



PENERBIT ANDI

SURVEY
RESEARCH
methods section
methods section

PEREKAYASAAN **METODOLOGI PENELITIAN**

Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir, APU
Buana Girisuta, ST, M. Eng & MT
Y.I.P Arry Miryanti, Ir.

PEREKAYASAAN Metodologi PENELITIAN

Oleh:
Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU
Buana Girisuta, ST, M.Eng & MT
Y.I.P Arry Miryanti, Ir



001.4
SH
P
140878 - R/SB - FTIS
05.04.2016

Penerbit ANDI Yogyakarta



Perekayasaan Metodologi Penelitian

Oleh: **Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU**
Buana Girisuta, ST, M.Eng. &MT
Y.I.P Arry Miryanti, Ir.

Hak Cipta © 2004 pada penulis.

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Penerbit:

ANDI

Jl. Beo 38-40,

Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Percetakan:

ANDI OFFSET

Jl. Beo 38-40,

Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan

Suharto, Ignatius

Perekayasaan Metodologi Penelitian /

Ignatius Suharto; - Ed. I. - Yogyakarta: Andi,

09 - 08 - 07 - 06 - 05

xvi + 220 hlm. ; 16 x 23 cm.

10 9 8 7 6 5 4 3 2

ISBN: 979-731-129 - 5

I. METODOLOGI PENELITIAN

I. Judul

II. Girisuta, Buana

III. Miryanti, Y.I.P Arry

DDC'21 : 001.4

KATA PENGANTAR

Dewasa ini dikenal istilah sumber daya manusia (SDM) atau *Human Resources Development*. Istilah ini menyiratkan makna bahwa manusia dianggap sebagai alat produksi seperti halnya alat dan mesin produksi di pabrik. Oleh sebab itu, dicari konsep lain, yaitu manusia karya. Manusia karya dapat diperoleh jika manusia mempunyai keterampilan dan kapabilitas agar diperoleh kompetensi. Juga, manusia harus mempunyai pengetahuan (*knowledge*) agar mempunyai kewenangan (*authority*) dan komitmen. Gabungan kompetensi dan komitmen manusia karya dapat dicapai jika manusia memperoleh pendidikan dan pelatihan. Pendidikan dan pelatihan diperoleh dari hasil penelitian (*research*). Hasil penelitian ini diberikan ke peserta didik melalui proses pengajaran dan pembelajaran.

Yang paling sulit pada penelitian adalah **menetapkan tema sentral masalah** penelitian. Oleh sebab itu, peneliti harus banyak membaca jurnal ilmiah, buku, prosiding, dan laporan resmi sehingga diperoleh premis-premis yang berbasis minimal 3 sumber pustaka untuk masing-masing premis. Sesudah diketahui tema sentral masalah penelitian, langkah selanjutnya adalah identifikasi masalah penelitian dalam kalimat tanya, menyusun premis-premis, hipotesis, tujuan, dan manfaat penelitian. Menjadi calon peneliti yang homo-akademikus sangat sulit, apalagi dengan sarana penelitian yang sangat terbatas dan biaya penelitian yang kecil. Dalam garis keprihatinan inilah buku ini antara lain juga membahas karakter para peneliti, batasan penelitian, transfer teknologi, rancangan percobaan, tata cara penulisan usulan penelitian (*research plan*), dan tata cara penulisan skripsi beserta contoh-contoh penulisan intisari, *abstract*, daftar pustaka dari jurnal ilmiah, buku dan laporan resmi. Beberapa soal pilihan ganda dan hitungan diberikan pula dalam buku ini untuk meningkatkan kemampuan ilmiah peserta didik dan para peneliti. Pada naskah buku ini diberikan sekilas tentang transfer teknologi berbasis hasil penelitian agar perkembangan dunia industri dan pertumbuhan ekonomi nasional semakin meningkat.

Bagi para peneliti yang berhadapan dengan terbatasnya data, fakta dan informasi, buku ini dapat memberi sumbangan pemikiran untuk penyelesaian masalah interaksi antara bahan baku, teknologi, manusia karya, produk dan pemasaran. Buku ini membahas beberapa pokok, yaitu:

1. Bab I membahas kiat-kiat menjadi peneliti, *skill*, *knowledge*, penelitian dasar, penelitian terapan, pengembangan, perekayasaan, *pilot plant*, dan transfer teknologi serta analisis SWOT.
2. Bab II membahas karakter peneliti.
3. Bab III membahas perkembangan industri di Indocnesia.
4. Bab IV membahas interaksi antara bahan baku, teknologi, pemasaran dan transfer teknologi.
5. Bab V membahas penelusuran pustaka baik secara manual maupun menggunakan akses komputer ke pangkalan data ilmiah di luar negeri.
6. Bab VI membahas kiat-kiat menulis usulan penelitian (*research plan*) menurut metode ilmiah.
7. Bab VII membahas peranan pakar statistik untuk membantu Membuat rancangan percobaan dan mengolah, menganalisis data dan fakta.
8. Bab VIII membahas metodologi penelitian yang meliputi unsur-unsur penelitian.
9. Bab IX membahas berbagai macam rancangan percobaan.
10. Bab X membahas pemodelan dan peningkatan skala termasuk tujuan, jenis-jenis model kotak hitam dan kotak abu-abu.
11. Bab XI membahas program linear dan penerapannya untuk menetapkan jenis formula pangan, obat-obatan, pakan ternak, dan campuran lain.
12. Bab XII membahas analisis regresi dan korelasi.
12. Bab XIII membahas tata cara penulisan usulan penelitian dan penulisan hasil penelitian untuk digunakan sebagai skripsi, tesis, dan disertasi.
13. Bab XIV membahas soal-soal pilihan.
14. Bab XV membahas soal-soal perhitungan.

Penulis yakin bahwa isi buku ini masih jauh dari sempurna. Namun, melihat kondisi dan situasi penelitian di Indonesia yang masih jauh dari harapan masyarakat dan dunia industri, penulis berharap mudah-mudahan sumbangan pengalaman penulis menjadi ilmuwan peneliti selama 38 tahun di LIPI dapat memberi lilin penerang, pencerahan dan arahan yang

jelas dan berharga, bermanfaat dan bernilai tinggi bagi kehidupan penelitian di Indonesia dan dunia industri khususnya.

Kritik yang membangun ke perbaikan buku ini penulis terima dengan baik tanpa rasa malu demi membangun citra dunia penelitian di Indonesia.

Bandung, Agustus 2003
Penulis

Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I MENJADI PENELITI PADA SISTEM RANTAI PENELITIAN	1
Pengantar	1
Sistem Rantai Penelitian	1
Batasan Penelitian	2
Ilmu(Science) dan Pengetahuan (Knowledge)	5
Struktur Lembaga Penelitian	8
Peserta Penelitian	10
Peserta, Pembimbing, dan Oponen	10
Kontribusi dan Manfaat/Kegunaan Hasil Penelitian	11
Ruang Lingkup Penelitian	11
Inovasi Model Siklus Perbaikan Mutu Proses Dan Produk Penelitian	12
Karakteristik Penelitian	13
Penelitian Berdasarkan Berpikir Sistem Terbuka	13
Penelitian terhadap Pengujian Data Secara Kritis	13
Karakteristik Penelitian Umum	14
Manajemen Teknologi	14
Jenis-Jenis Penelitian	14
Percobaan Skala Laboratorium	19
Percobaan Pilot Plant	19
Percobaan Unit Demostrasi	20
Metodologi Pengembangan	20
Batasan-Batasan	22
Tantangan Era Industri	24
Pola Pikir Masyarakat Modern	25

	Pembangunan Dunia Industri Terhadap Pencemaran Air, Udara, dan Lahan	29
	Pertanyaan	30
BAB II	MUTU KARAKTER PENELITI	33
	Karakter Calon Peneliti	33
	Mutu Karakter Peneliti	35
	Karakter Peneliti dan Kepemimpinan	37
	Evolusi Sistem Proses Penelitian	39
	Pertanyaan	40
BAB III	PERKEMBANGAN INDUSTRI INDONESIA	41
	Perkembangan Industri di Indoensia	41
	Sumber Daya Alam	43
	Sumber Daya Alam Tak Terbaharui	43
	Sumber Daya Alam Terbaharui	44
	Bahan Baku Industri Modern	47
	Pertanyaan	48
BAB IV	INTERAKSI BAHAN BAKU, TEKNOLOGI, PEMASARAN DAN TRANSFER TEKNOLOGI	49
	Perubahan Teknologi dalam Dunia Industri	49
	Sistem Rantai Penelitian dalam Dunia Industri	49
	Transfer Teknologi Tepat Guna	50
	Transfer Teknologi	51
	Kriteria Penggunaan Teknologi dalam Transfer Teknologi	51
	Kriteria Pemilihan Teknologi Tepat Guna	52
	Tahap-Tahap Transfer Teknologi	52
	Analisis SWOT dalam Transfer Teknologi	53
	Tujuan Analisis SWOT	53
	Perumusan Strategi Analisis SWOT	53
	Faktor Internal	54
	Faktor Eksternal	55
	Transfer Teknologi antar-Negara	56
	Interaksi antara Bahan Baku, Teknologi, Pemasaran, dan Transfer Teknologi	58
	Pertanyaan	60

BAB V PENELUSURAN PUSTAKA	63
Mencari Obyek Penelitian	63
Bentuk- Bentuk Penelusuran Pustaka	64
Sistem Penelusuran Pustaka	65
Sistem Pohon Bercabang (Snow Ball Systems)	65
Metode Sistematis	65
Penelitian Melalui Metoda Aktif	67
Pertanyaan	69
BAB VI PENULISAN USULAN PENELITIAN	71
Pengantar	71
Ciri Usulan Penelitian	71
Tema Sentral Masalah Penelitian, Premis, dan Hipotesis	72
Teori Pakar terdahulu	72
Unsur-Unsur Rencana Penelitian	72
Penetapan Tema Sentral Penelitian	73
Identifikasi Masalah Penelitian	74
Penetapan Premis-Premis	76
Cara Penetapan Hipotesis	77
Kriteria Hipotesis	78
Bentuk-Bentuk Hipotesis	78
Pertanyaan	80
BAB VII PAKAR STATISTIK DAN PAKAR PENELITI	83
Pengantar	83
Jenis Variabel	84
Mendapatkan Variabel Fisika dan Kimia	84
Jenis-Jenis Data	84
Metode Memvariasikan Variabel Fisika dan Kimia	85
Langkah-Langkah Analisis	85
Alat Statistik	85
Tiga Hipotesis yang digunakan pada t-test	91
Pertanyaan	92
BAB VIII METODOLOGI DAN UNSUR PENELITIAN	95
Pengantar	95
Unsur-Unsur Penelitian dan Batasan	95
Unsur-Unsur Penelitian	97
Metode Penelitian	98

Metode	98
Metode Ilmiah	98
Kode Etik Peneliti	99
Pengumpulan dan Pengukuran Data	100
Rancang Bangun Alat Penelitian	101
Pertanyaan	102
BAB IX RANCANGAN PERCOBAAN	105
Rancangan Percobaan	105
Tujuan Rancangan Percobaan	109
Variabel dan Parameter	105
Prinsip Dasar Rancangan Percobaan	110
Analisis Varian	113
Rancangan Percobaan Klasik	116
Rancangan Percobaan Faktorial Tunggal	117
Analisis Varian Faktorial Tunggal	117
Metode Pengujian Rata-Rata Perlakuan	117
Metode Least Significant Difference (Lsd)	119
Uji Duncan	119
Uji Newman-Keuls	120
Uji Tukey	120
Rancangan Percobaan Blok Teracak Lengkap	130
Rancangan Percobaan Bujur Sangkar (Latin Square Design)	133
Rancangan Percobaan Blok Tak Lengkap Berimbang	136
Rancangan Percobaan Faktorial	138
Rancangan Percobaan Komposit	139
Rancangan Percobaan Faktorial Fraksional	140
Rancangan Percobaan Packett-Burman	141
Rancangan Percobaan Komparatif	142
Percobaan Non-Parametrik	144
Contoh Soal Non-Parametrik	145
Pertanyaan	147
BAB X PEMODELAN DAN PENINGKATAN SKALA BIOREAKTOR	151
Pengantar	151
Tujuan Modelling	151
Model Fundamental	152

Siklus Model	152
Model Kotak Hitam	153
Model Kotak Abu-Abu	153
Kepekaan Parameter	155
Peningkatan Skala	157
Kriteria Disain Bioreaktor	158
Peningkatan Skala Bioreaktor	159
Langkah-Langkah Scale-Up	161
Model Matematis	161
Model Empiris Sederhana	162
Model Empiris Dua Faktor	163
Pertanyaan	165
BAB XI PROGRAM LINEAR DAN PENERAPANNYA	167
Pengantar	167
Kelebihan-kelebihan (LP)	167
Kelemahan Penggunaan Linear Programming	167
Penerapan LP Pada Bahan Makanan Campuran (BMC)	171
Program Linear secara Grafis	171
Contoh Penyelesaian LP dengan Cara Grafis	173
Contoh Penyelesaian LP dengan Microsoft Excel – Solver	175
BAB XII ANALISIS REGRESI DAN KORELASI	181
Pengantar	181
Analisis Regresi Linear	183
Pertanyaan	182
BAB XIII TATA CARA PENULISAN SKRIPSI	187
Penyusunan Usulan Penelitian untuk Skripsi	187
Bagian Awal	187
Bagian Utama	188
Penetapan Masalah Penelitian	188
Tema Sentral Masalah Penelitian	189
Identifikasi Masalah	190
Tujuan	190
Kegunaan/Manfaat	190
Kerangka Pemikiran Teoritis	190
Rancangan Hipotesis	191
Bahan dan Format	191

Penyajian Makalah	191
Intisari	191
Jarak Tepi	192
Nomor Halaman	192
Tabel dan Gambar	192
Bagian Akhir	192
Daftar Pustaka	192
Contoh Penulisan Daftar Pustaka dari Buku	194
Contoh Penulisan Daftar Pustaka dari Jurnal	194
Lampiran	195
Contoh Penulisan Sampul Usulan Penelitian	195
Contoh Penulisan Sampul Hasil Penelitian untuk Skripsi	196
Contoh Penulisan Intisari	197
Contoh Penulisan Abstract	198
BAB XIV SOAL- SOAL PILIHAN	199
BAB XV SOAL-SOAL HITUNGAN	207
DAFTAR PUSTAKA	213

DAFTAR GAMBAR

1.1	Sistem Rantai Penelitian	2
1.2	Diagram Formulasi Masalah Penelitian	4
1.3	Klasifikasi Ilmu	5
1.4	Persepsi Data, Informasi, dan Pengetahuan	6
1.5	Metode Ilmiah	8
1.6	Penelitian yang Dilakukan oleh Peneliti Utama	9
1.7	Penelitian yang Dilakukan oleh Peneliti Yuniior dengan Sedikit Bimbingan oleh Pembimbingnya	9
1.8	Inovasi Model Siklus Perbaikan Mutu Proses dan Produk Penelitian	12
1.9	Perubahan Teknologi	16
1.10	Inovasi Produk dan Proses	17
1.11	Kegiatan Tahap-Tahap Dalam Pilot Plant	20
1.12	Metodologi Scale-Up Hasil Penelitian Skala Laboratorium ke Skala Pilot Plant dan Berakhir ke Skala Industri	20
1.13	Sistem Sederhana untuk Scale Up dengan Pendekatan geometri	21
1.14	Pola Pikir Masyarakat	27
1.15	Pendekatan Evolusi Teknometrik Dan ISO 9000, ISO 14000 dan TQM	31
2.1	Langkah Pengembangan Ide	39
3.1	Pengembangan Industri Berbasis Sumber Daya Alam di Indonesia	41
4.1	Interaksi Bahan Baku, Teknologi dan Produksi	51
4.2	Interaksi antara Lembaga Penelitian, Pendidikan Tinggi, dan unia Industri	54
4.3	Analisis SWOT dari Survival ke Pertumbuhan	56
4.4	Pola Pikir Alih Teknologi dari Negara Maju ke Indonesia dan Juga Alih Teknologi dari Hasil Penelitian Skala Laboratorium ke Dunia Industri	57

4.5	Kaitan Penelitian, Teknologi, Bahan Baku, dan Pemasaran	58
4.6	Kerangka Pemikiran Strategis Dunia Industri	60
5.1	Teknik Penelusuran Pustaka Untuk Mencari Obyek	67
7.1	Perbedaan Pakar Statistik dan Pakar Peneliti	83
8.1	Pengukuran, Pengumpulan, dan Analisis Data Hasil Percobaan	100
9.1	Kesalahan Sistematis	111
10.1	Siklus Pemodelan Matematik	153
10.2	Waktu Kontinyu dan Waktu Diskrit (Discrete)	155
10.3	Optimasi Parameter	156
10.4	Pemeriksaan Model Komputer	157
10.5	Tahap-Tahap Scale-Up	161
10.6	Model Orde Pertama untuk Faktor Tunggal	162
10.7	Model Orde Dua untuk Faktor Tunggal	163
10.8	Model Aditif	163
10.9	Model Interaksi Dua Faktor	164
10.10	Model Orde Dua dengan Dua Faktor	164
11.1	Kombinasi Bahan Baku A dan B yang Memenuhi Lemak, Serat, Protein	172
11.2	Kurva Pencarian Harga Termurah	173
11.3	Penyelesaian Model LP dengan Cara Grafis untuk Memaksimalkan	175
12.1	Ilustrasi Korelasi dari Berbagai Variabel	182
13.1	Alat Penampung Larutan Standar	193

DAFTAR TABEL

1.1	Sistem Scale Up Berdasarkan Pendekatan Geometri	21
2.1	Mutu Karakter Peneliti	36
4.1	Contoh Analisis SWOT	55
9.1	Perbedaan Cuplikan dan Populasi	112
9.2	Contoh Tabel Analisis Varian Tunggal	114
9.3	Contoh Tabel Analisis Varian Dua Faktor	115
9.4	Data Percobaan Faktorial Tunggal	118
9.5	Analisis Varian Untuk Percobaan Faktorial Tunggal	118
9.6	Data Percobaan Pengaruh Persentase Kapas	121
9.7	Tabel Varian untuk Penelitian Pengaruh Prosentase Kapas	121
9.8	Hasil Uji Organoleptik	125
9.9	Analisis Varian	126
9.10	Hasil Analisis Tekstur Permen Karet	127
9.11	Tabulasi Data Hasil Analisis	128
9.12	Analisis Varian	129
9.13	Data Rancangan Percobaan Blok Teracak Lengkap	131
9.14	Analisis Varian Rancangan Percobaan Blok Teracak Lengkap	132
9.15	Data Hasil Penelitian Proses Pembuatan Penisilin	132
9.16	Analisis Varian untuk Penelitian Pembuatan Penisilin	133
9.17	Contoh Bujur Sangkar Latin	134
9.18	Contoh Rancangan Percobaan Bujur Sangkar Latin	134
9.19	Contoh Dua Bujur Sangkar Latin 4x4	135
9.20	Contoh Rancangan Bujur Sangkar Graeco-Latin	135
9.21	Contoh Rancangan Percobaan Bujur Sangkar Hiper Graeco-Latin	136
9.22	Contoh Rancangan Blok Tak Lengkap Berimbang	137
9.23	Contoh Rancangan Bujur Sangkar Youden	137
9.24	Contoh Rancangan Faktorial 23	138

9.25	Contoh Rancangan Percobaan Komposit	140
9.26	Contoh Rancangan Faktorial Fraksional 2^{5-1}	141
9.27	Contoh Rancangan Percobaan Plackett-Burman	142
9.28	Hasil Analisis Zat Warna Kunyit	143
10-1	Perbedaan Model Kotak Hitam Dan Model Kotak Abu-Abu	154
10-2	Hasil Scale-Up Bioreactor Dari Skala 4 Liter Menjadi 700 Liter	160
11-1	Karakteristik Dua Bahan Baku A dan B	171
11-2	Komposisi Bahan Tiap 1 Gram Tepung	176
11-3	Formula MBC	176
12-1	Tabulasi Nilai X, Y, X ² , dan XY	184

BAB I

MENJADI PENELITI PADA SISTEM RANTAI PENELITIAN

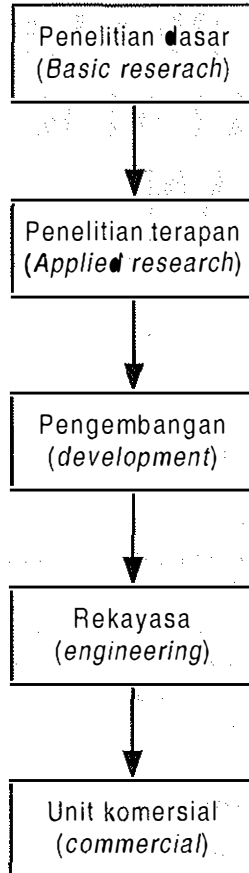
Pengantar

Menjadi peneliti dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi serta seni (IPTEKS) dapat dididik, dilatih dan dibimbing oleh seseorang yang mempunyai keterampilan (*skill*) dan pengetahuan (*knowledge*). Jika seorang peneliti mempunyai keterampilan berarti ia mempunyai kemampuan untuk menjadi peneliti yang kompeten. Seorang peneliti yang mempunyai pengetahuan (*knowledge*), maka, ia mempunyai kekuasaan dan kewenangan (*authority*) yang disertai dengan komitmen dan kearifan, moral dan etika penelitian. Kombinasi keterampilan dan pengetahuan merupakan modal dasar kemampuan intelektual seseorang untuk menjadi manusia karya.

Sistem Rantai Penelitian

Jika seseorang tertarik menjadi peneliti, maka yang bersangkutan hendaknya mampu memahami sistem rantai penelitian yang terdiri atas: penelitian dasar (*basic research*), penelitian terapan (*applied research*), pengembangan (*development*), rekayasa (*engineering*), *pilot plant*, dan skala komersial, seperti pada Gambar I.1. Kegiatan skala *pilot plant* dan komersial dapat dilakukan oleh para sarjana teknik, misalnya teknik kimia mempunyai tugas desain, konstruksi, instalasi, operasi permesinan dan pabrik di mana unit operasi dan unit proses digunakan sebagai landasan. Penelitian terdiri atas pengamatan (*observation*) dan eksperimen. Hasil penelitian dikaji dengan ilmu (*science*) dengan menganalisis fakta dan data, sehingga diperoleh hasil interpretasi, untuk selanjutnya

didemonstrasikan ke peneliti atau pakar lain. Di samping itu terdapat pula penelitian melalui pendekatan historik, penelitian deskriptif yang meliputi studi perbandingan, kualitatif dan normatif.



Gambar 1.1 Sistem Rantai Penelitian

Batasan penelitian

Penelitian (*research*) adalah mempertanyakan sesuatu yang belum diketahui. Batasan ini terlampau lebar dan mungkin terlampau sempit. Batasan penelitian terlampau lebar karena menyangkut banyak kegiatan, misalnya menanyakan kapan pemberangkatan kereta api Parahyangan

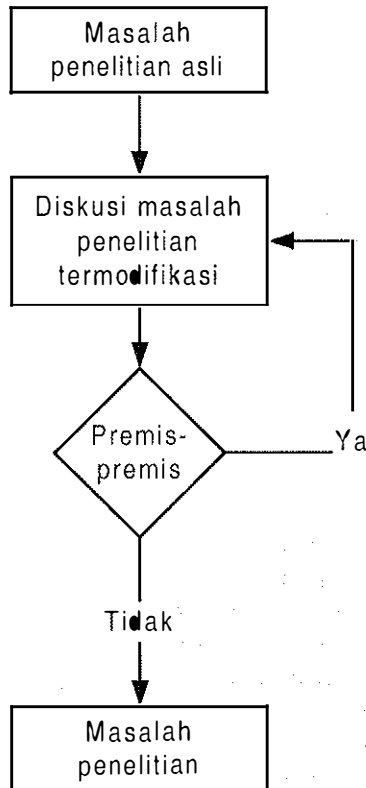
berikutnya dari Bandung ke Jakarta. Kegiatan ini tidak termasuk karakteristik penelitian. Batasan penelitian terlampau sempit karena banyak kegiatan penelitian yang tidak berhubungan dengan jawaban terhadap sesuatu yang belum diketahui. Jika demikian apa sebetulnya penelitian itu? Jawabnya sangat beragam. Penelitian dapat diartikan metode untuk menyelesaikan masalah. Masalah penelitian adalah sekumpulan formulasi masalah. Jenis-jenis pertanyaan penelitian diperoleh dari jawaban terhadap pertanyaan, misalnya apakah ada perbedaan jawaban terhadap pertanyaan apakah ada perbedaan tingkat kekurangan kalori protein antara di negara maju dengan negara berkembang? atau apakah dana anggaran umum yang dialokasikan pada kegiatan penelitian besar atau kecil? Dari sini dapat dilihat bahwa pertanyaan tentang apa (*what to do*) dalam penelitian sangatlah penting.

Penelitian agak sulit dikendalikan apalagi diukur secara kuantitatif, karena penelitian sifatnya sangat dinamis, kreatif, mudah berubah. Selain itu, metodologi penelitian sifatnya terbuka dalam arti metodologi penelitian yang digunakan boleh dikritik oleh peneliti lain setiap saat. Hasil penelitian yang negatif pun merupakan hasil penelitian yang penting bagi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta seni (IPTEKS).

Di sinilah letak mental, psikologis, sosial, dan fisik seorang peneliti harus tangguh dan mau menerima kritik ilmiah dari peneliti lain. Karena dengan demikian, ia akan berkembang menuju peneliti yang homo-akademikus.

Peningkatan kemampuan akademik dan modal intelektual seseorang peneliti yang unggul membuatnya mampu memilih jenis penelitian sekaligus pembimbingnya. Pemahaman penelitian oleh berbagai pihak bermacam-macam. Penelitian di dunia industri dapat diartikan upaya-upaya teknis untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dan untuk menarik para investor. Penelitian juga diartikan sebagai upaya-upaya teknis yang diarahkan untuk mencari penemuan fakta dan data ilmiah subjektif, tidak masuk akal, dan tidak mampu menampung aspirasi masyarakat serta menyimpang dari kebijakan ilmu dan teknologi. Peneliti mencari mimpi akademik mutu tinggi yang kadang dilakukan di tempat sunyi di tengah malam, untuk mencari ide-ide penelitian yang mampu menyelesaikan masalah. Peneliti mempunyai emosi, kompetensi, aspirasi,

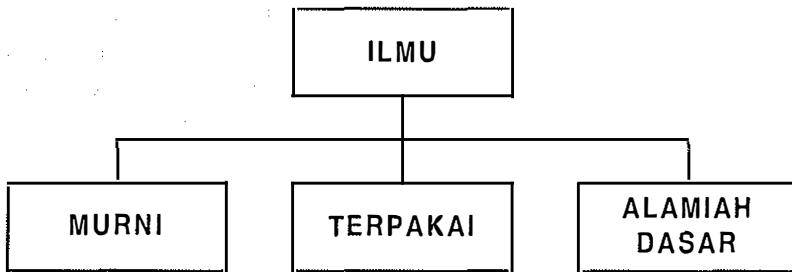
moral dan etika, dan motivasi, sehingga mampu memilih dan melaksanakan penelitian yang bersifat *exploratory research*, *testing-out research*, *problem solving research* dan lain-lain. Keberadaan peneliti diibaratkan seperti antara penulis cerita film dengan artis bintang film. Penelitian menghasilkan pengetahuan ilmiah (*scientific knowledge*) bukan produk barang, kecuali hasil penelitian yang sudah ditransfer ke skala *pilot plant* atau dunia industri, yang hasilnya adalah produk barang. Produk barang hasil produksi pabrik akan meningkatkan nilai ekonomi. Industri modern lahir karena ada perkembangan teknologi modern. Perkembangan teknologi mampu mengubah perkembangan manajemen. Perubahan teknologi terjadi karena ada hasil penelitian dasar, terapan, pengembangan dan rekayasa, penemuan (*invention*), inovasi (*innovation*), dan difusi.



Gambar I.2 Diagram Formulasi Masalah Penelitian

Ilmu (*science*) dan pengetahuan (*knowledge*)

Ilmu berbeda dengan pengetahuan. Semua ilmu adalah pengetahuan, namun pengetahuan tidak selalu ilmu. Pengetahuan memberikan kewenangan (*authority*) dan komitmen. Logika dapat menyelesaikan pengkajian masalah dengan hasil benar atau salah secara logis. Dalam etika penelitian ilmiah, proses penelitian dapat baik atau jelek. Jika mengacu ke suatu sumber pustaka peneliti harus menyebutkan sumbernya dan jika peneliti mengacu lebih dari tiga baris maka ia harus minta izin tertulis dari pengarangnya. Peneliti yang mampu mengkaji dan mengevaluasi prosedur dan metode analisis kimia, metode analisis biologi yang lebih akurat, cepat, dan murah biayanya disebut *epistemologia*.



Gambar I.3 Klasifikasi Ilmu

Ilmu dibagi menjadi ilmu murni dan ilmu terapan atau ilmu alamiah dasar tentang gejala alam dan ilmu-ilmu sosial tentang manusia. Pengetahuan dibedakan menjadi pengetahuan khusus dan pengetahuan umum. Ujud atau bentuk ilmu berupa teori, hukum-hukum misalnya hukum Archimedes, model matematika, dan pengetahuan yang dinyatakan dalam uraian khusus dan uraian umum.

Kompetisi industri modern dalam dunia global baik dalam kerjasama AFTA maupun APEC maka peranan ilmu teknik/teknologi diperlukan lebih tentang pengetahuan (*knowledge*) dan pemahaman hal-hal yang sangat fundamental dengan dukungan ilmu social-ekonomi dan ilmu lingkungan. Setiap sarjana ilmu teknik/teknologi harus mampu menerapkan ilmu pengetahuan ke hal-hal yang praktis untuk keperluan