di sini. Selanjutnya penyusunan kerangka pemikiran dan perumusan hipotesis merupakan hasil penyimpulan dari penggabungan kajian teoritis dan empiris.

##### 2.1.1. Investasi Dalam Teknologi Manufaktur

Dalam penelitian yang dilakukan University of Western Ontario dan Global Manufacturing Research Group untuk membandingkan praktik-praktik manufaktur yang dilakukan perusahaan-perusahaan di Kanada dengan pesaingnya di seluruh dunia, investasi dalam teknologi manufaktur dibagi dalam sejumlah program : *cellular manufacturing*, *software-hardware* komputer, program partisipasi karyawan, otomatisasi pabrik, pengurangan waktu manufakturing, *material requirements planning*, peningkatan produktivitas, pengurangan *set-up time*, analisis proses, *statistical process control*, kemitraan pemasok, *total*

*quality management*, dan pendaurulangan bahan baku.

Dalam penelitian ini investasi dalam teknologi manufaktur tersebut diatas dikelompokkan menjadi 2 kelompok utama yang masing-masing terdiri dari 4 faktor. Kelompok pertama terdiri atas investasi struktural dalam *advanced process technology* dan kelompok kedua merupakan investasi infrastruktural dalam *quality-related organizational system*. *Advanced process technology* terdiri atas 4 item : *hardware/software komputer, cellular manufacturing, peningkatan produktivitas dan otomatisasi pabrik*. Lebih jauh lagi tentang *advanced process technology* ini dapat dilihat dalam kotak berjudul *Advanced Process Technology*.

#### *Advanced Process Technology*

*Advanced process technology* atau disebut juga sebagai *advanced manufacturing technology* didefinisikan sebagai "*programmable machinery or a system of programmed machines that can produce a variety of products or parts with virtually no time lost for changes*" (Bullinger *et al.*, 1986; Dimnik dan Johnston, 1993). Adapun investasi dalam *advanced manufacturing technology* ini terbagi atas 3 kelompok : *computer hardware, computer software, dan plant and equipment*. *Computer hardware* meliputi investasi dalam bentuk *personal computer, LAN, WAN, Shopfloor data capture, mainframe, minis, micros, online process instrumentation, graphics hardware*. *Computer software* meliputi investasi dalam bentuk *MRP, MRP II, CAD/CAM, database management system, quality control software, finite capacity scheduler, expert system, MAP, OPT*. *Plant and equipment* merupakan investasi dalam bentuk mesin *CNC, Automatic Test Equipment, computer-controlled testing equipment, flexible manufacturing cells, AGV, flexible assembly systems, robot, automatic assembly, laser cutting, laser measuring, automated warehousing/order picking*.

Sumber : Burcher dan Lee, 2000; Putterill *et al.*, 1996

Sementara *quality-related organizational* juga terdiri atas 4 item : partisipasi karyawan, *statistical process control*, kemitraan pemasok, dan TQM. Pengelompokan ini telah digunakan dalam sejumlah penelitian terdahulu dan telah diuji validitasnya (Klassen dan Whybark, 1999; Klassen, 2000).

### 2.1.2. Manajemen Lingkungan

Akhir-akhir ini sejumlah eksekutif perusahaan menyatakan diri mereka memiliki komitmen akan kepedulian lingkungan dan perusahaan-perusahaan kelas dunia tengah mengintegrasikan aspek-aspek lingkungan ke dalam pembentukan kebijakan dan strategi perusahaan (Gupta, 1994). Pada saat yang sama *green consumerisme* pun kian meningkat. Konsumen bersedia membayar harga premium untuk barang-barang yang berasal dari proses daur ulang. Di Amerika 80% pembeli yang disurvei di tahun 1989 menyatakan bahwa melindungi lingkungan alam menjadi sangat penting dan bahkan memberi jaminan pada biaya apapun (Gupta, 1994). Dalam survey yang lain, 27 % konsumen memboikot suatu produk karena produsennya memiliki citra tidak ramah lingkungan (Levin, 1990 dalam Gupta 1994).

Konsumen industri juga makin meningkat permintaannya bahwa produk dan pasokan yang mereka terima ramah lingkungan. Sebagai konsekuensinya, perlindungan lingkungan dan *green consumerism* menjadi pertimbangan dalam pembuatan keputusan manajemen operasi sebagai sistem manajemen yang terstruktur (disebut sebagai *environmental management system* oleh British Standard Institution dalam BS 7750) (Gupta, 1994). Berikut ini contoh perusahaan yang sukses menerapkan sistem manajemen lingkungan.

**Tabel 2.1**  
**Contoh Kesuksesan Perusahaan dalam**  
**Menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan**

Perusahaan	Keputusan operasional	Keuntungan
Pabrik farmasi 3M di California	Mengembangkan pelapis tablet berbahan dasar air untuk menggantikan pelapis tablet berbahan dasar <i>solvent</i> .	Mengubah biaya sebesar \$60,000, tapi menghilangkan kebutuhan \$180,000 dalam peralatan kontrol polusi.
P&G unit Jerman	Mengenalkan pelembut pakaian terkonsentrasi Lenor dalam kemasan kecil dan refill yang fleksibel	Mengurangi buangan kemasan hingga 85%.
Reynold Metals	Menggantikan tinta berbahan dasar <i>solvent</i> dengan yang berbahan dasar air di pabrik pengemasan.	Memotong emisi 65% dan menghemat \$30,000 dalam peralatan produksi.
AT&T	Mendesain ulang proses pembersihan <i>circuit-board</i> .	Mengurangi biaya hingga \$3,000/tahun dan menghilangkan penggunaan bahan kimia
Xerox	Menerapkan penggunaan ulang kemasan dan palet berdasar pada desain standar.	Mengurangi 10000ton limbah dan menghemat \$15,000/tahun

Definisi manajemen lingkungan itu sendiri adalah seluruh usaha untuk meminimalkan pengaruh negatif produk-produk perusahaan dalam seluruh daur hidupnya (Klassen dan McLaughlin, 1996). Pengertian yang lebih luas dikemukakan Clark et al. (1994) yang menyatakan bahwa manajemen lingkungan adalah berbagai kegiatan yang disengaja, yang ditujukan untuk mengendalikan, mengubah, mempengaruhi, atau mengadaptasi input-input yang dikendalikan oleh organisasi atau kelompok kepentingan lainnya. Namun demikian, definisi ini diturunkan dari konsep pemasaran (Clark et al., 1994), sehingga pengertian manajemen lingkungan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagaimana yang dikemukakan oleh Klassen dan McLaughlin (1996). Untuk mempertegas, obyek pengertian tersebut adalah lingkungan alam seperti yang dikemukakan Aragon-Correa (1998), tetapi dalam penelitian ini hanya disebut sebagai

manajemen lingkungan.

### 2.1.3. Investasi Dalam Teknologi Lingkungan

Perubahan-perubahan yang terjadi dalam kegiatan manufaktur yang mempengaruhi lingkungan alam terbentuk melalui investasi dalam teknologi lingkungan (*environmental technologies*) yang dilakukan perusahaan-perusahaan manufaktur. Teknologi lingkungan didefinisikan sebagai teknologi yang membatasi atau mengurangi pengaruh negatif dari suatu produk atau jasa terhadap lingkungan alam (Shrivastava, 1995 dalam Klassen, 1999). Contohnya meliputi pemasangan fasilitas pengolahan air yang baru, mengganti penggunaan lem berbahan dasar organik dengan lem berbahan dasar air pada proses perakitan produk, pengimplementasian audit lingkungan, pembersihan tangki-tangki penyimpanan bawah tanah, dan pelatihan karyawan untuk menghindari kebocoran (Klassen, 1999). Investasi dalam wilayah lain, misalnya dalam perbaikan kualitas, juga dapat memberi pengaruh positif pada lingkungan (misalnya pengurangan limbah) dan dapat dikatakan sebagai teknologi lingkungan. Seiring berjalannya waktu akumulasi keputusan investasi membentuk suatu pola, yang disebut “investasi teknologi lingkungan”.

Sejumlah penelitian terdahulu dalam literatur manajemen lingkungan mendukung adanya 3 kategori umum teknologi lingkungan : teknologi pengendalian polusi (*pollution control technologies*), teknologi pencegahan polusi (*pollution prevention technologies*), dan sistem manajemen (*management system*) (Cairncross, 1992, Freeman *et al.*, 1992, dan Schmidheiny, 1992 dalam Klassen,



1999; Hunt dan Auster, 1990). Tabel 2.2 akan merangkum tipe-tipe teknologi lingkungan tersebut.



Tabel 2.2  
Tipe-tipe Teknologi Lingkungan

Kategori	Implikasi Manajerial			
	Definisi	Lingkungan	Operasi	Contoh
<i>Pollution control technologies</i> -Remediation	Membersihkan kerusakan lingkungan dari praktik-praktik operasi yang lampau.	Hanya memperbaiki masalah-masalah terdahulu.	Tidak ada atau sedikit gangguan bagi produk dan proses yang ada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memindahkan endapan tangki penyimpanan bawah tanah</li> <li>- Membersihkan kebocoran</li> </ul>
-End-of-pipe controls	Penambahan peralatan baru pada akhir proses untuk menangkap atau memberi <i>treatment</i> pada polutan dan limbah.	Memerlukan tambahan sumber daya untuk memberi <i>treatment by-product</i> dan limbah.	Sedikit gangguan pada proses yang ada; tidak pada produk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pabrik pengolahan air limbah</li> </ul>
<i>Pollution prevention technologies</i> -Product adaptation	Modifikasi fundamental pada desain produk, termasuk seluruh tahapan produksi, penggunaan, pembuangan, atau penggunaan kembali	Mengurangi pengaruh negatif lingkungan atas penggunaan produk atau input-input manufaktur	Secara signifikan memiliki risiko potensial pada proses dan/atau kepuasan konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengganti bahan <i>finishing</i> berbahan baku dasar organik dengan yang berbahan baku dasar air</li> <li>- Meningkatkan konten daur ulang dalam bahan mentah</li> </ul>
-Process adaptation	Modifikasi fundamental pada proses manufaktur, termasuk akuisisi material, sistem produksi atau proses <i>delivery</i> (struktural)	Mengurangi pengaruh negatif lingkungan dalam proses manufaktur	Secara signifikan memiliki risiko potensial pada proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses pendaurulangan air</li> <li>- Pendesainan ulang per-alatan untuk mengurangi limbah.</li> </ul>
<i>Management systems</i>	Kebijakan manajemen, prosedur dan praktik operasi (infrastruktur)	Diorientasikan pada pencegahan, perbaikan atau kontrol	Tergantung pada lingkup perubahan, mungkin terjadi beberapa gangguan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Audit lingkungan</li> <li>- Pelatihan untuk pencegahan kebocoran</li> </ul>

#### 2.1.4. ISO14001

Serangkaian pedoman untuk mengembangkan sistem manajemen lingkungan yang efektif dikenal sebagai ISO 14000. Secara formal pedoman ini diadaptasi tahun 1996 oleh *International Organization for Standardization*, dan salah satu serinya, ISO 14001, memberikan standar dan pedoman baru untuk meningkatkan kinerja lingkungan bagi perusahaan-perusahaan. ISO 14001 memiliki banyak persamaan dengan ISO 9000 yang merupakan standar internasional untuk manajemen kualitas. Seperti ISO 9000, ISO 14001 tidak berfokus pada *outcome*, seperti polusi, tapi berfokus pada proses. Dan seperti ISO 9000 pula, ISO 14001 ini memungkinkan audit dari pihak ketiga. Standar ISO 14001 menggambarkan elemen-elemen dasar dari *Environmental Management System* (EMS) yang efektif, meliputi : penciptaan kebijakan lingkungan, penentuan tujuan dan target, pengimplementasian program untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, monitoring dan pengukuran efektivitas program, pengkoreksian masalah, dan pengkajian ulang sistem untuk perbaikan sistem dan peningkatan kinerja lingkungan secara keseluruhan (Tibor dan Feldman, 1996 dalam Delmas, 2001).

## 2.2. Penelitian-Penelitian Terdahulu dan Penyusunan Hipotesis

### 2.2.1. Investasi Dalam Teknologi Lingkungan

Manajer operasi yang melakukan investasi dalam teknologi lingkungan harus mengevaluasi dan menentukan level investasi dan bentuk alokasi investasi tersebut. Untuk memahami lebih lanjut dua aspek keputusan ini perlu dilakukan

pengklasifikasian bentuk teknologi lingkungan untuk mengkarakteristikan pola investasi seiring berjalannya waktu, memonitor perubahan dan mengevaluasi implikasinya bagi kinerja perusahaan.

Konstruksi investasi dalam teknologi lingkungan memiliki dasar dalam strategi manufaktur. Strategi manufaktur didefinisikan sebagai pola pembuatan keputusan yang dilakukan oleh fungsi manufaktur perusahaan yang memberi arah investasi struktural dan infrastruktural untuk mendukung keseluruhan tujuan perusahaan (Schroeder, 2000; Hayes dan Wheelwright, 1984 dalam Klassen dan Whybark, 1999), bahkan investasi yang tidak terencana yang dibuat diluar pembentukan strategi harus dimasukkan ke dalamnya (Hayes dan Wheelwright, 1984 dalam Klassen dan Whybark, 1999). Investasi struktural meliputi investasi yang dibuat untuk wilayah seperti kapasitas pabrik, peralatan produksi, dan teknologi produk. Sementara investasi infrastruktural meliputi investasi dalam perencanaan produksi, struktur organisasi, praktik-praktik perburuhan, pelatihan, dan sistem pengukuran kinerja.

### 2.2.2. Tipologi Teknologi Lingkungan

Klasifikasi teknologi lingkungan diperlukan untuk proses pengelompokan investasi dalam teknologi lingkungan secara keseluruhan, memonitor perubahan yang ada, dan mengevaluasi implikasinya bagi kinerja perusahaan Shrivastava (1995) mengajukan klasifikasi teknologi lingkungan dalam 5 kelompok berdasar orientasi manajemen umum : desain untuk pembongkaran (*design for disassembly*), manufaktur untuk lingkungan (*manufacturing for environment*),

*total quality environmental management*, ekosistem industrial (*industrial ecosystem*), dan evaluasi teknologi (*technology assessment*). Namun demikian pengelompokan ini sukar diukur, tidak mudah diterapkan pada penelitian strategi manufaktur yang ada, dan meliputi aspek-aspek dari pengembangan dan pengimplementasian strategi (Klassen dan Whybark, 1999).

Sebagai gantinya, penelitian lain mendukung tipologi yang lebih terarah untuk mengkarakteristikan teknologi lingkungan dengan mengelompokkan dalam 3 kategori : pencegahan polusi (*pollution prevention*) (Caimcross, 1992; Freeman et al., 1992; Schmidheiny, 1992), kontrol polusi (*pollution control*) (Hart, 1995; Russo dan Fouts, 1997), sistem manajemen (*management system*) (Dillon dan Fischer, 1992 dan Marguglio, 1991 dalam Klassen dan Whybark, 1999). Dengan menggunakan kategori ini kita dapat mengklasifikasikan alokasi sumber daya antar teknologi lingkungan seiring perjalanan waktu dan secara *project-by-project*.

#### Teknologi kontrol polusi (*Pollution control technologies*)

Berdasarkan pada premis bahwa pelepasan polutan harus dikontrol setelah terbentuknya polutan tersebut, teknologi kontrol polusi didefinisikan sebagai investasi struktural, seperti peralatan, proses atau operasi, yang menahan polutan atau produk sampingan yang berbahaya pada akhir proses manufaktur (Klassen, 2000). Saat ditahan, limbah ini memerlukan perlakuan (*treatment*) dan/atau pembuangan lebih lanjut. Teknologi kontrol lebih jauh lagi dapat dikarakteristikan sebagai *remediation* atau *end-of-pipe pollution controls*.

*Remediation* merupakan pembersihan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh praktik sebelumnya, dan seringkali ditentukan oleh peraturan yang lebih ketat, bencana, atau pemahaman ilmiah yang lebih baik mengenai degradasi lingkungan. Contohnya adalah memindahkan tanki penyimpanan bawah tanah yang membuat berkurangnya pancaran minyak. *End-of-pipe pollution controls* merupakan operasi yang ditambahkan sebagai langkah proses akhir untuk menahan polutan dan limbah sebelum mereka dibuang ke lingkungan. Contohnya adalah sistem penyaringan udara dan penanganan air.

### **Teknologi pencegahan polusi (*Pollution prevention technologies*)**

Sejak beberapa periode yang lalu, konsep pencegahan polusi telah menarik sejumlah perhatian, dimotivasi oleh kebijakan publik (Freeman *et al.*, 1992 dalam Klassen, 2000), meningkatkan pemahaman teknik dan penyebaran yang lebih luas, serta pragmatisme perusahaan dan minat pribadi ekonomi. Secara lebih luas pencegahan polusi didefinisikan sebagai penggunaan bahan baku, proses atau praktik yang mengurangi atau menghilangkan pembentukan polutan atau limbah dari sumber daya. Dalam penelitian ini pencegahan polusi didefinisikan sebagai investasi struktural yang membuat modifikasi fundamental pada sumber daya atau proses. Contohnya adalah penggunaan bahan baku *water-based* dan bukan *organic-based*, proses *finishing* pada mebel kayu, meningkatkan kandungan daur ulang dari kertas dan pendaurulangan limbah air.



## Teknologi sistem manajemen (*Management systems*)

Bertolak belakang dengan kontrol polusi dan pencegahan polusi yang sifatnya struktural, sistem manajemen lebih bersifat infrastruktural. Sistem manajemen mempengaruhi cara pengoperasian manufaktur dikelola baik pada level taktik atau strategik. Misalnya, sistem manajemen meliputi program yang diterapkan untuk meningkatkan keterlibatan *stakeholder* dari luar dalam kegiatan operasi, prosedur formal untuk mengevaluasi dampak lingkungan selama pembuatan keputusan mengenai modal, pelatihan pekerja atau pencegahan pengeluaran limbah dan pengurangan limbah, pembentukan departemen lingkungan, dan prosedur untuk mendorong integrasi *cross-functional* dalam isu-isu lingkungan. Monitoring, pelaporan internal maupun eksternal, dan sistem persetujuan yang terkait juga merupakan contoh sistem manajemen.

### *Stakeholders Dalam Manajemen Lingkungan*

Praktik kepedulian suatu perusahaan terhadap lingkungan alam juga ditentukan oleh pengaruh pihak-pihak yang berkepentingan dengan setiap kegiatan perusahaan yang disebut *stakeholders*. Terdapat 4 kelompok utama *stakeholders*: *regulatory stakeholders*, *organizational stakeholders*, *community stakeholders*, dan *media* (Henriques dan Sadosky, 1999). *Regulatory stakeholders* meliputi pemerintah, asosiasi dagang, jaringan informal, dan para pesaing. *Stakeholders* diluar pemerintah dapat turut mempengaruhi proses pembuatan kebijakan lingkungan perusahaan.

*Organizational stakeholders* meliputi pihak-pihak yang berhubungan secara langsung dengan organisasi dan memiliki kemampuan untuk mempengaruhi level manajemen bawah (operasional) secara langsung. Yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah pelanggan, pemasok, karyawan, pemegang saham. *Community stakeholders* meliputi kelompok-kelompok komunitas, organisasi lingkungan, dan pelaku *lobby* lainnya. Mereka dapat memobilisasi opini publik untuk mendukung atau menentang suatu kinerja lingkungan tertentu yang dilaksanakan perusahaan.

Kelompok keempat adalah media. Media ditunjang oleh teknologi komunikasi massa (media elektronik dan cetak) dapat mempengaruhi persepsi masyarakat tentang suatu perusahaan, khususnya jika terjadi krisis lingkungan yang ditimbulkan oleh perusahaan tersebut. Dengan kata lain, media dapat memotivasi terbentuknya *corporate image*, baik positif maupun negatif.

Sumber : Abdurrahman, 1999

dapat digolongkan sebagai pencegahan polusi (Freeman *et al.*, 1992 dalam Klassen, 2000; Hart, 1995). Bagaimanapun juga, kebijakan dan prosedur, seperti mengadakan audit lingkungan, memperbaiki pengelolaan perusahaan atau analisis dan review periodik atau *product's environmental lifecycle* (LCA). Dengan demikian perbedaan ini merefleksikan dikotomi struktural/infrastruktural dari strategi manufaktur yang membentuk penerimaan teoretis dan manajerial yang luas dalam manajemen operasi (Hayes dan Wheelwright, 1984). Sebagai tambahan, menyadari sistem manajemen sebagai bentuk yang terpisah juga menghindari kebingungan potensial yang mungkin muncul saat sejumlah investasi struktural, seperti audit lingkungan, diorientasikan untuk mencegah atau mengontrol polutan dan limbah.

#### **Kendala teknologi pencegahan polusi**

Beberapa penelitian terdahulu menulis adanya kendala dalam pengembangan dan pengimplementasian pencegahan polusi dalam 5 kelompok utama (Klassen, 2000):

- Kapabilitas teknologi dan risiko yang berkaitan dengan pencegahan polusi, yang mungkin akan mengganggu proses manufaktur saat ini dalam mengoptimalkan kualitas, biaya dan efisiensi.
- Struktur organisasional dan sikap manajerial yang menyebabkan *inertia*, komunikasi, edukasi dan pengarahannya sumber daya yang buruk.
- Perhatian seputar tenaga kerja yang menolak perubahan teknologi baru yang



dapat menghilangkan suatu pekerjaan atau membutuhkan pelatihan ulang.

- Kebijakan publik yang cenderung mengatur *command-and-control*, yang tidak fleksibel, dan menghasilkan pengurangan secara lebih luas.
- Kendala finansial dalam perusahaan yang berfokus pada profitabilitas jangka pendek dan pembelanjaan riset dan pengembangan untuk mengembangkan teknologi baru.

### 2.2.3. Keterkaitan dengan investasi dalam teknologi manufaktur lain

Investasi dalam teknologi manufaktur baru secara bervariasi mendorong operasi untuk berubah seiring dengan pengadopsian teknologi baru, pengintegrasian dan perluasan bagi keunggulan kompetitif dalam biaya, kualitas atau ketepatan waktu. Perubahan dan perbaikan ini tidak terbatas hanya pada peralatan fisik saja, tetapi juga mempengaruhi sistem organisasional (Adler dan Clark, 1991). Seiring dengan dievaluasinya investasi manufaktur potensial, penentuannya, dan pengimplementasiannya, muncul kesempatan bagi investasi terkait untuk mendorong kinerja lingkungan, dengan meningkatkan daya saing melalui multidimensi (Lawrence dan Morell, 1995 dalam Klassen, 2000). Pertama, manajemen lingkungan yang lebih baik dapat ditentukan sebagai bagian dari paket investasi yang lebih luas, meskipun ini juga melibatkan pandangan manajemen atas teknologi lingkungan sebagai investasi tambahan (*ancillary investment*). Kedua, dalam iklim *ongoing investment*, alokasi sumber daya finansial dan manajerial untuk manajemen lingkungan dapat berkurang kendalanya. Terakhir, kebijakan lingkungan cenderung membedakan proses lama

dan proses baru, dengan proses lama yang memiliki batasan polutan lebih rendah. Bila dikombinasikan, faktor-faktor ini mengindikasikan bahwa level investasi dalam teknologi lingkungan bervariasi seiring dengan meningkatnya investasi dalam teknologi manufaktur yang baru.

Hipotesis 1 : Bila investasi dalam teknologi manufaktur meningkat maka investasi dalam teknologi lingkungan akan meningkat.

Sebagai tambahan pada investasi dalam teknologi lingkungan, alokasi investasi pada bentuk teknologi lingkungan yang berbeda diharapkan bervariasi dengan investasi dalam teknologi manufaktur lain. Seperti yang dikemukakan di muka, teknologi kontrol polusi dilokasikan pada akhir proses atau *offline*. Dengan demikian, operasi berikutnya atau pembersihan polutan dapat terjadi tanpa tergantung pada proses manufaktur utama. Berlawanan dengan itu, pengembangan pencegahan polusi tidak dapat terjadi dalam isolasi; baik proses manufaktur maupun produk yang dihasilkan secara fundamental dipengaruhi ketika bahan baku diganti, kegiatan operasi dibentuk ulang atau produk akhir didesain ulang. Secara alami, pencegahan polusi berhubungan erat dengan proses manufaktur dasar.

Jika investasi dilakukan dalam bentuk *advanced process technologies*, manajemen secara simultan akan lebih mengalokasikan sejumlah besar proporsi investasi dalam teknologi lingkungan pada pencegahan polusi. Ini dapat terjadi karena manajer yang secara aktif mendukung proses teknologi baru secara teknik akan lebih inovatif dan akan memberdayakan kesempatan ini untuk pemikiran

ulang dan restrukturisasi proses secara keseluruhan (Ettlie dan Reza, 1992 dalam Klassen, 2000). Pemikiran ulang sistemik yang lebih luas lebih menyadari adanya kesempatan pencegahan polusi. Investasi dalam *advanced process technologies* juga menjadi indikasi kesediaan manajemen untuk menerima risiko operasional yang lebih tinggi dalam jangka pendek untuk mencapai keunggulan kompetitif jangka panjang.

Pencapaian kompetitif tidak mungkin tanpa sarana, sebagai tambahan risiko yang berkaitan dengan produksi seringkali harus diasumsikan dengan pencegahan polusi. Pencegahan polusi memerlukan pendesainan ulang produk atau proses, dan hubungan antara pengurangan polusi dengan kualitas dan biaya produk adalah tidak pasti. Terdapat pendapat bahwa investasi yang ditargetkan untuk pencegahan polusi sebagai ganti kontrol polusi, secara aktual dapat dikurangi jika manajemen mencari keseimbangan risiko yang lebih tinggi di satu area, misalnya *advanced process technology*, dengan risiko yang lebih rendah di sisi lain, misalnya teknologi lingkungan. Manajemen kemudian dapat didorong untuk lebih memfokuskan aplikasi teknologi kontrol polusi, disamping potensinya untuk biaya operasi yang lebih tinggi. Pendapat ini juga akan muncul jika manajer memandang investasi dalam teknologi lingkungan sebagai teknologi proses sekunder dibanding yang lain, dengan keuntungan kecil atau tanpa keuntungan kompetitif yang langsung bagi area seperti biaya atau kualitas (Walley dan Whitehead, 1994).

Berdasar pada pendapat pertama, dua hipotesis diajukan bagi investasi dalam teknologi proses, yang satu berkaitan dengan levelnya dan yang lain

berkaitan dengan alokasi investasi antar bentuk investasi dalam teknologi lingkungan.

Hipotesis 2 : Bila investasi dalam *advanced process technologies* meningkat maka investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*) akan meningkat.

Hipotesis 3 : Bila investasi dalam *advanced process technologies* meningkat maka pilihan alokasi akan lebih pada pencegahan polusi daripada kontrol polusi.

Sekumpulan pendapat yang serupa dapat dibuat untuk investasi dalam sistem organisasional, khususnya dalam area seperti manajemen kualitas. Biaya dan keuntungan kualitas dan manajemen lingkungan memiliki sejumlah kesamaan teori, dimana menyatakan bahwa model dari biaya kualitas dapat diterapkan pada isu-isu lingkungan (Klassen dan McLaughlin, 1993). Dengan demikian, perusahaan dengan kapabilitas dalam TQM harus dapat mentransfer pembelajaran mereka secara lebih cepat pada pencegahan polusi (Hart, 1995). Sebagai hasilnya, jika investasi dalam manajemen kualitas sedang berjalan, perusahaan manufaktur mungkin memiliki kendala organisasional yang lebih rendah untuk menerima pencegahan polusi. Manajemen juga dapat diharapkan mengambil perspektif sistem yang lebih luas bagi perbaikan kinerja. Hasilnya adalah berkurangnya *inertia* dan biaya yang lebih rendah. Sebagai alternatif yang lebih luas adalah pendapat bahwa jika terjadi perluasan perubahan organisasional maka perubahan

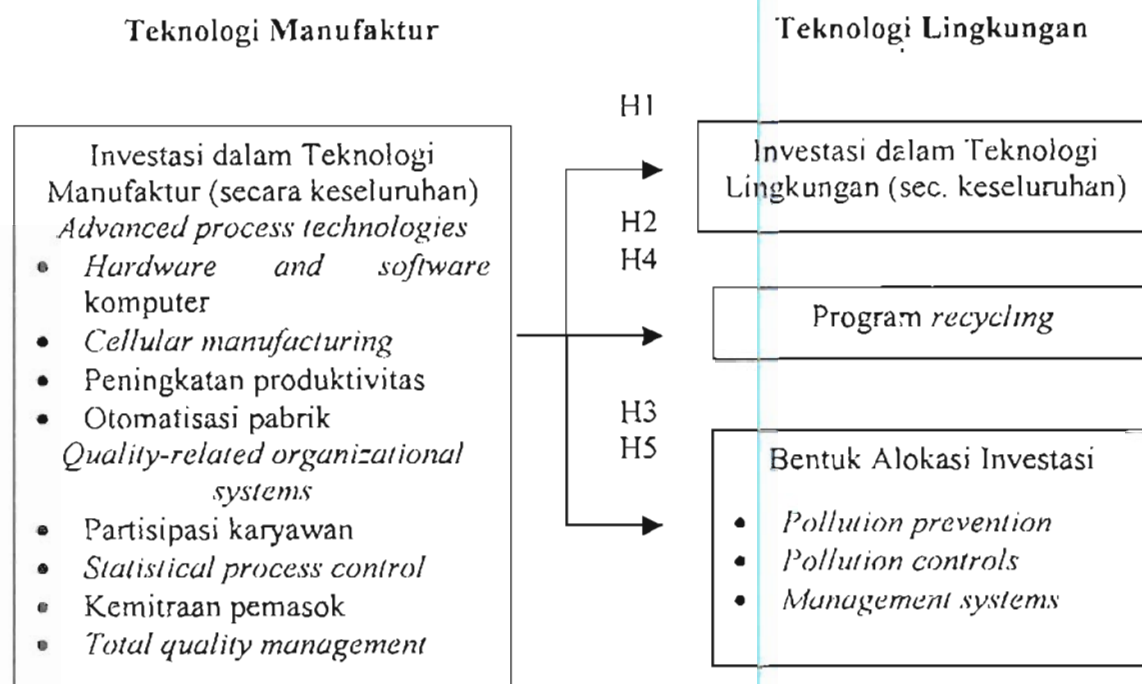
tambahan pada sistem manajemen lingkungan dapat dilihat sebagai sangat kompleks dan tidak dapat dikelola.

Berdasar pada pendapat pertama bahwa *quality-related organizational systems* memfasilitasi investasi dalam manajemen lingkungan maka diajukan dua hipotesis sebagai berikut :

Hipotesis 4 : Bila investasi dalam *quality-related organizational systems* meningkat maka investasi spesifik dalam teknologi lingkungan (program *recycling*) akan meningkat.

Hipotesis 5 : Bila investasi dalam *quality-related organizational systems* meningkat maka pilihan alokasi akan lebih pada pencegahan polusi daripada kontrol polusi.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disusun suatu model penelitian sebagai berikut :



**Gambar 1**  
**Model Penelitian**



### BAB III

## METODE PENELITIAN



#### 3.1. Metode Pengambilan Sampel

Pemilihan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* tipe *judgement sampling*. *Judgement sampling* meliputi pemilihan subyek yang berada pada posisi paling baik untuk memberikan informasi yang diperlukan (Sekaran, 2000). Maksud penggunaan metode ini adalah agar sampel yang dipilih benar-benar mewakili populasi dan sesuai dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian, yaitu hubungan antara investasi dalam manufaktur dan teknologi lingkungan. Seperti halnya penelitian yang dilakukan Klassen (2000) maka responden penelitian ini adalah manajer operasional di perusahaan-perusahaan manufaktur. Kuesioner dikirimkan ke seluruh perusahaan-perusahaan bersertifikasi ISO 14001 dan perusahaan-perusahaan yang memperoleh penghargaan dalam pengelolaan limbah cair tahun 2001 di wilayah DKI Jakarta yang diumumkan dalam Kompas edisi Rabu 31 Juli 2002. selanjutnya perusahaan yang bersedia merespon kuesioner menjadi sampel penelitian ini.

Ukuran sampel merupakan hal penting lain yang berperan dalam estimasi dan interpretasi hasil penelitian. Pada berbagai metode statistik ukuran sampel berfungsi sebagai dasar untuk mengestimasi kesalahan pengambilan sampel (Hair et al., 1992). Jumlah sampel yang seharusnya diambil adalah fungsi dari variasi parameter populasi yang tercakup dalam penelitian dan merupakan fungsi dari ketepatan estimasi yang dibutuhkan peneliti (Cooper dan Schindler, 2000).

Besarnya penentuan jumlah sampel penelitian harus berdasarkan pertimbangan tertentu. Dalam menentukan jumlah sampel penelitian, peneliti berpedoman pada pemikiran Roscoe (1975) yang dikutip Sekaran (2000) yang memberikan beberapa pedoman sebagai berikut :

- a. Ukuran sampel lebih besar dari 30 dan kurang dari 500 telah mencukupi untuk digunakan dalam penelitian.
- b. Bilamana sampel dibagi menjadi sub-sub sampel, maka ukuran sampel minimal yang dibutuhkan untuk setiap kategori (laki-laki/perempuan, junior/senior, dan sebagainya), adalah 30.
- c. Dalam penelitian multivariat (termasuk analisis regresi berganda), ukuran sampel seharusnya beberapa kali (lebih baik 10 kali atau lebih) jumlah variabel yang digunakan dalam penelitian. Dengan demikian jika penelitian menggunakan 2 variabel dependen dan 2 variabel independen maka jumlah minimal sampel yang digunakan adalah 40  $[(2+2) \times 10]$ .

Sampel awal penelitian ini berjumlah 213 perusahaan yang terdiri atas 153 perusahaan bersertifikasi ISO 14001 dan 60 perusahaan penerima penghargaan pengelola limbah cair terbaik tahun 2001 versi Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Selanjutnya perusahaan-perusahaan yang bersedia menjadi responden menjadi sampel penelitian ini. Dari 214 perusahaan tersebut hanya 79 yang merespon kuesioner, baik melalui *e-mail* maupun mengisi langsung saat didatangi *enumerator*. Setelah dilakukan penyortiran, yaitu dengan membuang kuesioner yang tidak lengkap, akhirnya jumlah kuesioner yang layak digunakan berjumlah 74 kuesioner. Dengan demikian jumlah sampel dalam penelitian ini

adalah 74 perusahaan.

### 3.2. Metode Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data penelitian penulis melakukan metode sebagai berikut :

1. Metode pertama yang dilakukan adalah mengirimkan kuesioner ke perusahaan-perusahaan melalui *e-mail*. Penulis mengirimkan *e-mail* ke seluruh perusahaan yang mencantumkan alamat *e-mailnya* dalam *Standard Trade & Industry of Indonesia*. Batas waktu pengembalian kuesioner yang ditetapkan penulis adalah 1 bulan. Hingga batas waktu yang ditetapkan, jumlah perusahaan yang merespon *e-mail* hanya 31. Setelah dilakukan pengecekan atas kelengkapan serta konsistensi jawaban, jumlah yang layak digunakan dalam penelitian adalah 30 kuesioner.
2. Metode kedua, penulis menyebarkan secara langsung kuesioner penelitian kepada responden melalui 10 *enumerator*, yang sebelumnya telah diberi arahan serta pemahaman mengenai kuesioner yang mereka sebar. Prioritas responden yang didatangi adalah perusahaan-perusahaan yang tidak mencantumkan alamat *e-mail* dalam *Standard Trade & Industry of Indonesia*. Jangka waktu penyebaran kuesioner dengan metode ini adalah 1 bulan. Hingga batas waktu yang ditetapkan, jumlah perusahaan yang merespon adalah 48, dan setelah disortir hanya 44 kuesioner yang terisi lengkap dan sesuai kriteria.

### 3.3. Operasionalisasi dan Pengukuran Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat 3 variabel independen, 5 variabel dependen, dan 1 variabel kontrol. Variabel independen terdiri atas investasi dalam teknologi manufaktur (*manufacturing investment*), bentuk investasi *advanced process technologies*, dan bentuk investasi *quality-related organizational systems*. Variabel kontrol adalah rata-rata usia peralatan produksi yang dimiliki perusahaan. Variabel dependen terdiri atas investasi dalam teknologi lingkungan (*environmental investment*), investasi dalam program *recycling*, bentuk alokasi investasi *pollution prevention*, bentuk alokasi investasi *pollution control*, dan bentuk alokasi investasi *management systems*.

Masing-masing variabel diatas kemudian dijabarkan ke dalam pertanyaan-pertanyaan penelitian. Sebagai bagian dari instrumen penelitian yang komprehensif, tujuan pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah mengumpulkan data mengenai pola investasi yang dilakukan perusahaan-perusahaan terkait selama periode 2 tahun terakhir dalam 2 wilayah umum : investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan. Untuk investasi dalam teknologi manufaktur digunakan tiga ukuran. Ukuran pertama, responden diminta untuk melaporkan persentase investasi dalam peralatan produksi selama periode dua tahun terakhir (level investasi). Untuk melihat konsistensi jawaban responden maka pertanyaan kuesioner dalam hal ini ditanyakan dua kali, sekali dalam bentuk persentase dan sekali dalam bentuk skala yang mengindikasikan seberapa besar jumlah penjualan tahunan yang dialokasikan tersebut dengan menggunakan 5 poin skala Likert, berkisar dari 1 (tidak sama sekali) hingga 5 (sangat banyak).

Ukuran kedua dan ketiga, responden diminta untuk mengindikasikan seberapa luas sumber daya yang diinvestasikan dalam 8 program manufaktur spesifik selama 2 tahun terakhir dengan menggunakan 5 poin skala Likert, berkisar dari 1 (tidak sama sekali) hingga 5 (sangat luas). Dalam penelitian sebelumnya kedelapan item program manufaktur spesifik tersebut telah dikelompokkan dalam 2 kelompok, 1 kelompok didesain untuk mengevaluasi investasi struktural dalam *advanced process technology* dan yang lain didesain untuk mengevaluasi investasi infrastrukural dalam *quality-related organizational system*. *Advanced process technology* terdiri atas 4 item : *hardware/software* komputer, *cellular manufacturing*, peningkatan produktivitas, dan otomatisasi pabrik. *Quality-related organizational* juga terdiri atas 4 item : partisipasi karyawan, *statistical process control*, kemitraan pemasok, dan TQM. Pengelompokan ini telah digunakan dalam sejumlah penelitian terdahulu (Klassen dan Whybark, 1999; Klassen, 2000)

Untuk investasi dalam teknologi lingkungan digunakan tiga ukuran. Ukuran pertama, responden diminta untuk melaporkan persentase anggaran modal yang diinvestasikan dalam proyek-proyek lingkungan selama 2 tahun terakhir (level investasi). Disini untuk melihat konsistensi jawaban responden kembali dihadapkan pada bentuk pertanyaan yang sama tetapi jawabannya dalam ukuran skala yang mengukur besarnya alokasi investasi, yaitu 5 poin skala Likert yang berkisar dari 1 (tidak sama sekali) hingga 5 (sangat besar).

Ukuran kedua, responden diminta mengemukakan pendapatnya mengenai keluasan sumber daya yang diinvestasikan dalam satu program lingkungan

spesifik, yaitu pendaaur-ulangan (program *recycling*) bahan-bahan produksi, dalam 5 poin skala Likert. Program *recycling* ini digunakan secara eksplisit sebagai item penelitian karena cenderung menjadi program dasar dan telah dikenal secara luas secara langsung untuk memperbaiki kinerja lingkungan (Klassen, 2000). *Recycling* dan *recovery* umumnya dianggap sebagai bentuk pencegahan polusi berorientasi proses (Royston, 1979 dan Schmideiny 1992 dalam Klassen, 2000).

Ukuran ketiga, pertanyaan yang diajukan didesain untuk menguji alokasi investasi dalam teknologi lingkungan selama 2 tahun terakhir (alokasi investasi). Responden diminta membagi 100 poin kedalam kategori teknologi lingkungan berdasar penggunaan sumber daya : *pollution prevention*, *pollution control*, dan *management system*. Dengan demikian bila jawaban seluruh pertanyaan dijumlahkan maka jumlahnya adalah 100 (dalam persen). Jawaban pertanyaan poin 1 ditambah pertanyaan poin 2 akan mewakili bentuk investasi *pollution control* dan jawaban pertanyaan poin 4 ditambah pertanyaan poin 5 akan mewakili bentuk investasi *pollution prevention*. Ukuran ini telah diuji validasinya dalam penelitian sebelumnya di industri mebel (Klassen dan Whybark, 1999; Klassen, 2000). Seperti halnya pada bagian sebelumnya disini responden kemudian juga akan dihadapkan pada bentuk pertanyaan yang sama namun menggunakan ukuran skala yang mengukur besarnya alokasi investasi, yaitu 5 poin skala Likert yang berkisar dari 1 (tidak sama sekali) hingga 5 (sangat besar).

Variabel tambahan berupa variabel kontrol adalah rata-rata usia peralatan (tahun). Dalam hal ini, investasi yang sedang berlangsung, investasi yang terakhir dalam peralatan baru dapat memberi peluang untuk meningkatkan sistem



lingkungan dengan lebih mudah (Cairncross, 1992; Lawrence dan Morell, 1995 dalam Klassen, 2000).

### 3.4. Model Penelitian

Untuk menggali hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan maka dalam penelitian ini digunakan 5 model regresi linier berganda sebagai berikut :

1. Model 1 adalah :

$$Y_1 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

$Y_1$  : investasi dalam teknologi lingkungan secara keseluruhan

$X_1$  : investasi dalam teknologi manufaktur secara keseluruhan

$X_2$  : investasi dalam *advanced process technologies*

$X_3$  : investasi dalam *quality-related organizational systems*

$X_4$  : usia peralatan

$e$  : *error*

2. Model 2 adalah :

$$Y_2 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

$Y_2$  : investasi dalam program *recycling*

$X_1$  : investasi dalam teknologi manufaktur secara keseluruhan

$X_2$  : investasi dalam *advanced process technologies*

$X_3$  : investasi dalam *quality-related organizational systems*

$X_4$  : usia peralatan

3. Model 3 adalah

$$Y_3 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

$Y_3$  : investasi dalam *pollution prevention*

$X_1$  : investasi dalam teknologi manufaktur secara keseluruhan

$X_2$  : investasi dalam *advanced process technologies*

$X_3$  : investasi dalam *quality-related organizational systems*

$X_4$  : usia peralatan

4. Model 4 adalah :

$$Y_4 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

$Y_4$  : investasi dalam *pollution control*

$X_1$  : investasi dalam teknologi manufaktur secara keseluruhan

$X_2$  : investasi dalam *advanced process technologies* ,

$X_3$  : investasi dalam *quality-related organizational systems*

$X_4$  : usia peralatan

5. Model 5 adalah :

$$Y_5 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + e$$

$Y_5$  : investasi dalam *management systems*

$X_1$  : investasi dalam teknologi manufaktur secara keseluruhan

$X_2$  : investasi dalam *advanced process technologies*

$X_3$  : investasi dalam *quality-related organizational systems*

$X_4$  : usia peralatan

Model 1 digunakan untuk menguji hubungan antara investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur. Model 2 digunakan untuk menguji hubungan antara investasi spesifik dalam teknologi lingkungan yaitu program *recycling* dengan investasi dalam *advance process technologies* dan *quality-related organizational systems*. Dan model 3, model 4 dan model 5 digunakan untuk menguji hubungan antara alokasi investasi antar bentuk teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur.

### 3.5. Teknik Penganalisaan Data

Untuk menguji hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan penulis menggunakan alat analisis regresi linier berganda. Karena data penelitian memiliki skala yang berbeda-beda yaitu skala interval, persentase, dan tahun, maka sebelum dilakukan regresi data terlebih dahulu di-*standardize*. Maksud langkah ini adalah untuk mengetahui nilai  $z$  dari data yang tersedia. Selanjutnya nilai  $z$  masing-masing variabel inilah yang diregres. Langkah pertama, penulis melakukan regresi dengan investasi dalam teknologi lingkungan sebagai variabel dependen; investasi dalam teknologi manufaktur, *advanced process technology*, *quality related technology* sebagai variabel independen; serta usia peralatan sebagai variabel kontrol (model 1). Kemudian investasi khusus pada program pendaurulangan bahan baku (program

*recycling*) menjadi variabel dependen yang diuji (model 2). Yang terakhir diuji adalah hubungan antara alokasi investasi antar bentuk investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur (model 3 sampai model 5). Keseluruhan analisis statistik data dalam penelitian ini menggunakan bantuan program *SPSS Release 10*. Adapun kriteria pengujian hipotesis dalam penelitian ini adalah hipotesis alternatif dinyatakan didukung jika memiliki nilai  $p < 0,05$  (atau taraf signifikansi 95 %).

Setelah hasil regresi diperoleh perlu dilakukan uji asumsi-asumsi klasik, yaitu uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji normalitas data. Adapun kriteria masing-masing uji asumsi tersebut menurut Santoso (2001) adalah sebagai berikut :

- Uji Asumsi Multikolinieritas

Tujuan uji asumsi multikolinieritas adalah untuk menguji apakah pada model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel independen. Jika terjadi korelasi, maka dikatakan terdapat masalah multikolinieritas. Untuk mendeteksi ada tidaknya multikolinieritas adalah dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) dan *Tolerance* (Santoso, 2001). Pedoman suatu model regresi yang bebas multikolinieritas adalah : 1) mempunyai nilai VIF di sekitar angka 1, 2) mempunyai angka *Tolerance* mendekati 1. Selain melihat nilai VIF dan *Tolerance* juga bisa dilihat besarnya korelasi antar variabel independen. Bila koefisien korelasi antar variabel independen lebih dari 0,5 maka terjadi multikolinieritas.

Selanjutnya untuk mengatasi masalah multikolinieritas ini dapat dilakukan

cara mengeluarkan salah satu variabel yang berkorelasi kuat (diatas 0,5) yang diduga menjadi penyebab multikolinieritas.

- Uji Asumsi Heteroskedastisitas

Tujuan uji ini adalah untuk menguji apakah dalam sebuah model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Jika varians dari residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain tetap, maka disebut homoskedastisitas. Dan jika varians berbeda, disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik adalah tidak terjadi heteroskedastisitas.

Cara mendeteksi ada tidaknya heteroskedastisitas adalah dengan melihat ada tidaknya pola tertentu pada grafik yang menghubungkan antara  $\hat{Y}$  yang telah diprediksi dan residual ( $Y \text{ prediksi} - Y \text{ sesungguhnya}$ ) yang telah *distudentized*. Dasar pengambilan keputusan adalah : 1) jika ada pola tertentu, seperti titik-titik yang ada membentuk suatu pola tertentu yang teratur (bergelombang, melebar kemudian menyempit), maka terjadi heteroskedastisitas; 2) jika tidak ada pola yang jelas, serta titik-titik menyebar di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu  $\hat{Y}$  maka tidak terjadi heteroskedastisitas.

- Uji Asumsi Normalitas

Uji ini dilakukan untuk melihat apakah dalam sebuah model regresi variabel dependen, variabel independen, atau keduanya memiliki distribusi normal

atau tidak. Model regresi yang baik adalah distribusi data normal atau mendekati normal.

Cara mendeteksi normalitas adalah dengan melihat penyebaran titik pada sumbu diagonal dari grafik *normal probability plot*. Dasar pengambilan keputusannya adalah : 1) jika data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas; 2) jika data menyebar jauh dari garis diagonal dan/atau tidak mengikuti arah garis diagonal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.



## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN DISKUSI



#### 4.1. ANALISIS DATA

Dalam bagian ini akan dijelaskan hasil penelitian melalui analisis hasil pengolahan data menggunakan alat statistik. Dari 213 kuesioner yang disebarakan jumlah yang diterima adalah 79 buah, tetapi karena ada kuesioner yang tidak layak digunakan karena jawaban yang tidak lengkap maka jumlah akhir yang dapat diolah menjadi 74 buah. Beberapa item pertanyaan dalam kuesioner sengaja disusun dalam dua bentuk, pertama responden diminta menjawab dalam persentase dan kemudian diminta menyatakan persentase diatas ke dalam bentuk skala Likert 1-5. Tujuan mengajukan item pertanyaan tersebut adalah untuk memperoleh konsistensi jawaban dari responden. Selanjutnya untuk menguji konsistensi jawaban dari ke-74 kuesioner yang terkumpul maka jawaban pertanyaan bentuk persentase dikorelasikan dengan jawaban bentuk skala Likert 1-5. Karena koefisien korelasi item-item pertanyaan tersebut seluruhnya lebih dari 0,5 maka jawaban responden dapat dikatakan konsisten. Dengan demikian 74 kuesioner yang terkumpul dapat diolah lebih lanjut. Untuk pengolahan data selanjutnya yang digunakan adalah jawaban bentuk skala Likert 1-5.

Dari ke-74 buah kuesioner yang terkumpul bila disusun berdasarkan Klasifikasi Lapangan Usaha Indonesia (KLUI) 5 digit dari Badan Pusat Statistik maka terdapat variasi jenis industri sebagai berikut :

**Tabel 4.1**  
**Variasi Jenis Industri Yang Merespon Kuesioner**

Kode		Jenis Industri	Jumlah
31	31111	Susu	3
	31123	Es krim	1
	31134	Pelumatan buah-buahan dan sayuran	1
	31153	Minyak goreng	2
	31192	Makanan dari coklat dan kembang gula	1
	31262	Penyedap masakan	1
	31340	Minuman ringan/ <i>soft drink</i>	1
32	32114	Pertenunan (kec. pertenunan karung goni dan karung lainnya)	5
	32116	Pencetakan kain	3
	32190	Perajutan	3
	32140	Permadani (babut)	1
	32312	Penyamakan kulit	1
33	33114	Kayu lapis laminasi, termasuk <i>decorative plywood</i>	3
34	34112	Kertas budaya	3
35	35122	Kimia dasar anorganik gas industri	2
	35116	Kimia dasar organik yang bersumber dari minyak bumi, gas bumi dan batubara	2
	35118	Kimia dasar organik yang menghasilkan bahan kimia khusus	4
	35122	Pupuk buatan tunggal	1
	35222	Farmasi	5
	35232	Kosmetik	4
	35511	Ban luar dan ban dalam	3
	35605	Perabot, perlengkapan dan peralatan rumah tangga	1
	36310	Semen	1
	36922	Barang dari marmer untuk keperluan rumah tangga dan pajangan	2
37	37102	Pengecoran besi dan baja	1
	37103	Penggilingan baja ( <i>steel rolling</i> )	2
	37201	Pembuatan logam bukan besi	1
38	38114	Alat-alat dapur dari logam bukan aluminium	1
	38120	Perabot rumah tangga dan kantor dari logam	1
	38194	Kawat logam	1
	38246	Komponen dan suku cadang mesin industri khusus	1
	38321	Radio, televisi dan alat elektronik sejenisnya untuk hiburan	2
	38325	Piranti lunak komputer	1
	38392	Bola lampu pijar, lampu penerangan terpusat dan ultraviolet	2
	38393	Batu baterai kering	1
	38396	Kabel listrik dan telepon	1
	38431	Kendaraan bermotor roda empat atau lebih	2
		<b>Total</b>	<b>74</b>

Linna model regresi digunakan untuk menggali hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur (*manufacturing investment*) dan level investasi dalam teknologi lingkungan (*environmental investment*) serta alokasi antar bentuk teknologi lingkungan (*pollution prevention, pollution control, dan management system*). Langkah pertama, penulis melakukan regresi dengan investasi dalam teknologi lingkungan sebagai variabel dependen; investasi dalam teknologi manufaktur, *advanced process technology, quality related technology* sebagai variabel independen; serta usia peralatan sebagai variabel kontrol (model 1). Kemudian investasi khusus pada progam pendaurulangan bahan baku (program *recycling*) menjadi variabel dependen yang diuji (model 2). Yang terakhir diuji adalah hubungan antara alokasi investasi antar bentuk investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur (model 3 sampai model 5).

Ringkasan hasil regresi dapat dilihat dalam tabel 4.2 dan 4.3. Pada kedua tabel ini, bagian horisontal adalah variabel dependen masing-masing model regresi dan bagian vertikal adalah variabel independen dalam model regresi. Sebagai contoh Model 1 berarti investasi dalam teknologi lingkungan (env.inv) menjadi variabel independen, dan investasi secara keseluruhan (mfg.inv), *advance process technologies* (adv.inv), *quality-related organizational system* (qual.rel), dan usia peralatan (kontrol) menjadi variabel dependen, demikian seterusnya. Dalam tabel 4.2 dapat dilihat nilai koefisien beta, nilai F-statistik, nilai signifikansi F, dan nilai  $R^2$  masing-masing variabel untuk masing-masing model. Selanjutnya dalam tabel 4.3 tercantum nilai t dan nilai signifikansi masing-

masing variabel untuk masing-masing model.

**Tabel 4.2**  
**Ringkasan Hasil Regresi (1)**

Variabel Independen	Variabel Dependen				
	Level investasi		Alokasi investasi (bentuk)		
	(1) Investasi dalam teknologi lingk. (env.inv)	(2) Program recycling (recycle)	(3) Pollution prevention (pol.prev)	(4) Pollution controls (pol.ctrl)	(5) Management systems (mgt.sys)
Investasi dalam teknologi manufaktur					
Investasi keseluruhan (mfg.inv)	0,364	-0,028	0,038	0,183	-0,174
<i>Advance process tech. (adv.inv)</i>	0,210	-0,81	-0,276	0,239	0,029
<i>Quality-related org. system (qual.rel)</i>	0,154	0,466	-0,020	-0,471	0,272
Variabel kontrol					
Usia peralatan	0,121	0,247	0,256	-0,035	-0,106
Statistik					
F-statistik	5,995	6,388	3,138	4,812	2,074
F-sig.	0,000	0,000	0,020	0,002	0,094
R <sup>2</sup>	0,508	0,520	0,392	0,291	0,328

Keterangan : signifikan pada  $p \leq 0,05$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa secara keseluruhan terdapat konsistensi hubungan antara investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur (Hipotesis 1). Dengan demikian peningkatan investasi dalam teknologi manufaktur akan meningkatkan penjualan tahunan yang dialokasikan untuk investasi dalam teknologi lingkungan (model 1 :  $\beta = 0,364$ ;  $t = 3,476$ ;  $p = 0,01$ ). Namun demikian, secara parsial tidak terdapat hubungan yang konsisten antara investasi dalam teknologi lingkungan baik dengan *advanced process technologies* maupun *quality-related organizational systems*. Dapat dilihat dalam tabel 4.3, dari empat variabel dependen hanya variabel mfg.inv (investasi dalam teknologi manufaktur) dan kontrol (usia

peralatan) yang memiliki signifikansi di bawah 0,05.

Tabel 4.3  
Ringkasan Hasil Regresi (2)

Variabel Independen	Variabel Dependen									
	env.inv		recycle		pol.prev		pol.ctrl		mgt.sys	
	t	sig.	t	sig.	t	sig.	t	sig.	t	sig.
mfg.inv	3,476	0,001	-0,268	0,788	0,341	0,734	1,459	0,151	-1,517	0,134
adv.inv	1,944	0,056	-0,755	0,453	-2,389	0,020	1,911	0,062	0,240	0,811
qual.rel	1,420	0,160	4,345	0,000	-0,172	0,846	-3,778	0,000	2,297	0,025
kontrol	1,161	0,250	2,394	0,019	2,307	0,024	-0,287	0,775	-0,929	0,356

Untuk investasi program lingkungan yang spesifik, yaitu program *recycling*, dapat dilihat bahwa tidak terdapat hubungan yang konsisten antara investasi dalam program *recycling* dengan investasi dalam teknologi manufaktur dan *advanced process technologies* (Hipotesis 2), tetapi dengan *quality related organizational system* (Hipotesis 4) ditemui bahwa peningkatan investasi dalam *quality-related organizational system* akan meningkatkan investasi dalam program *recycling* (Model 2 :  $\beta = 0,466$ ;  $t = 4,345$ ;  $p = 0,00$ ). Investasi dalam program *recycling* meningkat secara signifikan seiring dengan meningkatnya *quality systems*, hal ini mungkin disebabkan karena usaha-usaha perusahaan untuk memperbaiki kualitas memerlukan penyelidikan secara metodik terhadap penyebab kerusakan dan buangan/limbah produk. Program *recycling* akan memberikan suatu pilihan untuk dapat mengurangi limbah produk.

Temuan berkaitan dengan bentuk investasi dalam teknologi lingkungan cukup menarik. Bertolak belakang dengan Hipotesis 3 yang menyatakan bahwa peningkatan investasi dalam *advanced process technologies* akan meningkatkan alokasi investasi dalam *pollution prevention* ternyata kurang tepat. Hasil yang

diperoleh menunjukkan sebaliknya, bahwa peningkatan investasi dalam *advanced process technologies* justru akan menurunkan alokasi investasi dalam *pollution prevention* (Hipotesis 3 :  $\beta = -0,276$ ;  $t = -2,389$   $p = 0,02$ ). Karena adanya ketergantungan linier antar ketiga bentuk teknologi lingkungan, temuan ini secara implisit juga mengindikasikan bahwa peningkatan investasi dalam teknologi manufaktur (disini ditekankan pada *advanced process technologies*) akan meningkatkan alokasi investasi teknologi lingkungan dalam bentuk kombinasi *pollution control* dan *management systems* (Klassen, 2000).

Yang terakhir, ditemukan adanya hubungan antara investasi dalam *advanced process technologies* dan *quality-related organizational systems* dengan bentuk alokasi investasi dalam *pollution controls* (Hipotesis 5). Meningkatnya investasi dalam *advanced process technologies* akan meningkatkan investasi dalam teknologi lingkungan (Model 4 :  $\beta = 0,235$ ;  $t = 2,017$ ;  $p = 0,048$ ) dan investasi dalam *quality-related organizational system* justru berakibat pada penurunan investasi dalam *pollution controls* (Model 4 :  $\beta = -0,341$ ;  $t = -2,934$ ;  $p = 0,005$ ). Karena bentuk investasi dalam teknologi lingkungan ini memiliki ketergantungan secara linier satu sama lain, maka secara implisit hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa saat investasi dalam *quality-related organizational system* meningkat maka investasi dalam teknologi lingkungan akan meningkat pada kombinasi bentuk *pollution prevention* dan *management systems* (Klassen, 2000). Adapun Model 5 yang menguji hubungan antara bentuk alokasi investasi dalam *management systems* dengan investasi dalam teknologi manufaktur tidak dibahas karena tidak dihipotesiskan.



## 4.2. DISKUSI

Dari hasil analisis data dapat diketahui bahwa secara umum terdapat konsistensi hubungan antara investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur (Hipotesis 1). Ini berarti bahwa secara umum perusahaan-perusahaan di Indonesia telah memiliki kepedulian yang cukup tinggi terhadap lingkungan dengan melakukan investasi dalam teknologi manufaktur secara simultan dengan investasi dalam teknologi lingkungan. Kepedulian perusahaan untuk turut menjaga kelestarian lingkungan banyak didorong oleh tuntutan dari berbagai pihak, seperti masyarakat yang makin menyukai produk-produk ramah lingkungan, konsumen luar negeri yang menuntut adanya ekolabeling, peraturan pemerintah tentang pengelolaan limbah, dan bahkan tuntutan dari para pemegang saham akan tanggung jawab sosial yang harus dipenuhi perusahaan.

Dalam analisis hubungan bentuk investasi teknologi lingkungan yang spesifik, yaitu program *recycling*, investasi dalam program *recycling* ditemukan tidak berinteraksi dengan investasi dalam *advanced process technology* (Hipotesis 2). Ini disebabkan karena hingga saat ini perusahaan-perusahaan di Indonesia masih kurang berani mengambil risiko untuk menambah investasi dalam bentuk *hardware* dan *software* komputer, menerapkan *cellular manufacturing*, meningkatkan produktivitas, maupun melakukan otomatisasi pabrik, terlebih lagi dalam kurun waktu yang terlalu singkat (2 tahun terakhir). Kondisi perekonomian yang tampaknya belum pulih benar sejak menurunnya nilai tukar rupiah terhadap dolar AS tahun 1997 lalu, disusul dengan tidak stabilnya lingkungan politik di

Indonesia tampaknya memberi imbas bagi kebijakan investasi perusahaan-perusahaan di Indonesia. Mayoritas perusahaan cenderung bertahan dengan peralatan produksi yang mereka miliki saat ini dan baru mempertimbangkan untuk melakukan investasi ulang saat peralatan produksi tersebut rusak. Kondisi ini juga tercermin dari usia peralatan produksi yang mayoritas berusia lebih dari 5 tahun.

Namun demikian, tampaknya perusahaan-perusahaan di Indonesia cukup memperhatikan program *recycling* ini dengan melakukan investasi dalam *quality-related organizational systems* (Hipotesis 4). Dalam sejumlah cara, pengembangan sistem organisasional ini berinteraksi dengan baik seiring dengan peningkatan program *recycling*. Pertama, pengembangan program partisipasi karyawan dalam perusahaan dapat memperluas minat karyawan yang memiliki kepedulian tinggi terhadap lingkungan alam. Beberapa perusahaan memberikan penghargaan bagi karyawan yang menyumbangkan ide berkaitan dengan pelestarian lingkungan. Kedua, peningkatan kemitraan pemasok yang dilakukan perusahaan dapat memfasilitasi dan menyederhanakan koordinasi dan pengembalian limbah bahan baku ke pemasok untuk diproses ulang dan diolah kembali menjadi bahan mentah (Remich, 1997 dalam Klassen, 2000). Praktik ini banyak dijalankan oleh perusahaan-perusahaan yang bergerak di industri logam dan mesin, dimana limbah (berbentuk logam) yang terbentuk selama proses produksi dikumpulkan untuk dikirim kembali ke pemasok. Ketiga, prinsip menghilangkan polutan dan limbah secara implisit merupakan bagian dari filosofi TQM (Hart, 1995).

Hubungan yang terbentuk antara investasi dalam *advanced process technologies* dengan alokasi investasi ke masing-masing bentuk teknologi lingkungan menunjukkan hubungan berlawanan dengan bentuk *pollution prevention* (Hipotesis 3). Kecenderungan ini mencerminkan bahwa investasi yang sifatnya struktural seperti penambahan *hardware-software* komputer, penerapan *cellular manufacturing*, peningkatan produktivitas, dan otomatisasi pabrik tidak dapat dilakukan bersama-sama dengan investasi berbentuk *pollution prevention* dengan proporsi yang sama besar. Dalam menetapkan suatu keputusan investasi perusahaan-perusahaan tersebut menempatkan satu investasi lebih penting dibanding investasi yang lain. Fenomena ini disebabkan lebih karena keterbatasan dana yang membuat penentu keputusan enggan melakukan investasi dalam teknologi lingkungan.

Perusahaan-perusahaan yang melakukan investasi dalam porsi yang lebih banyak pada *quality-related organizational system* ternyata cenderung menghindari investasi dalam *pollution control technologies* dengan cara memperbanyak porsi investasi pada *pollution prevention* dan *management systems* (Hipotesis 5). *Pollution control* menekankan pada tindakan-tindakan inspeksi kualitas seperti : monitoring dan pengerjaan ulang hanya terjadi pada akhir proses, hanya sedikit orang-orang dan hanya orang-orang spesifik saja yang diberi tanggung jawab untuk melakukan kontrol; usaha-usaha untuk melakukan perbaikan relatif sedikit; dan peningkatan kinerja yang baik umumnya diikuti dengan biaya yang lebih tinggi (Klassen, 2000).

Sebagai tambahan, perusahaan-perusahaan yang lebih banyak melakukan

investasi dalam *advanced process technologies* mengalokasikan investasi untuk *pollution prevention* dalam porsi yang lebih sedikit. Sebagai konsekuensinya, perusahaan-perusahaan tersebut lebih menekankan investasi pada kombinasi investasi *pollution control* dan *management system*. Setidaknya terdapat dua penjelasan yang memungkinkan bagi kondisi ini. Pertama, investasi dalam *advanced process technologies* bagi perusahaan-perusahaan di Indonesia cenderung mengandalkan inovasi dari sumber eksternal. Implikasinya adalah *pollution prevention* menjadi sukar diintegrasikan dengan inovasi dan proses pembelajaran yang berasal dari eksternal perusahaan (Klassen, 2000). Kedua, *pollution prevention* mungkin dianggap akan menimbulkan risiko tambahan saat digabungkan dengan teknologi proses produksi yang baru (Klassen, 2000).

Penjelasan pertama diatas didukung oleh penelitian Ertlie dan Reza (1992), dimana diketahui bahwa perusahaan manufaktur cenderung bergantung pada pemasok alat-alat produksi untuk melakukan inovasi dalam *hardware* dan *software* komputer, *advanced process controls*, dan otomatisasi peralatan yang lebih canggih (Klassen, 2000). Investasi yang sedang berlangsung pada teknologi proses juga dapat menjauhkan perhatian manajemen dari *pollution prevention*. Sebaliknya, investasi yang telah ada dan berkembang dalam *quality-related organizational systems* harus ditingkatkan dengan pembelajaran dan pengembangan internal (Sitkin dkk., 1994).

Manajemen akan lebih mudah mengidentifikasi dan lebih dapat meintegrasikan serta mengimplementasikan *pollution prevention technologies* dengan investasi yang berasal dari dalam perusahaan itu sendiri. Dengan

demikian, implikasi bagi manajemen menjadi jelas : saat pelaku industri manufaktur mengasumsikan peran strategik yang lebih besar dalam inovasi produk dan proses, *pollution prevention* akan memegang peran dominan. Dalam sejumlah kasus, perusahaan mungkin perlu mengembangkan kapabilitas baru untuk mendorong pengadopsian mereka terhadap teknologi yang lebih bersih dan *pollution prevention* (Hart, 1995). Observasi lain juga menunjukkan bahwa kemampuan operasional (*operational excellence*) memberikan motivasi tambahan pada kemampuan lingkungan (*environmental excellence*) (Newman dan Hanna, 1996).

Sebagai alternatif, penjelasan kedua yang berkaitan dengan risiko didasarkan pada kecenderungan manajemen untuk membatasi risiko apapun yang mungkin berkaitan dengan *pollution prevention*. Praktik yang banyak berkembang dalam perusahaan-perusahaan di Indonesia adalah penggunaan *pollution control technologies*. Bahkan UU LH No. 23/1999, yang hingga saat ini masih jauh dari pelaksanaan, turut mendorong berkembangnya teknologi ini. Pemerintah baru mengambil tindakan saat masalah lingkungan muncul karena adanya pelanggaran yang dilakukan pelaku industri. Dengan demikian, risiko perusahaan akan rendah bila manajemen memutuskan untuk memasang *pollution control technologies* atau membereskan masalah yang muncul (Klassen, 2000). Sebagai tambahan, pemasangan *pollution control technologies*, seperti pabrik pengolahan air limbah, di akhir proses manufaktur akan menyebabkan sedikit gangguan pada proses manufaktur utama dan operasinya cenderung dipisahkan dari proses manufaktur. Oleh karenanya manajer yang bersifat *risk-averse* akan menghindari *pollution*



*prevention* dan tertarik untuk mengadopsi *pollution control*.

Dukungan tambahan untuk penjelasan kedua ini adalah juga ditemukannya hubungan yang positif antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan (Hipotesis 1). Teknologi lingkungan tampaknya sering dipandang sebagai investasi tambahan; investasi yang langka dilakukan dan hanya sedikit yang ditargetkan untuk meningkatkan kinerja lingkungan. Kontrasnya, semakin tersedia sumber daya finansial dan teknis bagi kegiatan manufaktur makin banyak usaha yang dapat dilakukan untuk lingkungan (Lawrence dan Morrel, 1995). Ini menjadi alasan mengapa manajer tidak bersedia menerima risiko tambahan yang berkaitan dengan *pollution prevention* dalam iklim investasi kecil. Hasilnya, implikasi manajerialnya adalah bahwa penghalang utama hanyalah *perceived risk*, pendidikan tambahan dan penyebaran informasi tentang risiko sebenarnya yang dikaitkan dengan menggabungkan investasi dalam teknologi proses dan *pollution prevention* akan mendorong pengadopsian *pollution prevention* yang lebih besar. Jika risikonya adalah nyata, manajer harus mendukung pilihan untuk lebih mendistribusikan risiko tersebut dengan partner-partner lain.

Manajemen dapat mengambil sejumlah keputusan dalam kaitannya dengan masalah investasi dalam *pollution prevention* ini. Pertama, manajer operasi dan manajer lingkungan dapat mencari cara untuk meningkatkan peran strategik operasi dalam perusahaan, dan kemudian memberi penekanan yang lebih besar pada *pollution prevention*. Secara simultan manajemen dapat menggali pilihan-pilihan untuk mendiversifikasikan risiko investasi *pollution prevention* yang



baru, kemungkinan juga melalui konsorsium dari beberapa perusahaan atau riset yang dilakukan bersama-sama antara pemerintah dan swasta. Sejauh ini usaha-usaha yang dilakukan perusahaan untuk menunjukkan kepedulian terhadap lingkungan adalah dengan mengusahakan perolehan sertifikasi ISO 14001 dari berbagai badan sertifikasi. Selain itu juga dengan mengusahakan ecolabel bagi produk-produknya dari Lembaga Ecolabeling Indonesia. Tentunya untuk memperoleh sertifikasi ISO 14001 dan ecolabel bagi produknya perusahaan harus memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, dimana penekanan investasi dalam *pollution prevention* secara implisit termasuk di dalamnya.

**BAB V**  
**KESIMPULAN, KETERBATASAN,**  
**DAN IMPLIKASI PENELITIAN**



**5.1. Kesimpulan**

Analisis penelitian ini difokuskan pada hubungan antara investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan yang dilakukan perusahaan-perusahaan bersertifikat ISO14001 dan perusahaan-perusahaan yang memperoleh penghargaan sebagai pengelola limbah cair terbaik kategori Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta selama tahun 2001. Dengan melakukan kajian pada masalah tersebut penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi nyata bagaimana perusahaan-perusahaan terkait menginvestasikan modalnya untuk meningkatkan kepentingan lingkungan. Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan umum dan kesimpulan khusus sebagai berikut.

**Kesimpulan Umum**

Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang konsisten antara investasi dalam teknologi manufaktur dengan investasi dalam teknologi lingkungan perusahaan-perusahaan di Indonesia. Ini berarti bahwa makin besarnya investasi dalam peralatan manufaktur perusahaan makin besar pula proporsi anggaran modal yang diinvestasikan langsung pada teknologi lingkungan.

Tidak terdapat hubungan yang konsisten antara program *recycling* dengan *advanced process technologies*. Ini disebabkan karena belum stabilnya kondisi perekonomian serta situasi politik di Indonesia membuat perusahaan-perusahaan di Indonesia kurang berani mengambil risiko untuk menambah investasi dalam bentuk *hardware* dan *software* komputer, menerapkan *cellular manufacturing*, meningkatkan produktivitas, maupun melakukan otomatisasi pabrik, terlebih lagi dalam kurun waktu yang terlalu singkat (2 tahun terakhir).

Hubungan antara *advanced process technologies* dengan alokasi antar bentuk teknologi lingkungan (*pollution prevention*, *pollution control*, dan *management systems*) sifatnya berlawanan. Artinya, peningkatan investasi dalam *advanced process technologies* akan menurunkan investasi dalam *pollution prevention*. Sebagai gantinya, manajemen cenderung meningkatkan investasi pada kombinasi *pollution control* dan *management systems*. Temuan ini dapat dikaitkan dengan usaha-usaha manajer untuk menyeimbangkan risiko yang berhubungan dengan investasi dalam teknologi manufaktur dan investasi dalam teknologi lingkungan, selain itu juga untuk mengembangkan manajemen kualitas dan pandangan sistem yang luas dari internal perusahaan, yang akan menghasilkan investasi dalam *pollution prevention*.

Hubungan searah antara *quality-related organizational systems* dengan program *recycling* menunjukkan mulai adanya kepedulian perusahaan-perusahaan di Indonesia terhadap kelestarian lingkungan. Semakin besar investasi dalam *quality-related organizational systems* maka makin besar pula investasi dalam program *recycling*. Program-program peningkatan partisipasi karyawan, program

kemitraan dengan pemasok, serta penerapan *total quality management* secara simultan mendukung program *recycling* yang dijalankan perusahaan-perusahaan tersebut. Ini mungkin disebabkan karena usaha-usaha perusahaan untuk memperbaiki kualitas memerlukan penyelidikan secara metodik terhadap penyebab kerusakan dan buangan/limbah produk. Program *recycling* akan memberikan suatu pilihan untuk dapat mengurangi limbah produk.

Terdapat hubungan beralawanan antara *quality-related organizational systems* dengan alokasi antar bentuk teknologi lingkungan (*pollution prevention, pollution control, dan management systems*). Perusahaan-perusahaan melakukan investasi dalam porsi yang lebih banyak pada *quality-related organizational system* sehingga mereka cenderung menghindari investasi dalam *pollution control technologies* dengan cara memperbanyak porsi investasi pada *pollution prevention dan management systems*.

### **Kesimpulan Khusus**

Dari hasil penelitian di lapangan penulis membuat sejumlah kesimpulan khusus. Pertama, ditemukan indikasi bahwa perusahaan-perusahaan di Indonesia mulai memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Kepedulian tersebut masih dalam tahap awal, dimana perusahaan memandang investasi dalam teknologi lingkungan sebagai investasi tambahan (*ancillary investment*), investasi yang dilakukan setelah prioritas investasi lain yang dianggap lebih kompetitif terpenuhi. Perusahaan-perusahaan, terutama yang tidak berorientasi memasuki pasar global, cenderung melaksanakan program kepedulian lingkungan atas

dorongan pihak pemerintah dengan UU Lingkungan Hidupnya dan bukan atas kesadaran internal perusahaan itu sendiri. Hal ini berakibat pada pola investasi dalam teknologi lingkungan yang tidak berkembang, yang pada akhirnya menghambat pergeseran kebijakan pengelolaan limbah dari *pollution control* ke *pollution prevention*.

Kedua, pergeseran kebijakan pengelolaan limbah dari *pollution control* ke *pollution prevention* belum dapat dicapai selain karena minimnya kesadaran lingkungan perusahaan disebabkan pula oleh *perceived risk* manajer atas investasi dalam teknologi lingkungan, dimana investasi ini lebih dianggap sebagai *cost center* dan bukan *profit center* dalam jangka panjang, sehingga manajer lebih memilih untuk memprioritaskan investasi dalam bentuk yang lebih kompetitif dan memberikan nilai tambah.

Ketiga, sertifikasi ISO 14001 bukan merupakan jaminan kualitas kinerja lingkungan yang baik dan indikasi pelaksanaan *pollution prevention* oleh perusahaan, namun dengan adanya ISO 14001 perusahaan akan mendapat *corporate image* yang lebih baik dalam kaitannya dengan kualitas kinerja lingkungan. Masih terdapatnya sejumlah perusahaan bersertifikasi ISO 14001 yang enggan melakukan investasi dalam *advanced process technologies* menjadi cerminan kurangnya kontrol dari badan sertifikasi ISO 14001. Perusahaan cenderung menunda investasi dalam *advanced process technologies* sementara investasi dalam bidang ini merupakan syarat dasar dari *pollution prevention*.

## 5.2. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Ukuran sampel relatif kecil (74 perusahaan) sehingga kurang mampu memberikan generalisasi terhadap kondisi perusahaan-perusahaan yang ada di Indonesia. Meskipun perusahaan yang menjadi sampel jenisnya bervariasi tetapi komposisi jumlah masing-masing jenis kurang seimbang. Dengan demikian, pada penelitian selanjutnya sebaiknya ukuran sampel diperbesar dan komposisi jenis perusahaan lebih diseimbangkan agar kemungkinan generalisasi dapat dicapai.
2. Data penelitian yang digunakan berfokus pada periode waktu investasi yang relatif pendek, yaitu dua tahun. Penggunaan periode waktu ini dimaksudkan untuk meningkatkan keakuratan pengumpulan data dan meminimalkan kemungkinan adanya perubahan seperti pergantian kepemilikan, peraturan lingkungan yang baru, perubahan situasi ekonomi, dan lain-lain. Akan tetapi sedikit sekali perusahaan-perusahaan di Indonesia yang melakukan investasi ulang atau menambah investasi dalam jangka waktu sependek itu (dua tahun). Dengan demikian akan lebih baik bila penelitian berikutnya memperhatikan periode waktu untuk mengoptimalkan hasil penelitian.
3. Kemungkinan terdapat bias yang diakibatkan oleh pemilihan perusahaan sebagai *level of analysis* dalam penelitian ini, dimana 1 informan mewakili 1 perusahaan. Kondisi ini menuntut keakuratan data yang tinggi sehingga responden yang diambil harus benar-benar menguasai bidangnya dan mampu



menjawab pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner. Dalam penelitian selanjutnya, bila memungkinkan, sebaiknya responden dalam satu perusahaan lebih dari 1 agar data yang diperoleh lebih akurat.

4. Penelitian ini hanya memfokuskan sampel pada perusahaan-perusahaan yang benar-benar telah menerapkan manajemen lingkungan dengan memilih sampel perusahaan-perusahaan bersertifikasi ISO 14001 dan perusahaan-perusahaan yang memperoleh penghargaan dari Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta sebagai pengelola limbah cair terbaik tahun 2001. Dengan demikian hasil penelitian belum tentu sama bila sampel yang diambil adalah perusahaan secara umum. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang meneliti perusahaan-perusahaan di luar sampel penelitian ini.
5. Permasalahan manajemen lingkungan merupakan masalah sensitif, sehingga seringkali *enumerator* mengalami kesulitan dalam menyebarkan kuesioner karena banyak perusahaan yang tidak bersedia menjadi responden. Selain itu banyak responden yang tidak mengisi secara lengkap pertanyaan yang diajukan dan terkesan menutup-nutupi jawaban yang sebenarnya sehingga menyebabkan kuesioner tidak dapat diolah secara optimal. Dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan usaha-usaha persuasif untuk meningkatkan kesediaan perusahaan untuk menjadi responden penelitian.

### 5.3. Implikasi

Implikasi terpenting adalah bagi pemerintah sebagai penentu kebijakan dari sisi *stakeholder* adalah bahwa pemerintah seyogyanya menerapkan program

kesadaran lingkungan yang lebih baik bagi pelaku industri, yaitu program yang mampu mendorong kepedulian lingkungan dari internal perusahaan. Masalah lingkungan yang muncul di Indonesia mungkin didorong oleh kurangnya perhatian pemerintah terhadap lingkungan hidup. Kondisi perekonomian serta situasi politik yang kurang stabil sebenarnya bukanlah alasan utama bahwa perusahaan-perusahaan di Indonesia sangat sedikit menginvestasikan anggaran modalnya pada teknologi lingkungan serta kecenderungan mereka untuk lebih memilih bentuk investasi *pollution control* dibanding *pollution prevention*. Ini terbukti dengan banyaknya perusahaan yang telah memiliki sertifikasi ISO 14001, dimana hal ini berarti bahwa perusahaan-perusahaan tersebut telah memenuhi elemen-elemen dasar dari *Environmental Management System* yang efektif. Oleh karena itu perlu adanya dukungan pemerintah agar perusahaan-perusahaan kian meningkatkan kepedulian mereka terhadap lingkungan dengan cara memperbesar porsi investasi dalam teknologi lingkungan dan bergeser dari pilihan *pollution control* ke *pollution prevention*.

Implikasi selanjutnya adalah bagi perusahaan sebagai penentu kebijakan operasional. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk menetapkan kebijakan serta strategi perusahaan di masa mendatang, tidak hanya dalam kaitannya dengan teknologi lingkungan. Seperti yang telah dibahas dalam bagian sebelumnya, perusahaan harus mulai memperhatikan pergeseran permintaan konsumen dunia yang makin menuntut tanggung jawab sosial berupa kepedulian perusahaan terhadap lingkungan. Fenomena ini tidak hanya berpengaruh pada kebijakan operasi dalam perusahaan saja melainkan juga memberi pengaruh pada

strategi perusahaan secara keseluruhan.

Dari hasil penelitian tampaknya diketahui bahwa penyebab kecenderungan lebih memilih bentuk investasi *pollution control* dibanding *pollution prevention* adalah *perceived risk* manajemen perusahaan atas bentuk investasi itu sendiri. Pendidikan tambahan dan penyebaran informasi tentang risiko sebenarnya yang dikaitkan dengan menggabungkan investasi dalam teknologi proses dan *pollution prevention* akan mendorong pengadopsian *pollution prevention* yang lebih besar. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian yang menggali kemungkinan adanya hubungan antara *perceived risk* manajer atas pilihan bentuk investasi dalam teknologi lingkungan dengan investasi dalam teknologi lingkungan itu sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Dudung, 1999, "Praktik Kesadaran Ekologis dan Pengaruhnya Terhadap *Corporate Image*," Tesis S-2 Program Studi Manajemen Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Adler, P.S. dan Clark, K.B., 1991, "Behind The Learning Curve : A Sketch of The Learning Process," *Management Science*, Vol. 37 No. 3.
- Aragon-Correa, J.A., 1998, "Strategic Proactivity and Firm Approach to The Natural Environmet," *Academy of Management Journal*, Vol. 41.
- Bullinger, H.J.; Warnecke, H.J.; and Lenten, H.P., 1986, "Toward The Factory of The Future," *International Journal of Production Research*, Vol. 24 No. 4.
- Burcher, Peter G. dan Lee, Gloria L., 2000, "Competitiveness Strategies and AMT Investment Decisions," *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 11 No. 5, MCB University Press.
- Cairncross, F, 1989, *Costing the earth*. Harvard Business School Press, Boston, MA dalam Klassen, R.D. 2000. "Exploring the Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies," *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Clark, T., Vandarajan, P.R., dan Pride, W.M., 1994, "Environmental Management : The Construct and Research Propositions," *Journal of Business Research*, Vol. 29.
- Cooper, D.R. dan Schindler, P.S., 2001, *Business Research Methods, seventh edition*. McGraw-Hill International.
- Delmas, M, 2001, "Stakeholders and Competitive Advantage : The Case of ISO 14001." *Production and Operations Management*, Vol. 10 No. 3, Fall 2001.
- Dillon, P.S. dan Fischer, K, 1992, "Environmental Management in Corporations : Methods and Motivations." *Tufts Center for Environmental Management, Medford, MA* dalam Klassen, R.D., 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.

- Dimnik, T.P. dan Johnston, D.A., 1993, "Manufacturing Managers and The Adoption of Advanced Manufacturing Technology," *Omega*, Vol. 21 No. 2 dalam Putterill, Martin; Maguire, William; dan Sohal, Amrik S., 1996, "Advanced Manufacturing Technology Investment : Criteria for Organizational Choice and Appraisal," *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 7 No. 5 MCB University Press.
- Ettlie, J.E. dan Reza, E.M., 1992, "Organizational Integration and Process Innovation." *Academy of Management Journal*, Vol. 35 No. 4 dalam Klassen, R.D. 2000. "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Freeman, H., Harten, T., Springer, J., Randall, P., Curran, M.A. dan Stone, K. 1992, "Industrial Pollution Prevention : A Critical Review." *Journal of the Air and Waste Management Association*, Vol. 42 No. 5 dalam Klassen, R.D., 2000 "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Gupta, M.C. 1995, "Environmental Management and Its Impact on The Operations Function." *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15 No. 8.
- Hair, J.F. Jr., Anderson, R.E., Tatham, R.L., dan Black, W.C. 1992, *Multivariate Data Analysis With Reading*, 4<sup>th</sup> Ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Harris, R.A. 1985. "Business Responses to Surface Mining Regulation" dalam Preston, L.E. (Ed.). *Research in Corporate Performance and Policy*, Vol. 7, JAI Press Inc., Greenwich, CT.
- Hart, S.L. 1995, "A Natural Resource-based View of The Firm" *Academy of Management Review*, Vol. 20 No. 4.
- Hayes, R.H. dan Wheelwright, S.C. 1984. *Restoring our competitive advantage : competing through manufacturing*. John Wiley & Sons, New York, NY dalam Klassen, R.D. dan Whybark, D.C. 1999, "Environmental Management in Operations : The Selection of Environmental Technologies." *Decision Sciences*, Vol. 30 No. 3.
- Henriques, I. dan Sadorsky, P. 1996, "The Determinants of An Environmentally Responsive Firm : An Empirical Approach." *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 30.
- Hunt, C.B. dan Auster, E.R. 1990, "Proactive Environmental Management : Avoiding The Toxic Trap." *Sloan Management Review*, Vol. 31 No. 2.

- Klassen, R.D. dan McLaughlin, C.P. 1996, "The Impact of Environmental Technologies on Firm Performance." *Management Science*, Vol. 42.
- \_\_\_\_\_ dan Whybark, D.C. 1999, "Environmental Management in Operations : The Selection of Environmental Technologies." *Decision Sciences*, Vol. 30 No. 3.
- \_\_\_\_\_, 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Lawrence, A.T. dan Morell, D. 1995, "Leading-edge Environmental Management : Motivation, Opportunity, Resources, and Processes, in Post, J.E. (Ed.), *Research in Corporate Social Performance and Policy*. Supplement 1, JAI Press, Greenwich, CT dalam Klassen, R.D. 2000. "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2..
- Logsdon, J.M. 1985, "Organizational Responses to Environmental Issues : Oil Refining Companies and Air Pollution," dalam Preston, L.E. (Ed.), *research in Corporate Social Performance and Policy*. Vol. 7, JAI Press, Greenwich, CT.
- Marguglio, B.W. 1991. *Environmental Management Systems*. M. Dekker, New York dalam Klassen, R.D. dan Whybark, D.C. 1999, "Environmental Management in Operations : The Selection of Environmental Technologies." *Decision Sciences*, Vol. 30 No. 3.
- Media Indonesia, Juli 2002a. Industri Enggan Olah Limbahnya Sendiri.
- Media Indonesia, Juli 2002b. Limbah Indorama Terbongkar.
- Media Indonesia, Juli 2002c. 5000 M3 Limbah Cair Mencemari Sungai Siak Setiap Hari.
- Media Indonesia, Juli 2002d. Nabel Akui Pencemaran Lingkungan Meningkat Tajam.
- Newman, W.R. dan Hanna, M.D. 1996, An Empirical Exploration of The Relationship Between Manufacturing Strategy and Environmental Management." *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16 No. 4.



- Petulla, J.M. 1987, "Environmental Management in Industry." *Journal of Professional Issues in Engineering*, Vol. 113 No. 2 dalam Klassen, R.D., 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Putterill, Martin; Maguire, William; dan Sohal, Amrik S., 1996, "Advanced Manufacturing Technology Investment : Criteria for Organizational Choice and Appraisal," *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 7 No. 5 MCB University Press
- Roscoe (1975) dalam Sekaran, U. 2000. *Research Methods for Business : A Skill Building Approach*. Singapore : John Willey & Sons, Inc.
- Royston, M.G. 1979. *Pollution Prevention Pays*. Pergamon Press, New York, NY dalam Klassen, R.D. 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Russo, M.V. dan Fouts, P.A. 1997, "A Resource-based Perspective on Corporate Environmental Performance and Profitability." *Academy of Management Journal*, Vol. 40 No. 3.
- Schmidheiny, S. 1992. *Changing course : A Global Business Perspective on Development and the Environment*. MIT Press, Cambridge, MA. dalam Klassen, R.D. 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Schroeder, R.G. 2000. *Operations Management, Contemporary Concepts and Cases*. McGraw-Hill International.
- Sekaran, U. 2000. *Research Methods for Business : A Skill Building Approach* 3<sup>rd</sup> ed. John Willey & Sons, Inc. Singapore.
- Shrivastava, P. 1995, "Environmental Technologies and Competitive Advantage," *Strategic Management Journal*, Vol. 16 No. 3 dalam Klassen, R.D. 2000, "Exploring The Linkage Between Investment in Manufacturing and Environmental Technologies." *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20 No. 2.
- Suara Pembaruan, Juli 2002a. Batam Segera Bangun Sistem Pengolahan Limbah Modern.
- Suara Pembaruan, Juli 2002b. Pencemaran Penyebab Kematian Ribuan Udang.

Tibor, T. dan Feldman, I. 1996, *ISO 14000 : A Guide to The New Environmental Standards*, Irwin Professional Publications, Chicago IL. dalam Delmas, M. 2001, "Stakeholders and Competitive Advantage : The Case of ISO 14001." *Production and Operations Management*, Vol. 10 No. 3, Fall 2001.

Walley, N. dan Whitehead, B., 1994, "It's Not Easy Being Green." *Harvard Business Review*, Vol. 72 No. 3.

Yogyakarta, Juli 2002

Kepada Manajer Operasional yang saya hormati,

Sehubungan dengan penelitian yang sedang saya lakukan dalam rangka penulisan tesis yang berjudul **“PENGARUH INVESTASI DALAM TEKNOLOGI MANUFAKTUR TERHADAP INVESTASI DALAM TEKNOLOGI LINGKUNGAN”**, saya mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

Jawaban anda atas pertanyaan-pertanyaan yang diajukan sepenuhnya digunakan untuk keperluan penelitian dan identitas responden akan dirahasiakan untuk umum. Besar harapan saya atas kesediaan dan bantuan Bapak/Ibu untuk mendukung penelitian ini. Atas kesediaan dan bantuannya, saya ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Hetty Karunia Tunjungsari  
(Mahasiswa S-2 Manajemen UGM)

#### **PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER**

Sebelum Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut mohon diperhatikan cara pengisian kuesioner sebagai berikut :

1. Kuesioner ini ditujukan kepada manajer operasional di perusahaan-perusahaan manufaktur.
2. Terdapat dua bentuk pertanyaan, pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka.

3. Pertanyaan tertutup meminta anda mengisi jawaban sesuai pilihan yang tersedia (skala 1 – 5), adapun cara pengisian adalah memberi tanda silang pada angka atau bidang ☐ yang paling sesuai dengan jawaban anda.
4. Pertanyaan terbuka meminta anda untuk mengisi sendiri jawaban anda, adapun cara pengisian adalah dengan mengisi jawaban pada bidang \_\_\_\_\_.

#### DAFTAR ISTILAH-ISTILAH DALAM KUESIONER

1. **Hardware dan software komputer.** Adalah seluruh sistem komputer yang digunakan untuk keperluan produksi/manufaktur dalam perusahaan anda.
2. **Cellular manufacturing.** Adalah penentuan sel-sel mesin atau kelompok-kelompok dalam mesin manufaktur yang diperoleh dengan pengkomposisian ulang sistem manufaktur ke dalam sub sistem – sub sistem yang relatif mandiri/berdiri sendiri dan masing-masing didesain untuk memproduksi sekelompok komponen tertentu.
3. **Peningkatan produktivitas.** Adalah usaha-usaha yang dilakukan oleh perusahaan anda untuk meningkatkan produktivitas perusahaan secara keseluruhan.
4. **Otomatisasi pabrik.** Adalah penerapan sistem, proses, atau peralatan manufaktur dalam perusahaan anda yang sifatnya bekerja sendiri (*self-acting*) dan mengatur sendiri (*self-regulating*).
5. **Partisipasi karyawan.** Adalah peran serta karyawan dalam proses manufaktur di perusahaan anda.
6. **Statistical Process Control (SPC).** Adalah aplikasi teknik-teknik statistik untuk menentukan apakah output dari proses manufaktur telah sesuai dengan desain produknya. Dalam SPC digunakan alat bagan kontrol (*control charts*) untuk mendeteksi produk-produk cacat atau untuk mengindikasikan bahwa suatu proses produksi berubah dan dilakukan untuk memperbaiki situasi.

7. **Kemitraan pemasok.** Adalah hubungan yang dibentuk antara perusahaan dengan pemasok bahan baku sehingga perusahaan dapat menjalankan proses manufakturnya dengan lancar dan dapat mencapai tujuan kualitas, ketepatan waktu, dan harga produk yang dihasilkan.
8. ***Total Quality Management.*** Adalah filosofi yang menekankan pada tiga prinsip utama, yaitu : kepuasan konsumen, partisipasi karyawan, dan perbaikan yang kontinu (*continuous improvement*) dalam kualitas.

Nama Perusahaan : \_\_\_\_\_  
Contoh produk perusahaan : \_\_\_\_\_

KUESIONER PENELITIAN

1. Teknologi Manufaktur (*Manufacturing Technologies*)

1.1 Investasi di bidang manufaktur secara keseluruhan (level)

Dalam dua tahun terakhir, berapa persentase dari penjualan tahunan yang dibelanjakan dalam peralatan produksi baru?  
\_\_\_\_\_ % dari penjualan tahunan.

Bila dinyatakan dalam bentuk skala 1 ~ 5 maka persentase dari penjualan tahunan di atas adalah :

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.2. Investasi dalam bentuk program (level)

Dalam dua tahun terakhir, seberapa besar perusahaan menginvestasikan sumber dayanya (uang, waktu dan/atau orang) dalam program-program berikut?

	Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
	1	2	3	4	5
Hardware dan software komputer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cellular manufacturing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peningkatan produktivitas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otomatisasi pabrik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Partisipasi karyawan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statistical Process Control	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kemitraan pemasok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Total Quality Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## 2. Teknologi Lingkungan (*Environmental Technologies*)

### 2.1. Investasi lingkungan secara keseluruhan (level)

Menurut perkiraan anda, berapa persentase anggaran belanja perusahaan modal tahunan yang dialokasikan untuk proyek-proyek lingkungan?

☐ 0 %      ☐ ≤ 5 %      ☐ 5 - 10 %      ☐ 10 - 15 %      ☐ ≥ 15 %

Bila dinyatakan dalam bentuk skala 1 – 5 maka persentase anggaran belanja perusahaan di atas adalah :

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 2.2. Investasi program (level)

Dalam dua tahun terakhir, seberapa banyak perusahaan menginvestasikan sumber dayanya (uang, waktu dan/atau orang) dalam program pendaurulangan bahan baku?

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 2.3. Alokasi investasi antar teknologi lingkungan (level)

Mohon pikirkan proyek atau investasi di perusahaan anda selama dua tahun terakhir yang bermanfaat bagi lingkungan alam.

Kemudian alokasikan 100 poin ke dalam 5 kategori, berdasarkan pada penggunaan sumber dayanya (sumber daya modal, sumber daya operasi, dan sumber daya manusia). Misalnya, 20 – 40 – 10 – 10 – 20 (jumlah total harus sama dengan 100 %).

\_\_\_\_\_ % A. *Remediation projects* (membersihkan praktik-praktik sebelumnya), seperti memindahkan tangki penyimpanan bawah tanah atau membersihkan jalur pembuangan limbah ke lingkungan).

- \_\_\_\_\_ % B. *Pollution control technologies* ( memasang peralatan baru pada akhir proses, menghentikan penggunaan cerobong asap atau pipa pembuangan limbah), seperti pengumpulan peralatan baru untuk penanganan air, limbah, atau polusi udara.
- \_\_\_\_\_ % C. *Management systems* ( bagaimana bisnis dikelola atau bagaimana orang-orang bekerja), seperti pelatihan baru tentang lingkungan bagi karyawan untuk meminimalkan pembuangan limbah ke lingkungan atau program audit lingkungan.
- \_\_\_\_\_ % D. *Product adaptation* ( memperkenalkan produk baru atau memodifikasi desain produk yang telah ada), seperti meningkatkan penggunaan bahan baku hasil daur ulang atau menggunakan bahan baku yang tidak berbahaya bagi lingkungan dalam produk.
- \_\_\_\_\_ % E. *Process adaptation* (mengubah akuisisi bahan baku, sistem produksi atau proses *delivery*), seperti menutup tangki yang terbuka atau mendesain ulang peralatan manufaktur untuk mengurangi limbah.

100 %

Bila dinyatakan dalam bentuk skala 1 – 5 maka proyek atau investasi di perusahaan anda yang bermanfaat bagi lingkungan alam adalah :

*Remediation projects* (membersihkan praktik sebelumnya). seperti memindahkan tangki penyimpanan bawah tanah atau membersihkan jalur pembuangan limbah ke lingkungan).

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Pollution control technologies* (memasang peralatan baru pada akhir proses, memberhentikan penggunaan cerobong asap atau pipa pembuangan limbah), seperti pengumpulan peralatan baru untuk penanganan air, limbah, atau polusi udara.

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Management systems* (bagaimana bisnis dikelola atau bagaimana orang-orang bekerja), seperti pelatihan baru tentang lingkungan bagi karyawan untuk meminimalkan pembuangan limbah ke lingkungan atau program audit lingkungan.

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Product adaptation* (memperkenalkan produk baru atau memodifikasi desain produk yang telah ada), seperti meningkatkan penggunaan bahan baku hasil daur ulang atau menggunakan bahan baku yang tidak berbahaya bagi lingkungan dalam produk.

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Process adaptation* (mengubah akuisisi bahan baku, sistem produksi atau proses *delivery*), seperti menutup tangki yang terbuka atau mendesain ulang peralatan manufaktur untuk mengurangi limbah.

Tidak sama sekali	Kecil	Sedang	Besar	Sangat besar
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3. Variabel Kontrol

#### 3.1. Jenis perusahaan

Perusahaan anda bergerak dalam industri:

\_\_\_\_\_

#### 3.2. Usia peralatan

Berapa kira-kira rata-rata usia peralatan produksi di perusahaan anda?

\_\_\_\_\_ tahun.

**TERIMA KASIH**

Bila terdapat pertanyaan seputar kuesioner ini mohon hubungi :

**Hetty Karunia Tunjungsari**

**Telp. 08562871682**

**Email : hetty\_kt@usa.com**