

MODEL PEMECAHAN PARADOKSIAL IQ (Intelligence Quotient)

"ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA PENGARUH LINGKUNGAN"



Nama	UNIVERSITAS HASANUDDIN
Tanggal	17-3-03
Fak. Mpa	Fak. Mpa
Barang	1 ekp.
Marga	Hadiul
No. Identifikasi	030317-051
No. Kelas	13715

Oleh:

CHERIANI ADRAM K

H 111 98 024

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002

**MODEL PEMECAHAN PARADOKSIAL IQ (*Intelligence Quotient*):
"ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA
PENGARUH LINGKUNGAN"**

Skripsi

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin*

Oleh :

CHERIANI ADRAM K

H III 98 024

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2002

MODEL PEMECAHAN PARADOKSIAL IQ (*Intelligence Quotient*) :
"ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA
PENGARUH LINGKUNGAN"

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Drs. Syamsuddin Toaha, M.Sc

Pembimbing Pertama



Erna Tri Herdiani, S.Si, M. Si

Pada Tanggal : Desember 2002

KATA PENGANTAR

Bismillahir Rahmaanir Rahim

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, tak henti hentinya kita berucap syukur atas segala bentuk dan wujud karunia-Nya. Salah satu wujud karunia yang dirasakan oleh penulis, terselesaikannya tugas akhir (*skripsi*) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan.

Penulis yakini dari segala sisi dan sudut penulisan ini terdapat kekurangan baik sisi penulisan maupun pemahaman materi. Keterbatasan kemampuan penulis dan minimnya literatur pendukung menjadi salah satu faktor penghambat. Namun bukan hal yang kemudian menciutkan semangat penulis tetapi menyadari bahwa itu hanyalah sebagian kerikil-kerikil kecil dari sekian banyak kerikil-kerikil lebih besar dan lebih tajam lagi.

Namun yakin setiap kesulitan pasti ada kemudahan yang kemudian penulis tersadar dari lamunan panjang, segera bangkit dari pembaringan, alhamdulillah telah menjadi kenyataan, tugas akhir ini telah terselesaikan.

Penulis sadar sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak akan nyata didepan mata tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak yang tanpa pamrih memberikan andil, "*Manusia bagaikan satu sayap, hanya bisa terbang dengan saling berpelukan*", lewat momen yang tepat ini penulis dengan rasa tulus ikhlas menghadiahkan kado ucapan terima kasih teristimewa teruntuk **Ayahanda H. Kaddas** dan **Ibunda Hj. Ramlah** yang takkan pernah mengenal lelah, mengasuh, memberikan motivasi besar, mengenalkan akan artinya hidup dan senantiasa menunjukkan sifat proaktif kepada Ananda demi terwujud: cita-cita dan impian.

Demikian juga untuk kakak-kakakku, **H. Husain, SE, H. Drs. Ahmad Mujahid, M. Ag, Hj. Haeriah Adram, S. Ag, Hj. Dian Vivi Dewi Utami** atas dorongan moril, membuka

frame berfikir dalam segala hal dan senantiasa kritis dan korektif terhadap penulis. Tak lupa pula buat kesolidan adik-adikku yang tersayang **Anna** dan **Erul**. Kemanakanku yang manis-manis dan centil **Putri, Vira, Mutia** dan **Dhafa**, penghibur dikala sedih. Juga semua pihak yang telah membantu baik secara moril maupun material dalam proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih khususnya kami ucapkan kepada :

1. **Bapak Drs. Samsuddin Toaha, M. Sc** selaku pembimbing utama dalam skripsi ini yang telah membimbing secara terus menerus, membantu menjernihkan gagasan-gagasan dengan wawasan, koreksi dan masukannya dan juga **Ibu Erna Tri Herdiani, S. Si, M. Si**, selaku pembimbing pertama, walupun hanya dalam sekian detik karena tugas yang lebih penting lagi namun itu cukup berarti buat penulis.
2. **Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.**
3. **Bapak Drs. Nirwan Ilyas, M. Si** selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Drs. Muh. Zakir, M. Si** selaku Sekertaris Jurusan Matematika yang senantiasa memberikan motivasi yang sangat berarti selama masa studi penulis.
5. **Bapak Drs. Muh Hasbi, M. Sc** selaku Penasehat Akademik
6. **Seluruh Staf Dosen Matematika** atas curahan ilmu pengetahuannya.
7. **Para Staf Akademik dan Staf Jurusan Matematika**, yang turut membantu dalam pengurusan adminisrasi dan bentuk bantuan lainnya yang mendukung studi penulis.
8. Buat teman-teman seideologi dan seperjuangan Koperasi Mahasiwa Universitas Hasanuddin, **Kanda M. Sahid, ST, Seneng, SKM** dan seluruh senior Kopma Unhas, **pengurus dan pengawas tahun buku 2001**, jasa-jasamu takkan kulupakan, serta teman-teman **pengurus Himpunan Matematika dan Senat Mahasiswa**

FMIPA UNHAS yang telah membantu menemukan jati diri penulis selaku mahasiswa.

9. Sahabat-sahabatku **Ikas, Darnah, Ninha, Fahrul, Ria**. Dan juga teman-temanku **Asli, Nita, Lucky, Arman**, yang senantiasa memberikan motivasi penulis baik sebelum, saat dan setelah penyusunan skripsi ini, kaulah sahabatku, temanku yang terbaik dan juga teruntuk **semua ana'-ana' seangkatan '98** yang tidak sempat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segalanya.
10. Kanda **Nanha' 97** yang telah memberikan inspirasi awal dan ide atas penulisan skripsi ini.
11. Tak lupa buat **Abdillah Khomaini** atas curahan perhatian dengan melalui derasnya aliran gagasan dan terutama saat penulis tenggelam dalam penyelesaian skripsi ini
Penulis membuka mata selebar-lebarnya atas kritikan, saran, ide sebagaimana ucapan **Charles Darwin** “ *Sungguh aneh sekali, tidak ada yang mengerti bahwa pengamatan takkan berguna bila tidak berupa dukungan atau sanggahan terhadap pandangan tertentu*”.

Semoga skripsi ini memberikan sumbangan sederhana kepada kemanusiaan dalam bidang pengetahuan.

Wassalam

Makassar, Januari 2003

Penulis

ABSTRAK

Lewat tulisan ini kita mempresentasikan modal formal yang digunakan dalam proses penentuan IQ dimana diperoleh hasil bahwa keadaan lingkungan dan gen berpengaruh terhadap IQ seseorang dan juga menunjukkan bagaimana suatu model analisis yang digunakan juga turut berpengaruh kuat terhadap lingkungan melalui perpaduan antara tingkat estimasi atau perkiraan nilai heritabilitas tertinggi.

Selain metode pemecahan secara paradoksial digunakan juga model pemecahan masalah dengan metode fraksi atau pecahan variansi IQ dalam suatu populasi dan suatu metode differensial dari nilai ekspektasi ukuran IQ.

Hasil dari tulisan ini menunjukkan bagaimana hubungan pengaruh sebab akibat antara sifat genotif IQ dengan kondisi lingkungan dapat menekan, melipatgandakan serta memiliki nilai rata-rata efek pengaruh lingkungan sehingga pengaruh lingkungan yang dianggap relatif kecil dapat menghasilkan jenis perubahan IQ yang besar.

ABSTRACT

We present a formal model of the process determining IQ in this paper, in which people's IQs are affected by both environment and genes we show how such a model allows very large effects for environment, even incorporating the highest estimates of heritability.

Besides resolving the paradox, the fraction of the variance of IQ in a population too and differential method from the expected value of IQ.

By this paper, we have shown how the reciprocal causation of phenotypic IQ and environment could mask, multiply and average environmental effect, so that relatively small environmental influences could produce large changes in IQ.

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata pengantar	i
Abstrak	iv
Abstract	v
Daftar isi	vi
Bab I Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan Penelitian.....	4
I.5. Manfaat Penelitian.....	5
I.6. Kerangka Pikir Penulisan	6
I.7. Metode Penelitian.....	7
I.8. Sistematika Penulisan.....	8
Bab II Teori Pendukung.....	10
II.1 Definisi Psikologi Perkembangan, Psikologi Lingkungan dan IQ (<i>Intelligence Quotient</i>), Objek dan Metode Psikologi Perkembangan.	
II.1.1. Definisi, Objek dan Metode Psikologi Perkembangan.....	10
II.1.2. Seputar IQ.....	12
II.1.3. Secarik Konsep Heritabilitas	13
II.2 Perkembangan Kognitif dan Stadium-stadium dalam Perkembangan Kognitif.....	15
II.2.1. Stadium-stadium dalam Perkembangan Kognitif.....	16
II.3. Sistem Rekonstruksi Pemodelan.....	19
Bab III Model Pemecahan Paradoksial IQ (<i>Intelligence Quotient</i>): “ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA PENGARUH LINGKUNGAN”.....	24



III.1 Rekonstruksi Tiga Model Formal	24
III.1.1 Model I : Menyesuaikan dan Menutupi Efek Lingkungan (<i>Matching and Masking Environmental</i>).....	24
III.1.2 Model II : Penyesuaian Penggandaan Pengaruh Lingkungan (<i>Matching as Multiplier of Environmental Influence</i>).....	30
III.1.3 Model III : Pemerataan dan dan Penggandaan Sosial (<i>Averaging and Social Multiplier</i>).....	38
III.2. Interpretasi, Implikasi dan Aplikasi Pemodelan.....	52
III.3. Penganalogian Pemodelan.....	62
Bab IV Penutup.....	67
IV.1. Kesimpulan.....	67
IV.2. Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Beberapa keterangan menjelaskan bahwa tingkat heritabilitas IQ yang tinggi terhadap tingkat pengaruh lingkungan murni menghasilkan tingkat perbedaan IQ yang besar diantara kelompok yang berbeda pula. Kondisi pengaruh lingkungan yang besar merangsang IQ otak yang sifatnya turun temurun kepada beberapa generasi dan menjadi faktor penting yang memegang peranan dalam pembentukan IQ. Beberapa pendapat para ilmuwan mempresentasikan : proses penentuan IQ dimana diperoleh hasil bahwa keadaan lingkungan dan gen berpengaruh terhadap IQ seseorang. Artinya terdapat penyesuaian antara kondisi lingkungan dengan tingkat perkembangan dan pertumbuhan IQ seseorang.

Penulis lainnya juga telah memaparkan berbagai hasil temuannya dengan menunjukkan bagaimana suatu model analisis yang digunakan juga turut berpengaruh kuat terhadap lingkungan melalui perpaduan antara tingkat estimasi atau perkiraan nilai heritabilitas tertinggi. Selain itu metode pemecahan secara paradoksial juga dapat digunakan dalam menunjukkan berbagai fenomena lainnya seperti sifat anomali. *Jensen* (1973), *Herrnstein* dan *Murray* (1994) menjelaskan bahwa nilai estimasi heritabilitas IQ dapat diterima secara luas, yaitu model pemecahan masalah dengan metode fraksi atau pecahan variansi IQ dalam suatu populasi disebabkan oleh adanya perbedaan genetik-kondisi lingkungan menggambarkan tingkat perbedaan IQ yang besar diantara kelompok yang berbeda.

Para penulis juga memaparkan hasil analisisnya dengan membedakan keberadaan kelompok-kelompok rasial namun hanya dapat diberlakukan atau diaplikasikan kepada kelompok tersebut saja secara terpisah dengan waktu yang berbeda pula.

Terhadap semua kelompok yang memiliki perbedaan, maka dalam analisis ini timbul pertanyaan : jika variasi yang diamati dalam lingkungan menghasilkan sejumlah variasi dalam jumlah sedikit pada IQ orang dewasa, maka sejauh manakah faktor-faktor lingkungan tersebut berpengaruh atau menyebabkan terjadinya perbedaan yang besar atau signifikan?

Fakta bahwa perkembangan IQ otak terutama disebabkan oleh masalah- masalah lingkungan : kita tahu bahwa potensi faktor lingkungan selalu ada ; sebaliknya analisis *Jensen* menyatakan bahwa faktor – faktor lingkungan seharusnya tidak menjadi alasan utama, bagaimana kondisi paradoksial ini dapat dipecahkan?

Beberapa kelompok penulis menentang hasil estimasi heritabilitas yang dipublikasikan saat ini, namun sebuah Komisi yang terdiri dari beberapa peneliti tergabung dalam *American Psychological Association (APA)* menyimpulkan bahwa pada anak yang beranjak masuk usia remaja, tingkat heritabilitasnya berkisar 75” (Neisser et al, 1996). Penelitian yang dilakukan pada masa yang akan datang dapat saja mengubah estimasi nilai yang berlaku saat ini. Namun kita masih tetap menerimanya untuk kondisi saat ini.

Olehnya itu, maka kita tetap mempertentangkan hasil analisisnya sendiri. Kita telah mengubah model kausal (*hubungan sebab akibat*) yang menghasilkan produk yang sifatnya paradoksial dan menggantinya dengan model formal yang kita gunakan saat ini.

Model yang terakhir ini semakin memperkuat bentuk hubungan kausal-resiprokal antara sifat penotif IQ dengan faktor lingkungannya. Bentuk hubungan kausal –resiprokal menghasilkan gen X yang berkorelasi terhadap pengaruh lingkungan.

Inilah keunikan dari problematika tersebut yang kemudian menginspirasi penulis untuk mengupas lebih jauh fenomena yang ada dan penulis menuangkannya dalam judul tugas akhir yakni :

**MODEL PEMECAHAN PARADOKSIAL IQ :
"ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA PENGARUH
LINGKUNGAN".**

1.2 RUMUSAN MASALAH

Melirik latar belakang yang diutarakan tersebut di atas, maka diperoleh suatu rumusan masalah yakni bagaimana besarnya pengaruh lingkungan terhadap produksi IQ: suatu pemecahan paradoksial IQ.

1.3 BATASAN MASALAH

Model tersebut memiliki tiga aspek utama yang berpotensi mengidentifikasi pengaruh lingkungan disamping dapat pula mengakomodasi atau menerima tingkat estimasi nilai heritabilitas yang tinggi.

Pertama, hubungan pengaruh timbal balik atau resiprokal antara lingkungan dengan IQ menimbulkan bentuk hubungan korelasi atau keterkaitan bernilai positif antara pengaruh lingkungan dengan sifat genotifnya.

Kedua, hubungan timbal balik mengakibatkan terjadinya efek multiplier (bervariasi) melalui suatu proses pada pencapaian tingkat IQ yang lebih tinggi pada kondisi lingkungan yang lebih baik sehingga tetap dapat mempertahankan nilai IQ yang tinggi dalam periode waktu yang panjang, dan seterusnya.

Ketiga, kita menghipotesakan bahwa sekurang-kurangnya ada 3 (tiga) aspek dari proses ini yang mengorientasikan berbagai kesamaan nilai rata-rata pengaruh lingkungan.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan Penelitian ini adalah :

- a. Menjelaskan tentang faktor dan efek pengaruh lingkungan secara langsung terhadap perkembangan IQ seseorang.
- b. Memperoleh data-data pendukung dalam merancang pemodelan pemecahan paradoksial IQ : Estimasi Nilai Heritabilitas terhadap Besarnya Pengaruh Lingkungan.
- c. Menkomparasikan secara teoritis mengenai Estimasi Heritabilitas terhadap Besarnya Pengaruh Lingkungan (*Pemecahan Masalah Paradoksial IQ*) dengan gambaran bentuk pemodelan, sehingga diperoleh keterkaitan antara teoritis dan pemodelan matematika secara terpadu.
- d. Merancang model matematika untuk mengetahui korelasi/ hubungan pengaruh sebab akibat (*causal reciprocal*) antara sifat genotif IQ dengan kondisi lingkungan.

- e. Menemukan solusi alternatif pemecahan dari masalah pertumbuhan dan perkembangan IQ seseorang yang diinterpretasikan dalam rancangan model matematika.

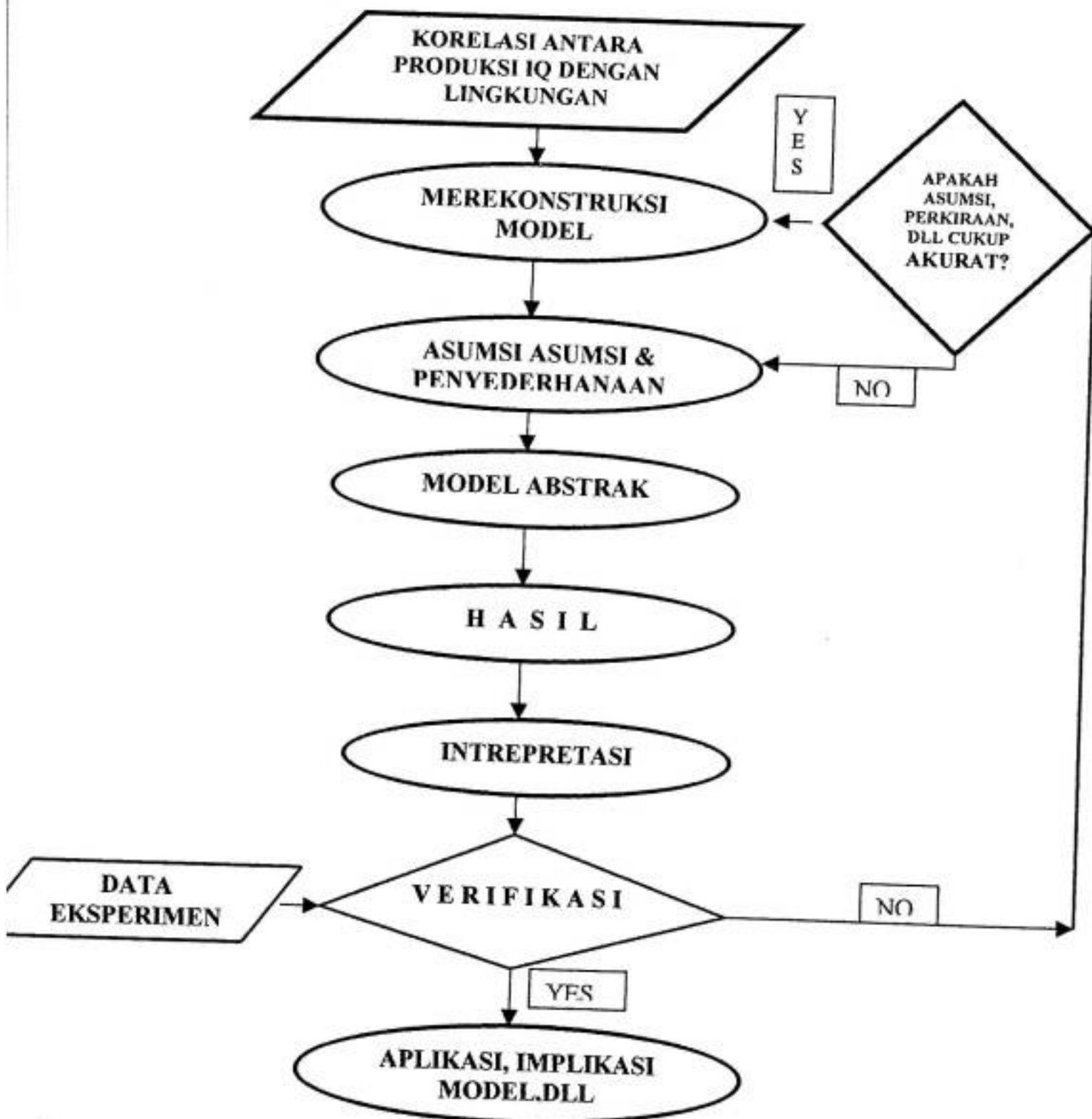
1.5 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini :

- a. Menunjukkan bagaimana hubungan pengaruh sebab akibat (*causal reciprocal*) antara sifat genotif IQ dengan kondisi lingkungan.
- b. Selain itu juga digambarkan bagaimana model yang digunakan untuk menerangkan luasnya perkembangan fenomena tersebut dalam literatur IQ.
- c. Menggambarkan bagaimana semua fenomena tersebut dapat memberi kontribusi bagi peningkatan pengertian atau pemahaman yang lebih baik mengenai implikasi penggunaan model tersebut.
- d. Memberikan gambaran tentang aplikasi disiplin ilmu matematika dalam bidang psikologi.
- e. Memperluas cakrawala ilmu-ilmu psikologi terkhusus psikologi lingkungan yang terkait dengan peningkatan kualitas IQ (Intelligence Quotient)

1.6 KERANGKA PIKIR PENULISAN

Gambaran umum kerangka pikir penulisan sebagai berikut :



1.7 METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa metode untuk mencapai sasaran penelitian sekaligus memberikan gambaran tentang batasan masalah yang telah dirumuskan.

Adapun metode yang digunakan adalah ;

1. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Dalam penelitian ini penulis mengadakan kunjungan ke Pusat Bimbingan dan Konseling Universitas Hasanuddin dan sekaligus mengadakan interview dengan pihak-pihak yang terkait dengan masalah disiplin ilmu Psikologi.

2. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Metode ini digunakan dengan tujuan mengumpulkan literatur-literatur dan teori-teori pendukung yang berkorelasi dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini sebagai acuan dalam merancang model tersebut.

BAB IV PENUTUP

IV. 1. Kesimpulan

IV. 2. S a r a n

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TEORI PENDUKUNG

II.1 Definisi, Obyek dan Metode Psikologi Perkembangan, Psikologi Lingkungan, Seputar IQ (Intellegence Quotient) serta Secarik Konsep Heritabilitas.

II.1.1 Definisi, Obyek dan Metode Psikologi Perkembangan

◆ *Definisi Perkembangan*

Ini menunjukkan suatu proses tertentu, yaitu suatu proses yang menuju ke depan dan tidak begitu saja dapat diulang kembali.

Perkembangan menunjuk pada perubahan-perubahan dalam suatu arah yang bersifat tetap (Werner, 1969).

Definisi yang relevan dikemukakan oleh Monks (1975, h. 5) adalah “ *Perkembangan psikologik merupakan suatu proses yang dinamik. Dalam proses tersebut sifat individu dan sifat lingkungan akhirnya menentukan tingkah laku apa yang akan diaktualisasikan dan dimanifestasi. Umur kelender di sini bukan merupakan suatu variabel yang bebas, melainkan sebagai suatu dimensi waktu, mengandung kemungkinan untuk mengatur bahan-bahan (data) yang ada* “.

◆ *Obyek Psikologi Perkembangan*

Adalah perkembangan manusia secara individu. Disamping itu para psikolog juga tertarik akan masalah sampai seberapa jauhkah perkembangan manusia tadi dipengaruhi oleh perkembangan masyarakatnya (Van den Berg, 1956; Muchow, 1962).

◆ *Teori- teori Perkembangan*

Beberapa sudut pandang (teori-teori) mengenai psikologi perkembangan dengan tujuan untuk memperoleh arti yang penting bila ia lebih banyak dapat melukiskan, menerangkan dan meramalkan gejala-gejala yang ada. *Marx (1963)* membedakan adanya tiga bentuk teori berhubungan dengan data empirik antara lain :

1. *Teori Deduktif* : memberikan keterangan yang dimulai dari suatu perkiraan atau suatu pikiran spekulatif tertentu ke arah data yang akan diterangkan.
2. *Teori Induktif* : disini cara menerangkan adalah dari data kearah teori. Dalam bentuk yang ekstrim dijumpai pandangan yang positivistis ini pada kaum behaviorist.
3. *Teori Fungsional* : disini kita melihat suatu interaksi pengaruh antara data dan perkiraan teoritik; data mempengaruhi pembentukan teori dan pembentukan teori kembali mempengaruhi datanya.

◆ *Metode Psikologi perkembangan*

Metode- metode tersebut adalah:

a. *Metode Longitudinal*

Adalah cara menyelidiki anak dalam jangka waktu yang lama. Misalnya seseorang diikuti perkembangannya dari lahir sampai mati atau menyelidiki seseorang sebagian waktu hidupnya, misalnya selama masa kanak-kanaknya.

b. Pendekatan lintas-budaya (*Cross-Culture*)

Benedict (1934), *Kardiner* (1945) dan *Mead* (1958) dapat menunjukkan bahwa penghayatan kemasakan seksual dalam masa remaja sangat dipengaruhi oleh perlakuan dan norma-norma yang ada dalam suatu kebudayaan tertentu.

Cross-Culture ini memberikan pengertian yang lebih mendalam akan proses perkembangan seseorang. Hal tersebut yang menyebabkan timbulnya penelitian-penelitian untuk membandingkan orang-orang dari usia yang sama tetapi hidup dalam alam budaya yang berbeda-beda. Misalnya *Piaget* (1937) menduga bahwa perkembangan intelegensi dimulai dengan suatu " *stadium egosentris*"; dalam stadium tersebut anak belum dapat membedakan antara dirinya sendiri dengan dunia luar.

II. 1. 2. Seputar IQ (*Intelligence Quotient*)

IQ yang singkatan dari *Intelligence Quotient* dan merupakan salah satu tolak ukur kecerdasan seseorang/individu dari beberapa kecerdasan yang kita ketahui misal EQ (*Emotional Quotient*) dan SQ (*Spiritual Quotient*). IQ dapat kita ukur melalui sebuah test, yang tidak asing lagi kita dengar dengan istilah *psikotest*. Walaupun penilaian itu tidak akan terlepas dari subyektivitas kualitas, namun nyata, yang dapat diukur secara sangat kasar dalam pengertian subyektif. Ada beberapa kesulitan yang ditimbulkan oleh konsep IQ yakni *pertama* adalah masalah kekonstanan (*Constancy*), sebagai contoh apakah IQ *sekarang* merupakan parameter yang baik tentang kemampuan (*ability*) di *kemudian hari*? Disini kita menggunakan IQ sebagai karakteristik semi permanen dengan

menganggap anak yang lebih cerdas sekarang akan tetap lebih cerdas sepanjang hidupnya. *Kedua* adalah jarak antara tes pertama dan tes terminal (tes usia kemudian), kesesuaian antara tes pertama dan terminal menurun jika jumlah tahun antara keduanya meningkat. Atau dengan kata lain, korelasi antara tes pertama dan terminal semakin kecil jika jarak waktu keduanya semakin panjang dan ketiga yaitu usia terminal.

Orang dengan IQ dibawah 70 kadang-kadang diklarifikasikan didalam buku teks sebagai penderita keterbelakangan mental, yang kemudian dibagi lagi menjadi *moron*, dengan IQ antara 50 dan 70, *imbesil* dengan IQ antara 25 dan 50, dan *idiot* dengan IQ kurang dari 25. Moron, dikatakan dapat mempelajari tugas-tugas yang berguna bagi dirinya sendiri seperti berpakaian, makan, minum, dan sebagainya. Orang imbesil harus hidup didalam institusi, tetapi masih dapat melakukan pekerjaan dasar bagi dirinya sendiri dan dapat menghindari bahaya sederhana sedangkan idiot bahkan tidak dapat melakukan hal tersebut. Dan antara 120-140 dikatakan memiliki kecerdasan yang sangat baik.

II. 1. 3. Secarik Konsep Heritabilitas

Heritabilitas adalah perbandingan antara ragam genetik terhadap ragam fenotipik (Hardjosubroto, 1994; Martojo, 1992), sedangkan Warwick dkk (1995) mendefinisikan heritabilitas sebagai bagian dari keragaman total yang disebabkan oleh ragam genetik. Ragam fenotipik (s^2_p) adalah jumlah dari ragam genetik (s^2_g) dan ragam lingkungan

($s^2 E$) (Falconer, 1981), sedangkan ragam genetik merupakan jumlah dari ragam genetik additif ($s^2 A$), ragam dominan ($s^2 D$) dan epistasis ($s^2 I$)

Pada umumnya dikenal dua pengertian nilai heritabilitas yakni heritabilitas dalam arti sempit dan arti luas. Heritabilitas dalam *arti luas* yaitu perbandingan antara ragam genetik yang merupakan gabungan ragam additif, dominan dan epistasis dengan ragam fenotipik yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H_B = \frac{(V_A + V_D + V_I)}{(V_A + V_D + V_I + V_E)} = \frac{V_G}{V_P}$$

Heritabilitas dalam *arti sempit* merupakan perbandingan antara ragam genetik additif dengan ragam fenotipik yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$h^2 N = \frac{V_A}{(V_A + V_D + V_I + V_E)} = \frac{V_A}{V_P}$$

Untuk banyak tujuan, heritabilitas dalam arti sempit (h^2) merupakan dugaan yang paling bermanfaat karena menunjukkan laju perubahan yang dapat dicapai akibat seleksi, sedangkan ragam dominan dan epistasis kurang respons terhadap seleksi serta tidak diturunkan dari tetua pada anaknya.

Secara teoritis nilai heritabilitas dapat berkisar antara nol sampai satu, akan tetapi jarang ditemukan nilai ekstrim seperti itu. Nilai heritabilitas dibedakan atas tiga kategori yaitu kecil, sedang dan besar. Martojo (1992) dan Noor (1996) menyatakan bahwa nilai

heritabilitas dikatakan rendah (kecil) jika nilainya 0 – 0.20, sedang: 0.20 – 0.40 dan besar (tinggi) jika bernilai lebih dari 0.40. *Preston dan Willis (1974)* mengklasifikasikan besaran heritabilitas, dikatakan rendah jika bernilai kurang dari 0.25, sedang jika nilainya antara 0.25 – 0.50 dan besar jika bernilai lebih dari 0.50. Pendapat berbeda dikatakan *Hardjosubroto (1994)*, menyatakan bahwa heritabilitas dikatakan rendah jika bernilai kurang dari 0.10: sedang jika nilainya antara 0.10 – 0.30 dan tinggi jika lebih dari 0.30.

Warwick dkk (1995) menyatakan bahwa nilai heritabilitas negatif atau lebih dari satu secara biologis tidak mungkin. Bila hal tersebut ditemukan kemungkinan disebabkan oleh:

- a. Keseragaman yang disebabkan oleh lingkungan yang berbeda untuk keluarga kelompok yang berbeda,
- b. Metode statistik yang digunakan tidak tepat sehingga tidak dapat memisahkan antara ragam genetik dan ragam lingkungan dan
- c. Kesalahan dalam mengambil contoh.

II. 2. Perkembangan Kognitif dan Stadium-Stadium dalam Perkembangan Kognitif.

Kognisi adalah pengertian yang luas mengenai berfikir dan mengamati, jadi tingkah laku-tingkah laku yang mengakibatkan orang memperoleh pengetahuan atau yang dibutuhkan untuk menggunakan pengetahuan.

II.2.1 Stadium Stadium dalam Perkembangan Kognitif

1. Stadium Sensorik-Motorik (0-18 atau 24 bulan)

Perkembangan Kognitif	Permanensi Obyek
<p><i>Stadium 1 (+ 0-1 bulan)</i> Skema-skema refleks bawaan (refleks-refleks)</p> <p><i>Stadium 2 (1-4 bulan)</i> Modifikasi stadium 1. skema-skema karena pengaruh pengalaman mengakibatkan koordinasi mata-tangan (<i>reaksi-reaksi sirkuler yang primer</i>) ... tertuju pada badan sendiri, misal mulai tiga bulan: monolog meraba, bermain-main dengan jari-jari kakinya sendiri.</p>	<p><i>Stadium 1 dan 2 (+ 0-4 bulan)</i> Bayi mengikuti obyek yang bergerak dengan matanya sampai obyek menghilang, perhatian segera menghilang dan memandang sebentar pada tempat obyek menghilang tadi.</p>
<p><i>Stadium 3 (+ 4 - 8 bulan)</i> Perkembangan skema yang menyebabkan akibat-akibat yang menarik dalam lingkungan orientasi ekstern (<i>reaksi sirkuler sekunder</i> ditujukan pada lingkungan, misal membuka pintu/ tas) -Functionlust (<i>K. Buhler, 1919</i>) -Reaksi sirkuler sekunder (<i>Piaget, 1936</i>) - -Motivasi efektif (<i>effectance motivation</i>) = bergaul secara efektif dengan lingkungan (<i>White, 1959</i>) ---Tiga macam nama untuk satu gejala yang sama: tingkah laku yang satu</p>	<p><i>Stadium 3 (+ 4 - 8 bulan)</i> Mengikuti obyek dengan matanya, fiksasi bila gerakan obyek berhenti, tahu sebelumnya posisi yang akan datang berdasarkan proses gerakan. Mengikuti secara visual sampai melampaui tempat menghilangnya obyek (misal: membungkuk dari kursi untuk melihat obyek yang jatuh). Dapat mengenal obyek yang hanya nampak sebagian. Tidak mencoba untuk memegangnya bila menghilang meskipun mampu. Tidak heran bila obyek menghilang.</p>

<p>mengundang tingkah laku yang lain.</p>	
<p><i>Stadium 4 (+ 8-12 bulan)</i> Koordinasi respon-respon stadium 3 mengakibatkan tingkah laku intensional, nampak seperti "orang cerdas" (Koordinasi reaksi-reaksi sekunder)</p>	<p><i>Stadium 4 (+8-12 bulan)</i> Mencoba memegang dengan obyek yang menghilang dari pandangan mata. Mencari terus di tempat menemukan sebelumnya meskipun melihat kalau dipindahkan. Kebiasaan motorik: "Carilah ditempat yang sebelumnya kau menemukannya": pentingnya disini pola aksi sensorik.</p>
<p><i>Stadium 5 (+12- 18 bulan)</i> Trial and error yang aktif, dorongan eksplorasi tertuju pada penemuan skema alat-tujuan baru (reaksi sirkuler yang tersier-mulai sekarang bukan kebetulan melainkan dorongan untuk mengadakan eksplorasi dan manipulasi dengan obyek-obyek baru.</p>	<p><i>Stadium 5 (+12-18 bulan)</i> Mencari obyek yang untuk terakhir dilihatnya menghilang, misal ditangan, bukan dibawah lap atau layar tempat obyek ditinggalkan.</p>
<p><i>Stadium 6 (+ 18-24 bulan)</i> Penemuan skema alat-tujuan baru memulai kombinasi mental internal dari skema yang direpresentasi secara simbolik. Perpindahan dari fungsi sensorik motorik ke fungsi simbolik kognitif (awal berfikir)</p>	<p><i>Stadium 6 (+ 18-24 bulan)</i> Anak menggunakan kecakapan simbolik yang baru berkembang untuk membayangkan kemungkinan perpindahan yang tidak nampak dari obyek yang tersembunyi; tidak khusus berhubungan dengan perpindahan yang nampak.</p>



2. Stadium pra-operasional (+ 18 bulan-7 tahun)

Stadium ini dimulai dengan penguasaan bahasa yang sistematis, permainan simbolis, imitasi (tidak langsung) serta bayangan dalam mental. Semua proses ini menunjukkan bahwa anak sudah mampu untuk melakukan tingkah laku simbolis.

Anak sekarang tidak lagi mereaksi begitu saja terhadap stimulus-stimulus melainkan nampak ada suatu aktivitas internal.

3. Stadium operasional konkrit (7- 11 bulan)

Stadium ini dapat digambarkan sebagai menjadinya positif ciri-ciri yang negatif pada stadium berfikir pra operasional. Cara berfikir anak pada stadium ini kurang egosentrik. Ditandai oleh desentrasi yang besar, artinya anak sekarang misalnya sudah mampu memperhatikan lebih dari satu dimensi sekaligus dan juga untuk menghubungkan dimensi-dimensi ini satu sama lain (hal ini dapat dilihat dari kemampuan anak dalam stadium ini juga mengadakan konservasi).

4. Stadium Operasional formal (mulai 11 tahun)

Berfikir operasional formal mempunyai dua sifat yang penting :

1. Sifat deduktif-hipotesis.
2. Berfikir operasional formal juga berfikir kombinatoris.

Anak yang berfikir operasional formal dalam menyelesaikan masalah akan memikirkan dulu secara teoritik. Ia menganalisa masalahnya dengan penyelesaian hipotesis yang mungkin ada. Analisa teoritis ini dilakukan secara verbal, arti stadium ini memungkinkan orang untuk mempunyai tingkah laku "*problem solving*" yang betul-betul ilmiah.

5. Stadium dari berfikir pra-operasional ke operasional konkrit.

II. 3. Sistem Rekonstruksi Model

Bahasa yang digunakan dalam sistem riil dapat berupa bahasa sehari-hari seperti bahasa Inggris, sesuatu yang matematis, atau gabungan keduanya. Sistem riil yang menggunakan bahasa sehari-hari terkadang disebut dengan model kata. Ketelitian bahasa matematis, bagaimanapun juga, berarti bahwa bahasa itu bermanfaat untuk menggabungkannya ke dalam sistem riil itu. Keuntungannya bukan semata-mata karena ketelitiannya, melainkan juga karena ia membuat perkiraan terhadap sistem perilaku yang lebih mudah dan lebih reliabel. Lantas, dapatkah bahasa matematis digunakan? Salah satu cara, dalam memberikan suatu model kata, adalah menggabungkannya dengan sistem abstrak sehingga obyek-obyek, sifat dan hubungan-hubungannya berada dalam korespondensi satu-satu dan mempunyai perilaku yang sama dengan model kata. Sistem abstrak ini diistilahkan dengan model abstrak dan sistem orisinal disebut dengan realisasi dari model abstrak itu. Contoh sederhana dari mekanika klasik adalah adanya dua benda yang dihubungkan oleh suatu tali yang melewati suatu katrol, tali tersebut tergantung secara vertikal: ini merupakan sistem dan model abstrak yang akan menjadi rangkaian persamaan yang menggambarkan posisi benda-benda itu.

Prediksi terhadap perilaku sistem dalam prosedur ini dilakukan sebagai berikut : model kata dipetakan ke atas model abstrak. Logika model abstrak tersebut kemudian dipergunakan sehingga perilakunya dapat diprediksi. Perilaku ini kemudian diinterpretasikan dari segi model kata sehingga kita mengetahui perilaku model kata itu.

Lantas, dapatkah kita menggunakan matematika dalam menjelaskan situasi umum? Kita menyarankan bahwa jalan yang paling baik adalah dengan menggunakan

model matematis di mana sistem itu sendiri menggunakan bahasa matematis dan non-matematis. Hal ini karena susunannya lebih fleksibel, menurut pendekatan yang lebih spekulatif, tetapi menggunakan daya matematika deduktif dimanapun tetap memungkinkan.

Pemanfaatan pendekatan matematis dan yang lebih intuitif, yaitu *non-matematis* dalam suatu model matematis adalah menguntungkan bagi kedua pendekatan itu; ia menjamin bahwa sistem abstrak dianggap realistis dan mendorong model intuitif untuk lebih logis, teliti dan tepat. Model matematis juga telah menghasilkan konsep-konsep baru dalam kedua bidang itu yaitu fisika dan matematika, beberapa gejala fisika hanya dapat dijelaskan dalam istilah matematis, misalnya gelombang dan sifat-sifat elektron korpuskuler. Penggunaan ini mungkin juga memberi keuntungan dalam bidang ilmu lainnya, seperti ekonomi dan psikologi seperti yang disajikan dalam skripsi ini.

Pendekatan riset

Pemodelan matematis membutuhkan imajinasi, keahlian, dan pengetahuan matematika serta bidang ilmu yang terkait. Dalam buku ini bidang ilmu dan bahasa matematis tersebut dihubungkan untuk menunjukkan kepada pembaca bagaimana model matematis itu dikembangkan. Salah satu caranya, yaitu dengan melakukan beberapa penelitian.

Peran Logika

Pemahaman, prediksi dan mungkin desain adalah tiga alasan untuk menyusun model matematis. Namun demikian, untuk mendapatkan hal ini, model tersebut biasanya

membutuhkan penyederhanaan, dengan beberapa aproksimasi yang dilakukan, agar memperoleh model abstrak yang mudah dikerjakan. Prediksi ini kemudian dapat diinterpretasikan dari sudut model matematis murni.

Logika memainkan bagian essensial dalam penggunaan model matematis. Untuk mendapatkan hasil, prediksi, dan sebagainya, bagaimanapun juga, ia terkadang perlu membuat loncatan dalam proses deduktif, yaitu ia tidak perlu mendeduksi setiap tahap *secara teliti* dari tahap-tahap sebelumnya.

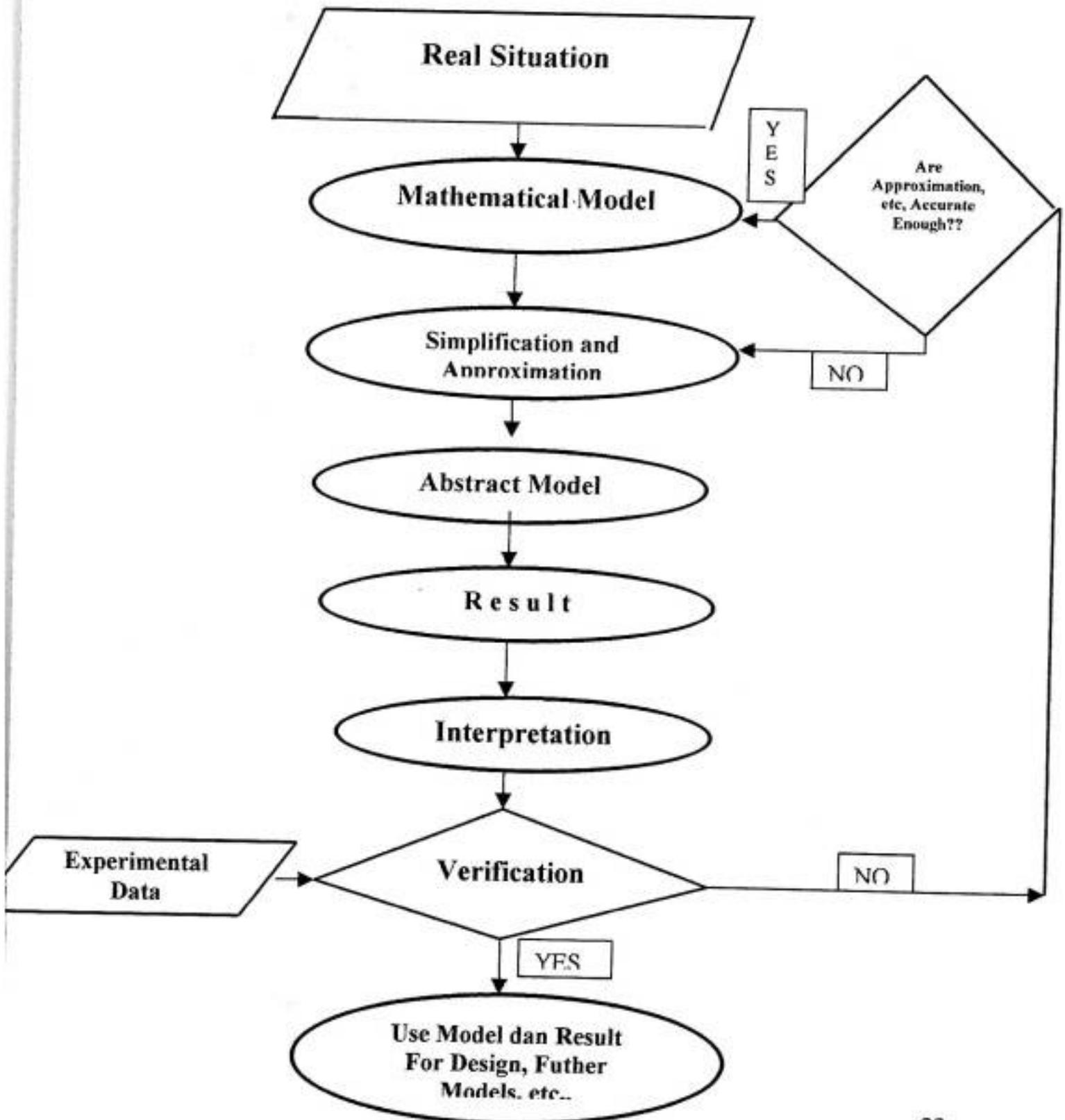
Verifikasi

Tujuan setiap bidang keilmuan akademik adalah untuk melihat bahwa deskripsi mereka sesuai dengan realitas. Metode ilmiah membutuhkan prediksi dari sebuah teori untuk diuji terhadap realitas dan uji tersebut memberitahukan kepada kita apakah model matematis itu adalah model yang sesuai dalam situasi yang nyata.

Dalam sebagian besar cabang ilmu fisika (kecuali misalnya, kosmologi), teori-teori dapat diuji, karena ia mungkin dibuktikan melalui eksperimen. Dalam bidang ilmu non-fisika, verifikasi biasanya sulit dan seringkali mustahil; dengan demikian model-model dalam bidang ini seringkali tidak memiliki perbandingan ini, dengan begitu maka kita harus berhati-hati dalam membuat model dan dalam menggunakan prediksi dari model-model tersebut.

Flow Chart

Flow chart prosedur yang digunakan dalam pemodelan matematika suatu sistem deskripsi



Analogi

Peranan matematika, bidang keilmuan dan keterampilan dalam penyusunan model matematis dapat diilustrasikan melalui analogi adukan semen, batu bata, dan keterampilan dalam pembuatan dinding

Dalam mempraktekkan kumpulan-kumpulan pengetahuan dalam situasi yang nyata yang bukan dalam bentuk obyek-obyek yang baik seperti batu bata ; kumpulan-kumpulan pengetahuan itu lebih menyerupai gundukan batu yang bergerigi dan memiliki sudut yang rikus. Tentu saja adalah memungkinkan untuk menyusun dinding dengan batu semacam itu tanpa penggunaan adukan semen; banyak di antaranya terdapat di Inggris Utara. Bagaimanapun juga, mereka menghabiskan jumlah keterampilan dan waktu yang sangat banyak untuk membangunnya, jika mereka bertahan dan tentu saja mereka tidak begitu bermanfaat karena dinding itu menggunakan adukan semen. Dinding tanpa semen analog dengan model kata.

Sebagian ahli matematika sependapat bahwa model matematis membutuhkan banyak pengetahuan matematika dan pengetahuan terhadap secuil bidang ilmu terkait. Orang-orang seperti itu perlu diingatkan bahwa siapapun yang menyusun sebuah dinding dengan menggunakan 90% semen adalah agak bodoh.

BAB III

PEMBAHASAN

MODEL PEMECAHAN PARADOKSIAL IQ (*Intelligence Quotient*) : "ESTIMASI HERITABILITAS TERHADAP BESARNYA PENGARUH LINGKUNGAN".

III. 1. Rekonstruksi Tiga Model Formal

Model kita memberikan statemen formal terhadap keempat konsep kunci kita; bagaimana menyesuaikan sumbangsih genetik dengan lingkungan untuk menghasilkan suatu korelasi gen dan lingkungan yang dapat menutupi efek-efek pengaruh lingkungan, bagaimana suatu proses menghasilkan kesesuaian yang dapat berfungsi sebagai keanekaragaman pengaruh lingkungan; signifikansi dari kenyataan bahwa pengaruh lingkungan terhadap IQ adalah rata-rata jumlah efek lingkungan dan potensi hebat dari keanekaragaman sosial. Keempatnya disatukan pada model yang akan kita buat. Disini dipakai dua model yang lebih sederhana mengklarifikasi beberapa konsep kunci kita tanpa kerumitan versi akhir.

III. 1.1. Model I : Menyesuaikan dan Menutupi Efek Lingkungan

(Matching and Masking Enviromental)

Model linear secara umum untuk pengukuran Intelegensi (M_j) seseorang (j) adalah

$$M_j = aG_j + vE_j \quad (3.1.1)$$

Dimana :

G_j = Sumbangsih genetik individu;

E_j = Ukuran kekodusifan lingkungan individu j dalam peningkatan IQ dengan
asumsi E tidak dibagi kedalam antar-lingkungan dengan dalam-lingkungan
keluarga

Koefisien (α & ν) = dampak gen-gen dan lingkungan.

Jika kita mengintrepretasikan **persamaan 3.1.1** sebagai suatu model kausal proses terbentuknya IQ dan menyentuh logika Jensen atau argumen Herrnstein dan Murray membuat asumsi bahwa G dan E tidak berkorelasi adalah argumen yang tidak begitu kuat, butuh perubahan besar pada E , sebagaimana pengukuran standar deviasi yang terjadi di Netherland menghasilkan perubahan standar deviasi 1,33 pada M (rata-rata IQ). Bagaimanapun, asumsi bahwa G dan E tidak berkorelasi adalah salah (statemen yang dilontarkan oleh sebuah komisi yang terdiri dari beberapa peneliti tergabung dalam *American Psychological Association (APA)*).Oleh karena itu, kita butuh mengambil langkah berikutnya dan menanyakan bagaimana intrepretasi **persamaan 3.1.1** berubah jika G dan E berkorelasi. Untuk menjawab pertanyaan ini, kita tulis persamaan berikut efek lingkungan pada suatu nilai test individu (E_j)

$$E_j = rG_j + e_j \tag{3.1.2}$$

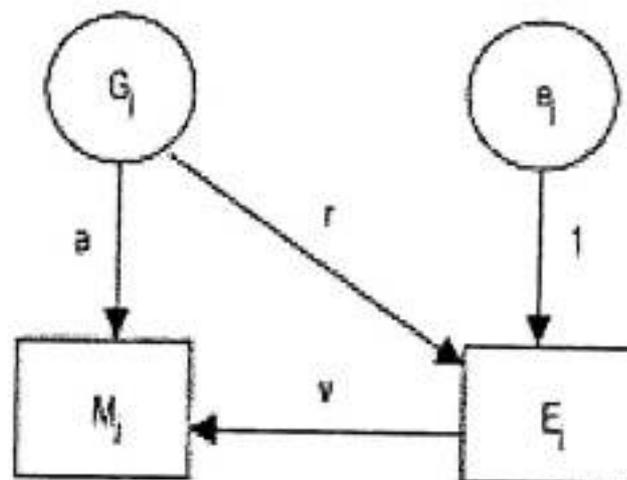
dimana :

r : korelasi antara sumbangsih genetik individu dan lingkungan

e_j suatu term/ faktor lingkungan yang menyebabkan ketidaksesuaian antara gen dan lingkungan (*error*).

Secara ekuivalen, e_j menggambarkan pengaruh yang tidak berkorelasi dengan sumbangsih genetik (G_j) sebab tidak ada indikasi disebabkan olehnya. Ia adalah pengaruh lingkungan *exogenous* yang dibahas pada sesi terakhir.

Sebagai ilustrasi model lintasan yang dipenuhi oleh persamaan 3.1.1 dan 3.1.2 terlihat pada gambar 1:



Gambar 1 : Model formal korelasi $G_j \times E_j$

Dengan memasukkan sisi kanan persamaan 3.1.2 untuk faktor E dalam persamaan 3.1.1, diperoleh :

$$M_j = aG_j + v(rG_j + e_j) = (a + vr)G_j + ve_j \quad (3.1.3)$$

Melirik persamaan 3.1.3 diatas terlihat e dan G tak berkorelasi oleh definisi, persamaan 3.1.3 memenuhi persyaratan untuk suatu penguraian unik varians IQ. Jadi koefisien G mesti sama dengan korelasi sumbangsih genetik dengan IQ (h). Kuadrat dari koefisien disebut heritabilitas atau pecahan variansi IQ dijelaskan oleh gen.

Persamaan 3.1.3 menunjukkan bahwa penyesuaian gen dan lingkungan menentukan perolehan gen-gen pinjaman yang kenyataan mayoritas didukung oleh kondisi lingkungan. Sungguh betapa besarnya korelasi gen dan lingkungan.

Persamaan 3.1.3 memberikan sebuah pencegah terhadap penarikan kesimpulan yang menyesatkan dari analisis persamaan 3.1.1. Persamaan 3.1.3 menunjukkan bahwa variansi dari $(a+vr)e_j + h^2 = 1$.

Lihat balik persamaan 3.1.2 dan asumsi bahwa kita lanjutkan untuk pengukuran lingkungan pada term standar deviasi dari rata-rata populasi.

$$\text{Variansi } (rG + e) = 1$$

$$\Rightarrow \text{Variansi } rG + \text{Variansi } e = 1; \text{ saling bebas}$$

$$\Rightarrow r^2 \text{Variansi } G + \text{Variansi } e = 1; \text{ } r \text{ konstanta}$$

karena variansi G telah diasumsikan menjadi 1

$$\Rightarrow r^2 + \text{Variansi } e = 1$$

Maka variansi $e = 1 - r^2$, dengan melihat persamaan selanjutnya :

$$1 = (a + vr)^2 + v^2 \text{Var}(e) = (a + vr)^2 + v^2(1 - r^2) \quad (3.1.4)$$

Persamaan 3.1.4 menjadikannya jelas bahwa dampak lingkungan $(a + vr)$, tidak butuh batas atas yang sama dengan akar $1 - h^2$ karena variansi faktor penyebab ketidaksesuaian antara gen-gen dan lingkungan (e) tidak diasumsikan sama dengan *satu*. Kenyataannya menunjukkan bahwa efek langsung sumbangsih genetik ditambahkan dengan suatu term yang berasal dari adanya korelasi gen-gen dan lingkungan $(a + vr)r$ sama dengan korelasi sumbangsih genetik dan IQ.

Dari **persamaan 3.1.4** maka diperoleh **persamaan 3.1.5** menetapkan ukuran pada dampak IQ terhadap perubahan lingkungan (E_j):

$$v = \sqrt{\frac{(1 - h^2)}{(1 - r^2)}} \quad (3.1.5)$$

dimana:

h : Korelasi genetik dan IQ dan h^2 adalah heritabilitas, lanjut $h = a + (a + vr)r$.

r : Korelasi antara sumbangsih genetik individu dan lingkungan

v : Ukuran pada dampak IQ terhadap perubahan lingkungan (E_j)

Asumsi **persamaan 3.1.1** adalah cerminan proses sebab akibat, **persamaan 3.1.5** menunjukkan pengukuran dampak pada IQ pada perubahan standar deviasi lingkungan 1.00 (E_j). Korelasi itu masuk akal mempunyai nilai dari nol sampai akar kuadrat h . Olehnya itu dampak perubahan standar deviasi lingkungan 1.00 $(a + vr)$, mempunyai akar

kuadrat $1 - h^2$ sebagai batas bawah, tetapi batas atas menjadi 1. Nilai untuk $a + vr$; tidak bisa lebih besar dari 1 karena secara tidak langsung dapat dinyatakan mustahil, katakan bahwa variansi ukuran IQ pada term standar deviasi dari rata-rata lebih besar dari 1.

Persamaan 3.1.5 juga menunjukkan bahwa batas atas dampak lingkungan adalah didekati seperti r mendekati h . Korelasi r dapat mendekati batas atas, tetap tidak dapat menjangkaunya. Lihat balik persamaan 3.1.4 dan 3.1.5, $r = h$ jika $(\sigma_{gr})^2 = h^2$ dan $(\sigma_{gr})^2 = h^2$ jika $a=0$ (karena dari persamaan 3.1.5 $(a+v)r=1$). Tambahan, dampak lingkungan menjangkau batas atasnya hanya jika korelasi antara gen dan IQ secara keseluruhan berhubungan gen-gen menyesuaikan lingkungan dan jika gen tidak berefek langsung pada IQ. Pada konteks model kita, ini tidak mungkin, jadi nilainya $(a+vr) = 1$, katakan kembali suatu batas atas tidak bisa dijangkau.

Sebagai ilustrasi bahwa orang Belanda pada Raven's Progressive Matrices antara tahun 1952 dan 1982 diperoleh standar deviasi 1,33. Argumen Jensen, Hernstein, Murray secara tidak langsung membutuhkan perubahan lingkungan setidaknya standar deviasi: 2,67. Jadi perubahan lingkungan hanya perlu standar deviasi lebih besar dari 1,33 perubahan pada IQ.

Sebuah tabel dibawah area kurva normal menjelaskan kita bahwa suatu perubahan lebih luas dari itu sekitar 90% pada tahun 1982. Tahun 1952 lingkungan orang Belanda diatas rata-rata. Tambahan, lingkungan memperoleh standar deviasi 1,33 memberi petunjuk

bahwa semua lingkungan bersumber pada variasi IQ dan beberapa dari itu tidak mungkin berubah pada waktu lama. Oleh karena itu, perubahan jenis-jenis faktor lingkungan seperti perbedaan dua generasi akan masih lebih besar.

III. 1. 2. Penyesuaian (Matching) sebagai Multiplier Pengaruh Lingkungan

(Matching as a Multiplier of Enviromental Influence)

Kita telah menempatkan suatu kecenderungan ke arah gen dan lingkungan. Bagian ini akan memperlihatkan bagaimana kesebandingan itu bisa terjadi dan mengapa dapat memberikan pengaruh yang sangat besar kepada perbedaan-perbedaan lingkungan exogenous. **Persamaan 3.1.1 dan 3.1.2** tak memberikan kejelasan bagaimana gen dan lingkungan dapat disesuaikan. Kita tulis kembali:

$$M_j = aG_j + vE_{j-1} \tag{3.1.1'}$$

E_{j-1} = Lingkungan pada masa lalu

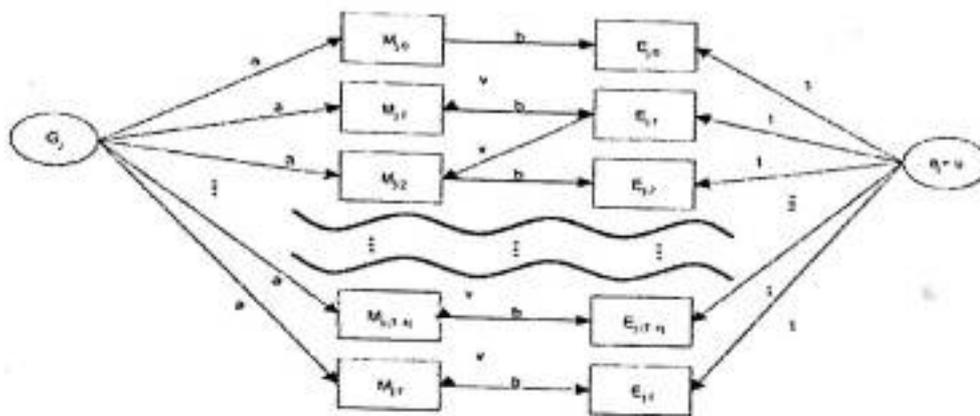
dan;

$$E_j = bM_j + (u + e_j) \tag{3.1.2'}$$

b : dampak IQ pada lingkungan

Variabel e_j mewakili faktor lingkungan tidak berkorelasi dengan kesatuan sumbangsih genetik individu terhadap pengaruh IQ. Tehnisnya, kita menduga ia adalah variabel acak dimana rata-ratanya nol kemudian jumlah efek faktor exogenous E_j adalah variabel acak dengan rata-rata u . **Persamaan 3.1.1' dan 3.1.2'** dapat kita lihat diagramnya pada

gambar 2,



Gambar 2

Apa yang terjadi pada IQ rata-rata jika u berubah ? Pada mulanya, akan ada kemunculan pada tiap-tiap IQ individu yang sama dengan $a+vr$, (dampak lingkungan pada IQ) mengukur waktu perubahan dalam u ; tentu saja, dalam kenyataannya, perubahan tersebut tidak perlu sama. Bagaimanapun juga, karena lingkungan mempunyai dampak pada IQ, maka IQ mempunyai dampak pada lingkungan. Oleh karena itu, IQ yang lebih tinggi sebaliknya akan menaikkan kualitas lingkungan. Peningkatan kualitas lingkungan akan sama dengan b mengukur waktu perubahan $a+vr$, (dampak lingkungan pada IQ) mengukur waktu perubahan dalam u . Proses tersebut akan menjadi repetitif (berulang) dan menyatukan. Oleh karena itu, peningkatan pada IQ akan mendekati nilai jumlah yang infinitif atau tak terbatas : $\Delta u ((a+vr) + b(a+vr)^2 + b^2(a+vr)^3 + b^3(a+vr)^4 + \dots)$

Dengan memasukkan persamaan 3.1.2' ke persamaan 3.1.1', dan dengan asumsi $M_{j,t} = M_{j,t-1}$ maka akan diperoleh pemecahan M_j :

$$M_j = \frac{aG_j}{1-bv} + \frac{v(u+e_j)}{1-bv} \tag{3.1.6}$$

Berapa besar perubahan IQ? Asumsi bahwa G dan e tidak berkorelasi, persamaan 3.1.6 bisa diinterpretasikan sama dengan persamaan 3.1.1 berkenaan dengan kontribusi gen dan lingkungan terhadap variansi IQ. Variansi faktor pertama akan menjadi sama dengan fraksi variansi dijelaskan oleh sumbangsih genetik atau h^2 dan ini sama $a^2 / (1 - b(a + vr)^2)$. Variansi faktor kedua menjadi $1 - h^2$ dan ini sama $a + vr$, variansi $(e_j / (1 - b(a + vr)^2))$.

Asumsi bahwa G_j dan e_j pada persamaan 3.1.1' dan 3.1.2' adalah variabel acak independen dari populasi dengan rata-rata 0, variansi $G=1$ dan variansi $e = \sigma_e^2$ untuk nilai individu.

Persamaan 3.1.1' dan 3.1.2' mewakili sistem persamaan. Differensial deterministik yang punya nilai kesetimbangan tunggal satu dengan lainnya (j) jika diasumsikan bv positif dan $bv < 1$.

Cara termudah untuk mendapatkan nilai kesetimbangan dengan memasukkan sisi kanan E_j persamaan 3.1.2' ke persamaan 3.1.1', untuk asumsi kondisi setimbang $M_j = M_{j-1}, \forall j$, dan pemecahan M_j .

Lebih lanjut, kita bisa memasukkan persamaan 3.1.6 kedalam persamaan 3.1.2' diperoleh :



$$E_{\mu} = \frac{baG_j + bv(u + e_j)}{1 - bv} + (u + e_j)$$

$$= \frac{baG_j + (u + e_j)}{1 - bv} \tag{3.1.7}$$

Sekarang kita akan menentukan ukuran $a+vr$ atau dampak langsung lingkungan terhadap IQ. Bagaimanapun, logika mulanya sejalan : Dibawah asumsi bahwa variansi semua pengaruh lingkungan $E=1$, Sebagai catatan bahwa M_j menunjukkan IQ individu sebagai fungsi dua variabel acak independen yakni G_j dan e_j . Dengan demikian variansi M_j menjadi bagian kesatuan. Asumsi bahwa variansi M_j dan $G_j \rightarrow 1$ dan nilai ekspektasi (G_j dan e_j)=0 dan ekspektasi $M_j = vu(1-bv)$.

Beranjak dari persamaan 3.1.6 dan kemudian dengan mengambil nilai ekspektasi diperoleh :

$$1 = \frac{a^2}{(1-bv)^2} + \frac{v^2\sigma_e^2}{(1-bv)^2} \tag{3.1.A1}$$

Jika proses generasi data IQ suatu populasi telah diwakilkan pada persamaan 3.1.1' dan 3.1.2', kemudian nilai ekspektasi h^2 menjadi faktor pertama pada persamaan 3.1.A1, dan $1-h^2$ menjadi faktor kedua. Catatan bahwa h^2 dapat diperkirakan sebagai hubungan IQ satu dari dua bagian yang sama.

Analisis persamaan 3.1.6 yang telah dikerjakan diatas untuk menemukan rata-rata M_j persamaan 3.1.7, didapatkan rata-rata $E_j = u/(1-bv)$. Beranjak dari sisi lainnya untuk persamaan 3.1.7, pangkat dua dan mengambil nilai ekspektasi menghasilkan :

$$1 = \frac{b^2 a^2}{(1-bv)^2} + \frac{\sigma_e^2}{(1-bv)^2} \quad (3.1.A2)$$

Catatan bahwa

$$h^2 = \frac{a^2}{(1-bv)^2} \Rightarrow (1-bv) = \frac{a}{h}$$

dan

$$b = \frac{1 - \frac{a}{h}}{v} \quad (3.1.A3)$$

dan jika dimasukkan a/h untuk $(1-bv)$ pada persamaan 3.1.A2, diperoleh:

$$\sigma_e^2 = \frac{a^2}{h^2} - b^2 a^2 \quad (3.1.A4)$$

Kemudian, kita gunakan $(1-h^2)$ sama dengan faktor kedua pada persamaan 3.1.A1 dan diperoleh :

$$v^2 = \frac{(1-h^2)(1-bv)^2}{\sigma_e^2} \quad (3.1.A5)$$

Memasukkan b pada persamaan 3.1.A4 dari persamaan 3.1.A3, memasukkan *variansi e* pada persamaan 3.1.A5 dari persamaan 3.1.A4, memasukkan $(1-bv)$ dari persamaan 3.1.A3 pemecahan untuk v^2 ,

$$\begin{aligned}\Rightarrow v^2 &= \frac{1-h^2}{\left[1-\left(\frac{1-\frac{a}{h}}{v}\right)^2 h^2\right]} \\ \Rightarrow v^2 - v^2 \left[\frac{\left(1-\frac{a}{h}\right)^2}{v^2}\right] h^2 &= 1-h^2 \\ \Rightarrow v^2 &= (1-h^2) + \left(1-\frac{a}{h}\right)^2 h^2 \\ &= (1-h^2) + \left(1-\frac{2a}{h} + \frac{a^2}{h^2}\right) h^2 \\ &= (1-h^2) + \left(\frac{h^2-2ah+a^2}{h^2}\right) h^2 \\ &= (1-h^2) + (h-a)^2\end{aligned}$$

penyederhanaan dan pengambilan akar kuadrat dari kedua sisi menghasilkan persamaan

3.1.8.

$$v = \sqrt{(1-h^2) + (h-a)^2} \quad (3.1.8)$$

Persamaan 3.1.8 suatu kesimpulan familiar : Dampak langsung lingkungan pada IQ ($a+vr$) mendekati nilai maksimum 1 sebagai efek langsung sumbangsih genetik pada IQ (a) mendekati nol. Dimana $1/(1-b(a+vr;))=h/a$.

Pengambilan turunan nilai ekspektasi **persamaan 3.1.6** berkenaan dengan nilai u menghasilkan pengaruh nilai M atas perubahan u , dimana $v/(1-bv)$ sebagai konstanta.

Memasukkan v dan $(1-bv)$ menggunakan persamaan 3.1.8 dan 3.1.A3 diperoleh model penggandaan pada persamaan 3.1.9, kita dapat menuliskannya :

$$\frac{dM}{du} = \frac{v}{(1-bv)} = \sqrt{(1-h^2) + (h-a)^2} \frac{h}{a} \quad (3.1.9)$$

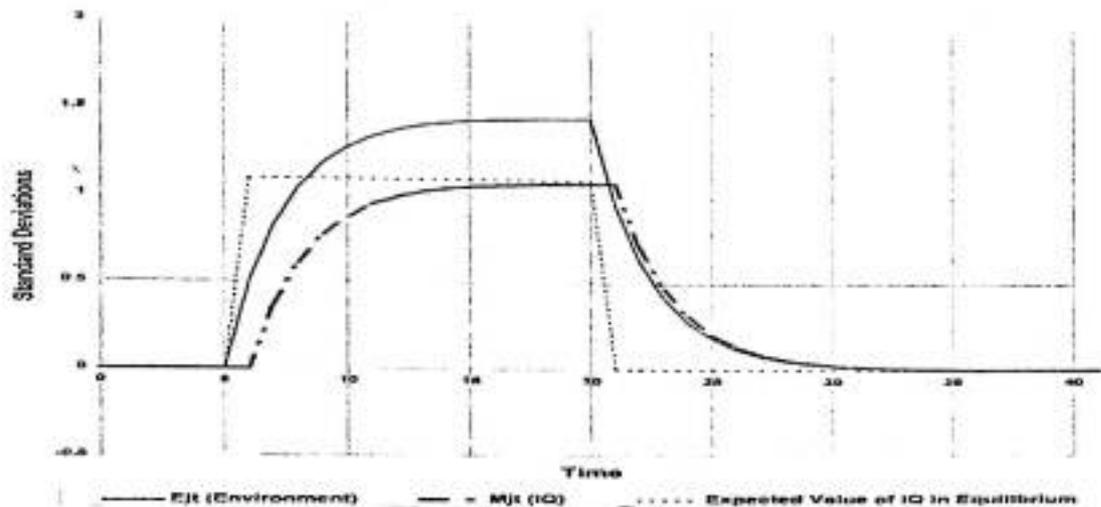
Sekali lagi, mustahil dilakukan dengan meletakkan pengaruh langsung sumbangan genetik pada nilai nol atau pun dekat kepada nol dalam konteks model ini. Namun demikian, fakta mengatakan bahwa kita dapat menguraikan penyempitan batas tertinggi dampak perubahan lingkungannya pada nilai satu dan kini mempunyai batas tak terhingga yang mempunyai pengaruh dramatis. Ketika penyempitan tersebut terjadi, maka dengan mengatur pengaruh langsung sumbangan genetik atas IQ (a) pada 0,2 dan mengasumsikan heritabilitas 0,75, maka ini akan mengimplikasikan bahwa perubahan standar deviasi awal 1,00 dalam lingkungan akan menyebabkan perubahan standar deviasi 0,84 pada IQ. Kini asumsi yang sama ini mengimplikasikan bahwa dampak peningkatan rata-rata pengaruh lingkungan exogenous (u) melalui standar deviasi 1,00 akan menaikkan standar deviasi 3,6 pada IQ.

Tabel 1
Penggandaan Model II untuk Perbedaan Nilai-Nilai Pengaruh Langsung Sumbangsih Genetik

Koefisien Sumbangsih Genetik (a)	Penggandaan Lingkungan ($v/(1-bv)$)
0,10	7,9
0,15	5,0
0,20	3,6
0,25	2,7
0,30	2,2
0,40	1,5
0,60	0,8
0,80	0,5

Sumber Data : APA (American Psychological Association)

Tabel 1 memperlihatkan nilai-nilai multiplier yang berbeda yang berhubungan dengan asumsi-asumsi yang berbeda tentang besaran pengaruh langsung sumbangan genetik pada IQ, dengan mengasumsikan $h^2 = 0,75$.



Gambar 3

Gambar 3 mempertunjukkan sebuah simulasi Model 2. Kita mengambil seseorang dengan sumbangan genetik rata-rata ($G = 0$), lingkungan rata-rata awal (u , e , dan $E = 0$), dan nilai untuk $a = 0,3$. Kami memperlihatkan apa yang terjadi, pada masa periode ke-6, ketika e dinaikkan dari 0 sampai 0,5, lalu yang terjadi ketika pada masa periode ke-21 dimana ia kembali direduksi menjadi 0. Seseorang dapat menyaksikan bagaimana E pada awalnya naik sekitar 0,5 dan bagaimana hal itu menyebabkan bertambahnya M melalui suatu pecahan dari jumlah itu dalam periode berikutnya. Kenaikan dalam M lebih lanjut, tetapi lebih kecil kenaikan dalam E , sebaliknya menyebabkan pula kenaikan dalam M yang lain. Karena proses tersebut berlanjut, maka secara perlahan M mendekati nilai keseimbangan barunya, yaitu 1,1. Pada periode ke-21, sebab awal kenaikan intelegensi

yang diukur ini pada akhirnya menghilang dan proses tersebut membalikkan dirinya sendiri.

Akibatnya, yang di atas itu mengasumsikan kompartementalisasi total antara E dan e . Hanya faktor bawaan internal yang mewarnai E ; tak satupun variasi dalam unsur lingkungan exogenous ($u + e$) bersumber dari sifat ini. Lagipula, hanya dengan melalui lingkungan exogenous yang sedang berubah faktor-faktor lingkungan exogenous yang di luar pribadi itu dapat mempengaruhi E . Jika hal itu merupakan kasus, maka tak akan ada artinya untuk mengukur perubahan dalam u berkaitan dengan varian E . Perubahan dalam u yang kecil sehubungan dengan E dapat menjadi sangat besar karena varian faktor-faktor exogenous (e). Oleh karena itu, sebagai suatu sebab perolehan IQ sepanjang waktu, maka perubahan itu, sebagaimana pada Model 2, akan benar-benar menjadi tak masuk akal.

III. 1. 3. Pemerataan dan Penggandaan Sosial

(Averaging and The Social Multiplier)

Adanya asumsi-asumsi sebagai berikut :

Pertama, ada beberapa skala pengaruh-pengaruh lingkungan yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap arus IQ. IQ akan menggambarkan rata-rata efek tersebut.

Kedua, pada tingkat dimana lingkungan dan IQ saling mempengaruhi tiap saat. IQ untuk tiap saat akan menjadi pemerata yang tidak langsung pada saat itu.

Ketiga, pada tingkat dimana IQ individu dipengaruhi oleh jenis-jenis IQ yang lain, maka IQ individu akan menyamaratakan pengaruh lingkungan luar seorang pria/ wanita dan juga pengaruh lingkungan exogeneous yang berpengaruh terhadap lainnya.

Tiga efek diatas dapat digambarkan dengan menuliskan kembali **persamaan 3.1.1'** dan **3.1.2'** sebagai berikut :

$$M_{jt} = aG_j + v(E_{jt-1} + wE_{jt-2} + w^2E_{jt-3} + \dots + w^t E_{j0}) \quad (3.1.1'')$$

$$= aG_j + v \sum_{i=1}^t w^{i-1} E_{jt-i}$$

$$E_{jt} = bM_{jt} + cP_t + (u_t + e_{jt}) \quad (3.1.2'')$$

dimana :

w = parameter yang bernilai antara 0 dan 1, dengan *asumsi* jika nilai $w \rightarrow 1$ maka pengaruh lingkungan masa lampau akan berkurang secara lambat laun dan jika $w \rightarrow 0$ maka berkurang secara cepat.

P = nilai rata-rata IQ populasi..

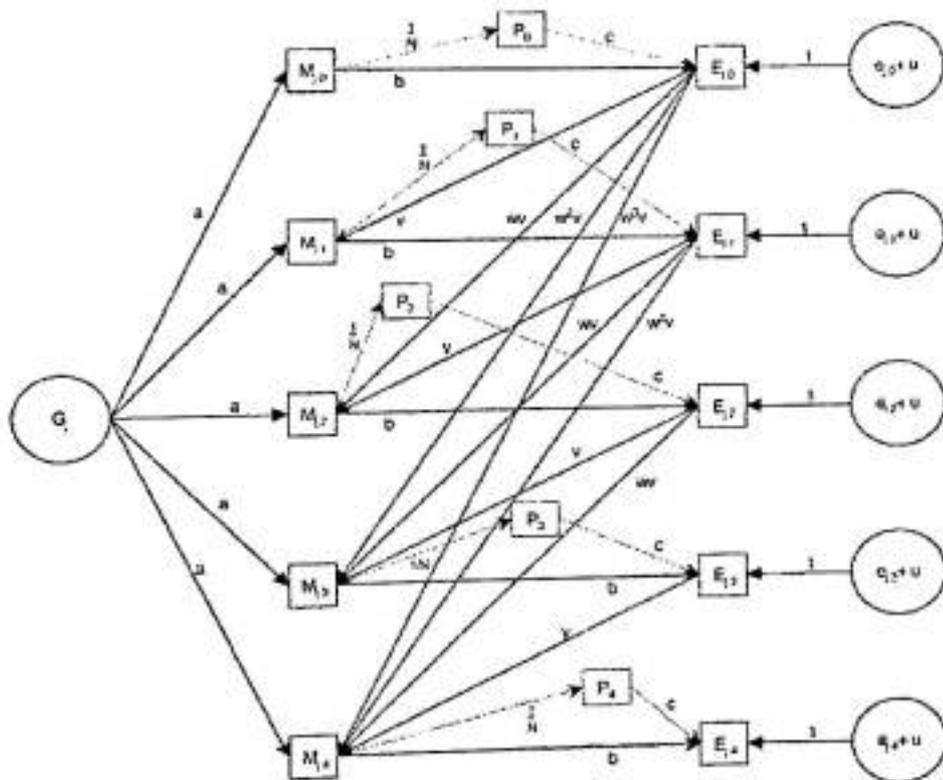
b = dampak IQ pada lingkungan

c = dampak nilai rata-rata IQ populasi

Sekarang kita memperlihatkan IQ sebagai sebuah fungsi pada jumlah pengaruh-pengaruh lingkungan masa lampau. Faktor bM pada **persamaan 3.1.2** tetap memakai asumsi

bahwasanya IQ saat tertentu mempengaruhi lingkungan saat itu sesuai dengan efek pemerataan yang kedua. Jika kita mengganti persamaan 3.1.2 nilai E ke persamaan 3.1.1, kita akan mendapatkan sebuah masa lalu pengaruh lingkungan exogeneos begitupun nilai untuk M . Jumlah ini memperlihatkan jenis kedua pemerataan.

Faktor cP dalam persamaan 3.1.2" memperlihatkan efek pemerataan yang ketiga. dengan asumsi $c > 0$, hal ini bisa dikatakan benar. Olehnya itu tiap orang dipengaruhi oleh rata-rata IQ masyarakat. Memasukkan IQ rata-rata masyarakat dalam penentuan lingkungan individual juga memperkenalkan sebuah jenis pengaruh penggandaan yang baru. Perubahan exogenous meningkatkan IQ dari beberapa anggota masyarakat. Selanjutnya akan diperlihatkan skema model interaksi dinamis pemerataan individu (*model 3*) dalam jangka waktu 5 periode.

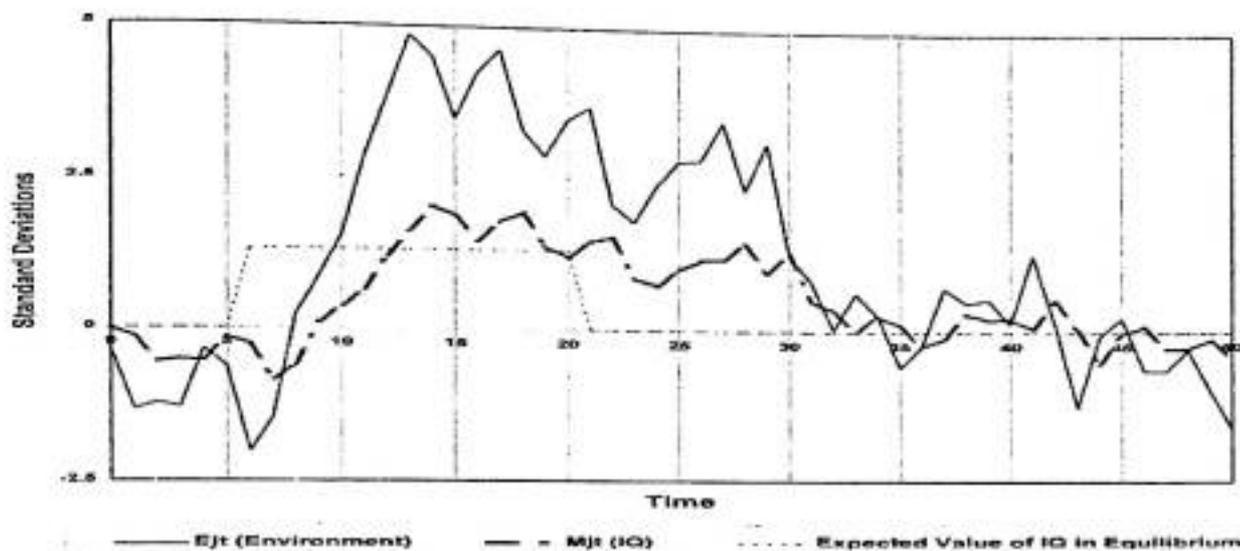


Gambar 4

P_t : Rata-rata IQ populasi pada waktu t

N : Nomor individu dalam suatu populasi

Lanjut, *Gambar 5* memperlihatkan simulasi model untuk individu yang menahan pengaruh-pengaruh sosial tetap konstan.



Gambar 5

Kita memilih nilai parameter yang memberikan pengganda 2,6 dan dalam periode ke-6 sampai ke-20, menaikkan pengaruh exogenous (u) dengan standar deviasi 1,5 pengaruh lingkungan exogeneos (e). Hal ini meningkatkan nilai kesetimbangan yang diharapkan terhadap IQ individu, dari 0 hingga 1,3. Sekali lagi, pengembangan di dalam lingkungan menyebabkan suatu peningkatan pada IQ, akan tetapi kali ini, kejutan acak pada lingkungan menyebabkan IQ melonjak diatas target yang diharapkan. Setelah stimulus lingkungan (peningkatan nilai u dihilangkan), IQ mendekati nilai kesetimbangan yang lain dan tetap berada dikisaran nilai tersebut sebagai hasil dari kejutan lingkungan yang berkelanjutan.

3.1.1.1. Untuk menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) merupakan persamaan diferensial linier homogen, kita dapat menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) memenuhi syarat homogenitas. Untuk menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) memenuhi syarat homogenitas, kita dapat menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) memenuhi syarat homogenitas. Untuk menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) memenuhi syarat homogenitas, kita dapat menunjukkan bahwa persamaan (3.1.1) memenuhi syarat homogenitas.

Pertama, menghitung turunan dari nilai ekspektasi ukuran Q mengenai suatu perubahan rate-rate distribusi dari pengaruh lingkungan exogenous (v). Kedua, menunjukkan bagaimana elemen-elemen turunan itu bisa direlasikan kuantitasnya yang kita ketahui satu dengan lainnya atau mungkin intuisi tentang hasil diskusi pada teks, dengan demikian penghubung nilai-nilai penggandaan a , b dan dampak rata-rata populasi pada IQ individu. Untuk memulai dengan menuliskan kembali persamaan 3.1.1":

$$\begin{aligned}
 M_{jt} &= aG_{jt} + v(E_{jt-1} + wE_{jt-2} + w^2E_{jt-3} + \dots + w^{t-1}E_{j0}) \\
 &= aG_{jt} + v \sum_{i=1}^{t-1} w^{i-1} E_{jt-i}
 \end{aligned}$$

secara tidak langsung dapat pula ditulis:

$$wM_{jt-1} = waG_{jt} + v \sum_{i=1}^{t-1} w^i E_{jt-i} \tag{3.1.A6}$$

selain itu persamaan 3.1.1" bisa dituliskan :

$$\begin{aligned}
 M_{\mu} &= aG_j + v \sum_{i=1}^t w^{i-1} E_{\mu-i} + wM_{\mu-1} - waG_j - v \sum_{i=1}^{t-1} w^i E_{\mu-i-1} \\
 &= (1-w)aG_j + wM_{\mu-1} + vE_{\mu-1}
 \end{aligned}
 \tag{3.1.A7}$$

memasukkan $E_{\mu-1}$ dari persamaan 3.1.2" ($E_{\mu-1} = bM_{\mu-1} + cP_t + (u_t + e_{\mu})$) ke persamaan 3.1.A7 dan hasilnya nampak pada persamaan 3.1.A8 :

$$\begin{aligned}
 M_{\mu} &= (1-w)aG_j + wM_{\mu-1} + v(bM_{\mu-1} + cP + (u + e_{\mu-1})) \\
 &= (1-w)aG_j + wM_{\mu-1} + bvM_{\mu-1} + vcP + v(u + e_{\mu-1}) \\
 M_{\mu} &= (1-w)aG_j + (w + bv)M_{\mu-1} + vcP + v(u + e_{\mu-1})
 \end{aligned}
 \tag{3.1.A8}$$

Persamaan 3.1.A8 melukiskan suatu *sistem stokastik dinamik* Sebagaimana sistem dinamik, membutuhkan analisis lainnya diawali dengan suatu kondisi atau mempelajari *sistem asimtotik*. Kita memilih mengerjakan keduanya dengan asumsi bahwa M dan E untuk individu lainnya pada waktu nol dengan mewakili nilai pada semua titik waktu:

$$E(M_{\mu}) = E(M_{\mu-1}) \text{ dan } E(E_{\mu}) = E(E_{\mu-1}).$$

Kita berasumsi bahwa nilai awal M dan E adalah *simtotik* atau *nilai ekspetasi setimbang*. Menilik bagaimana rata-rata intelegensi individu ditentukan dengan diberikan level tertentu rata-rata intelegensi pada masyarakat (P), nilai ekspektasi M (dari persamaan 3.1.A8) menganggap P konstanta :

$$E(M|P) = (w + bv)E(M|P) + vcP + vu = \frac{vcP + vu}{1 - w - bv} \quad (3.1.A9)$$

Dengan demikian, pengaruh level rata-rata pada konstanta IQ, efek suatu perubahan u pada rata-rata IQ individu adalah $v/(1 - w - bv)$.

Jika kita menanyakan apa yang akan terjadi pada nilai ekspektasi IQ masyarakat jika u dinaikkan, asumsi bahwa masyarakat begitu luas bahwa $P = E(M)$ dan memasukkan P pada persamaan 3.1.A9 untuk mendapatkan:

$$E(M) = (w + bv)E(M) + vcE(M) + vu = \frac{vu}{1 - w - bv - vc} \quad (3.1.A10)$$

atau pengali untuk perubahan u adalah $v/(1 - w - bv - vc)$

Sekarang kita akan memperlihatkan pengali pada faktor-faktor nilai yang kita tahu atau mungkin suatu tentang intuisi. Kita ingin merelasikan parameter model untuk menguraikan variansi pada analisis heritabilitas, kita perhatikan

$$\begin{aligned} \text{Var}(M) &= E([M - E(M)]^2) \\ &= E(\{[M - E(MG)] + [E(MG) - E(M)]\}^2) \end{aligned} \quad (3.1.A11)$$

(Perhatikan kita menganalisis pengali individu konstanta P , tetapi diakhiri dengan notasi indikasi ini untuk memudahkan) selama kedua faktor $M - E(M|G)$ dan $E(M|G) - E(M)$ ortogonal, kita akan mempunyai persamaan seperti dibawah:

$$\text{Var}(M) = E([E(M|G) - E(M)]^2) + E([M - E(M|G)]^2) \quad (3.1.A12)$$

Jika asumsi kita lanjutkan bahwa pengukuran intelegensi pada standar deviasi populasi, Kemudian faktor pertama pada sisi kanan pada persamaan 3.1.A12 sama diukur dengan h^2 , seraya faktor kedua sama diukur dengan $1 - h^2$.

Dengan mengambil ekspektasi persamaan 3.1.A8 dengan G sebagai konstanta diperoleh:

$$\begin{aligned} E(M|G) &= (1-w)aG + vcP + vu + (w+bv)E(M|G) \\ &= \frac{(1-w)aG + vcP - vu}{1-w-bv} \end{aligned} \quad (3.1.A13)$$

menjelaskan $D_t = M_t - E(M | G)$ dan $F = E(M | G) - E(M)$, selanjutnya,

$$h^2 = E(F) = E\left\{\left[\frac{(1-w)aG}{1-w-bv}\right]^2\right\} = \frac{(1-w)^2 a^2}{(1-w-bv)^2} \quad (3.1.A14)$$

karena variansi G masih diasumsikan menjadi 1 (satu). Demikian pula,

$$\begin{aligned} 1-h^2 &= E(D_t^2) = E\left(\left\{[w+bv][M_{t-1} - E(M|G)] + ve_{t-1}\right\}^2\right) \\ &= (w+bv)^2 E\left(\left\{M_{t-1} - E(M|G)\right\}^2\right) + v^2 E(e_{t-1}^2) + 2v(w+bv)E(e_{t-1}D_{t-1}) \end{aligned} \quad (3.1.A15)$$



bisa diperoleh dengan memasukkan persamaan 3.1.A8 untuk M_t , persamaan 3.1.A13 untuk $E(M|G)$ pada D dan faktor-faktor penghambat. Selama e_{t-1} tidak berkorelasi dengan M_{t-1} (dan begitu pula D_{t-1} , ekspektasi pada faktor terakhir persamaan 3.1.A15 adalah 0 (nol); dan sejak kita berasumsi bahwa variansi e adalah 1(satu), kita peroleh,

$$1 - h^2 = E(D^2) = (w + bv)^2 E\left(\left[M_{t-1} - E(M|G)\right]^2\right) + v^2$$

$$= \frac{v^2}{1 - (w + bv)^2} \tag{3.1.A16}$$

susun kembali faktor pada persamaan 3.1.A14 menghasilkan $a^2(1 - w)^2 / h^2 = (1 - w - bv)^2$. Karena itu,

$$\frac{a(1 - w)}{h} = (1 - w - bv) \tag{3.1.A17}$$

dan

$$\frac{1 - a(1 - w)}{h} = w + bv \tag{3.1.A18}$$

susun kembali faktor-faktor pada persamaan 3.1.A16 menghasilkan $v^2 = (1 - h^2)[1 - (w + bv)^2]$ dan memasukkan persamaan 3.1.A18 kedalam suatu lambang menghasilkan :

$$\begin{aligned}
 v^2 &= (1-h^2) \left\{ 1 - \left[1 - \frac{a(1-w)}{h} \right]^2 \right\} \\
 &= (1-h^2) \left[\frac{2a(1-w)}{h} - \frac{a^2(1-w)^2}{h^2} \right]
 \end{aligned}
 \tag{3.1.A19}$$

mengambil akar kuadrat dari kedua sisi **persamaan 3.1.A19** :

$$v = \sqrt{(1-h^2) \left[\frac{2a(1-w)}{h} - \frac{a^2(1-w)^2}{h^2} \right]}$$

dan memasukkan v pada pengali secara tidak langsung oleh **persamaan 3.1.A9**:

$$\frac{dE(M|P)}{du} = \frac{v}{(1-w-bv)} = \frac{\sqrt{(1-h^2) \left[\frac{2a(1-w)}{h} - \frac{a^2(1-w)^2}{h^2} \right]}}{\sqrt{\frac{a^2(1-w)^2}{h^2}}}$$

dan memasukkan **persamaan 3.1.A17** untuk angka penyebut:

$$\frac{dE(M|P)}{du} = \frac{\sqrt{(1-h^2) \left\{ \frac{a^2}{h^2} (1-w)^2 \left[\frac{2h}{a(1-w)} - 1 \right] \right\}}}{\sqrt{\frac{a^2}{h^2} (1-w)^2}}$$

menghasilkan **persamaan 3.1.10** yang merupakan pengaruh-pengaruh yang diharapkan untuk perubahan u untuk individu (tanpa umpan balik sosial) akan sebanding dengan:

$$\frac{dE(M|P)}{du} = \sqrt{(1-h^2) \left[\frac{2h}{(1-w)a} - 1 \right]} \quad (3.1.10)$$

dimana :

$E(M|P)$: Notasi nilai ekspektasi pengukuran intelegensi untuk individu pada titik kesetimbangan, diberikan suatu nilai P

P : Nilai IQ rata-rata populasi

u : Nilai rata rata pengaruh lingkungan exogenous

Lanjut lagi, gunakan akar kuadrat sisi kanan persamaan 3.1.A19 untuk angka pembilang dan memasukkan sisi kiri persamaan 3.1.A17 untuk $(1-w-bv)$ pada angka penyebut pengali secara tidak langsung oleh persamaan 3.1.A10 menghasilkan persamaan 3.1.11 dari teks sebelumnya beberapa penyederhanaan.

Jika asumsi kita hanya pada persoalan lingkungan saat ini untuk penentuan IQ ($w=0$) dan dampak langsung sumbangsih genetik pada IQ (a) = akar kuadrat pengukuran heritabilitas maka dampak perubahan (u) dengan standar deviasi 1.00 terhadap perubahan lingkungan exogenous (e) menjadi akar kuadrat $1-h^2$, dimana dapat kita katakan hasil menjadi sebagaimana analisis Jensen. Bagaimanapun, jika kita memperhitungkan beberapa pemerata pengaruh lingkungan masa lalu pada dunia IQ saat ini ($w>0$), kita mulai mendapatkan pengaruh hukum bilangan besar. Efek suatu perubahan pada nilai rata-rata pengaruh lingkungan exogenous meningkat melebihi apa yang secara tidak langsung dikatakan oleh Jensen.

Jika kita juga membenarkan dampak sumbangsih genetik pada IQ (a) dibawah akar kuadrat heritabilitas (h), kita memperkenalkan model kedua pemerata dan efek hukum bilangan besar menjadi lebih jelas sebagai dampak langsung sumbangsih genetik mendekati nol atau koefisien rata-rata pengaruh geometris (w) mendekati nol, dampak perubahan standar deviasi 1.00 pada nilai u mendekati tak terbatas.

Kita tidak bermaksud memperdebatkan dampak langsung sumbangsih genetik (a) dimana mendekati nol, tidak juga kita percaya bahwa bukti kuat pengaruh lingkungan akan membenarkan nilai w menuju 1. Bagaimanapun, asumsi bahwa nilai a adalah sebesar 0,3. Jika kita juga berasumsi bahwa nilai w tidak lebih besar dari 0,5 dan gunakan nilai $h^2 = 0.75$, model 3.1.10 memberikan sebuah pengganda perubahan pada $u=1,6$. Ini tiga kali lebih besar dari analisis Jensen, Murray dan Herrnstein. Jika efek langsung genetik adalah 0,25 dan $w = 0,9$, penggandaan menjadi lebih besar dari 4,00. Dengan kata lain, perubahan pada rata-rata distribusi pengaruh lingkungan exogenous (u) sekecil 0,25; standar deviasi dari nilai e akan menyebabkan lebih dari 1.00 perubahan standar deviasi pada IQ.

Tetapi kita belum selesai. Kita tidak mengambil pengganda sosial kedalam laporan, Sekali lagi bahwa terhadap interaksi sosial setiap orang dipengaruhi oleh IQ rata-rata kelompok sosial mereka dan rata-rata IQ masyarakat. Jika kita menaikkan rata-rata pengaruh lingkungan exogenous (u) untuk setiap orang didapatkan modelnya sebagai berikut :

$$\frac{dE(M)}{du} = \frac{\sqrt{(1-h^2) \left[\frac{2h}{a(1-w)} - 1 \right]}}{1 - \frac{h}{a} \frac{cv}{(1-w)}} \quad (3.1.11)$$

dimana:

E(M): Notasi nilai ekspektasi pengukuran intelegensi untuk individu pada titik kesetimbangan

c : konstanta dampak rata-rata intelegensi lingkungan individu

Jika c adalah nol, model 3.1.11 kembali kemodel 3.1.10. Jadi jika dampak langsung sumbangsih genetik pada intelegensi (a) sama dengan heritabilitas dan $w=0$, efek-efek perubahan (u) dibatasi tidak lebih dari akar kuadrat $1-h^2$. Bagaimanapun model 3.1.11 memperlihatkan sesuatu yang baru. Kita tidak butuh lebih lama efek langsung sumbangsih genetik (a) untuk menuju nol selama penggandaan menjadi luas yang tak terbatas.

Perpaduan antara penggandaan individu (dimana pertumbuhan $a(1-w)/h$ gagal) dan penggandaan sosial (dimana pertumbuhan $c(a+vr)$;meningkat) menjadi begitu kuat terhadap pengaruh keseluruhan menjadi tak terbatas.

Kita tidak percaya bahwa penggandaan luasnya tak terbatas. Meskipun demikian, nilai yang masuk akal untuk h^2 , efek langsung sumbangsih genetik pada IQ (a) dan ciri dampak kenaikan pada rata-rata IQ sosial pada IQ individu $c(a+vr)$ dapat memberikan penggandaan terbatas adalah masih sangat luas. **Tabel 2** mengandung ilustrasi penggandaan selama rentang nilai parameter.

Tabel 2

Penggandaan Lingkungan untuk Model III dengan Pengaruh-pengaruh Sosial

	Tanpa Pengaruh Sosial ($c = 0$)				Pengaruh Sosial (Sedang) ($c = 0,4$)				Pengaruh Sosial (Besar) ($c = 0,8$)							
	$w = 0$		$w = 0,5$		$w = 0$		$w = 0,5$		$w = 0$		$w = 0,5$					
<i>Dampak langsung</i>																
Genetic (a)																
0,1	2,0	7,9	2,9	8,2	10,5	41,3										
0,2	1,4	3,6	2,0	3,9	3,1	8,1	10,5	20,3								
0,3	1,1	2,2	1,6	2,5	1,9	3,9	4,6	7,1	8,7	17,3						
0,4	0,9	1,5	1,4	1,8	1,4	2,3	3,1	4,1	3,4	5,5						
0,5	0,8	1,1	1,2	1,4	1,1	1,6	2,4	2,8	2,1	2,9	46,7	54,5				

Sumber Data : APA (American Psychological Association)

Akhirnya, *tabel 2* membenarkan kita akan alamat pada pertanyaan, relatif pentingnya akan perbedaan segi model. Kita siap mendiskusikan mengapa pengaruh penggandaan penting untuk memperoleh dampak lingkungan lebih besar dari standar deviasi IQ 1,00 dari perubahan lingkungan exogenous kurang dari standar deviasi 1,00. Pada *table 2* kita bisa melihat bahwa penggandaan sosial tidak penting untuk perluasan efek penggandaan, tetapi menjadikan hal yang mungkin untuk mendapatkan mereka tanpa setting efek langsung sumbangsih genetik (a) mendekati nol. Satu bentuk hasil pengganda individu pemerataan. Jadi efek penggandaan selalu memerlukan pemerataan. Seperti yang ditunjukkan *tabel 2*, dua sumber-sumber pemerata lainnya ($w > 0$ atau penggandaan sosial atau keduanya) membuat lebih mudah untuk mendapatkan pengaruh yang lebih luas.

III. 2. Interpretasi, Implikasi dan Aplikasi Pemodelan.

Diasumsikan bahwa sesuatu (dari daftar penggerak kita atau beberapa kausa lain) menaikkan atau memunculkan u , rata-rata distribusi faktor-faktor lingkungan exogenous, dengan standar deviasi 0,01 (terhadap e) per tahun. Faktor-faktor ini banyak dan berubah-ubah sepanjang waktu. Lagipula, IQ setiap orang dipengaruhi oleh IQ rata-rata dari lingkungan sosial mereka dan karena itu IQ rata-rata masyarakat manusia, jadi kita pun mempunyai multiplier sosial. Kita akan berasumsi bahwa penggerak (trigger) tersebut telah bekerja selama sewaktu yang panjang dan bahwa masyarakat telah mencapai keseimbangan pertumbuhan. Untuk contoh ini kita akan mengasumsikan bahwa $c = 0,2$, $a = 0,2$ dan $w = 0$.

Melalui nilai parameter ini, maka standar deviasi 1,00 menaikkan rata-rata pengaruh-lingkungan exogenous yang akan menghasilkan penguatan IQ standar deviasi 4,5. Jadi jika u telah bertambah melalui standar deviasi 0,01 setiap tahunnya selama 30 tahun, maka total pertambahan 0,30 standar deviasi akan menghasilkan penguatan IQ standar deviasi 1,35. Ini lebih dari hanya menandingi penguatan IQ Dutch pada Raven dari tahun 1952 sampai 1982.

Kita memperoleh perubahan-perubahan ini dengan menghipotesiskan pergeseran rata-rata distribusi pengaruh lingkungan exogenous. Kita nyatakan bahwa perubahan ini memberikan penjelasan yang lebih masuk akal terhadap perubahan-perubahan IQ dibanding daripada Faktor X literal yang harus memiliki pengaruh pada setiap individu dalam cara yang sama. Walaupun sangat sulit untuk menggambarkan bagaimana

pengaruh yang sama di antara individu dapat berubah sepanjang waktu karena diperlukan oleh Faktor X literal. Tidak sulit untuk menggambarkan bahwa rata-rata distribusi pengaruh-pengaruh lingkungan dapat berubah sepanjang waktu. Faktanya bahwa rata-rata yang berubah ini tidak mengimplikasikan pengaruh yang sama. Sebagai contoh, jika perubah utama adalah kebutuhan kognitif terhadap pekerjaan yang mungkin bisa berubah sehubungan dengan perubahan teknologi dan pertumbuhan kemakmuran, maka model kita tidak mempersyaratkan bahwa semua pekerjaan menjadi tuntutan yang sama. Sebagian dapat meningkatkan kebutuhan kognitif mereka sedangkan yang lain bisa berkurang.

Tentu saja, jika varian kebutuhan kognitif terhadap pekerjaan telah berubah, maka varian IQ juga harus berubah. Ini dapat menjadi sebuah permasalahan bagi model itu karena kita tahu bahwa tak ada keterangan atau bukti yang mengemukakan bahwa varian skor uji baku (raw test) telah berubah. Bagaimanapun juga, mudah untuk diimajinasikan bahwa rata-rata dapat berubah tanpa perubahan varian. Jika pekerjaan dikembangkan dengan sesuatu rangkaian tugas yang menggantikan gugusan tugas lainnya, dan jika varian kebutuhan tugas-tugas baru itu sama dengan yang lama, maka total varian kebutuhan kognitif tidak akan berubah. Sebaliknya, terdapat pengaruh-pengaruh yang dapat diimbangi. Misalnya, rata-rata kebutuhan kognitif terhadap pekerjaan dapat dinaikkan karena pekerjaan yang telah komplit tetap lebih komplit. Ini akan menambah varian kebutuhan kognitif terhadap pekerjaan dan cenderung menaikkan varian IQ dalam model kita. Namun demikian, jika pada saat yang sama jumlah keluarga yang berkurang

menambah kebutuhan kognitif terhadap kehidupan keluarga, maka hal ini hampir pasti akan diiringi dengan reduksi varian jumlah keluarga sehubungan dengan pengaruh-pengaruh dasar (keluarga harus terdiri dari sekurang-kurangnya dua orang) dan karena itu reduksi varian kebutuhan kognitif terhadap kehidupan keluarga. Melalui suatu kecenderungan ke arah peningkatan varian dan penurunan dari hal lainnya, maka selisih pengaruh pada varian IQ benar-benar dapat menjadi kecil.

Setelah menggunakan model ini untuk menjawab pertanyaan tentang heritabilitas dan penguatan-penguatan IQ, sekarang kita perhatikan arah sebaliknya. Asumsikan model ini memberikan representasi yang wajar terhadap proses yang menghasilkan perbedaan-perbedaan IQ individu dan keturunan. Berapa perkiraan h^2 dan penguatan IQ yang memberitahukan kepada kita tentang model itu ?

Untuk mengakomodasi pengaruh-pengaruh lingkungan yang luas dan heritabilitas yang tinggi, maka model kita memerlukan multiplier yang relatif besar untuk perubahan rata-rata pengaruh lingkungan exogenous, $dE(M)/du$. Kita dapat berspekulasi tentang seberapa besar perbedaan-perbedaan lingkungan di antara generasi yang ada, tetapi kita tak tahu dengan pasti. Semakin besar perubahan lingkungan exogenous yang kredibel, maka semakin kecil multiplier yang dibutuhkan untuk mengakomodasi perubahan-perubahan IQ yang diamati. Di satu pihak, terjadi perubahan-perubahan kekayaan yang besar, waktu luang, tempat kerja dan rumah. Di lain pihak komponen varian yang kita hubungkan kepada "lingkungan" mengandung perbedaan-perbedaan sehubungan dengan banyaknya

hal yang kemungkinan tidak dapat berubah sepanjang waktu. Oleh karena itu, kita akan terkejut jika perubahan lingkungan exogenous telah mengalami lebih dari 1,00 standar deviasi per generasi dan diduga bahwa perubahan-perubahan itu sangat kurang dari itu. Dengan demikian, multiplier 1,5 atau lebih nampaknya perlu menjelaskan penguatan IQ setiap saat. Multiplier yang demikian itu dapat dihasilkan melalui sejumlah kombinasi nilai yang berbeda dari parameter-parameter model. Bagaimanapun juga, untuk memperoleh multiplier yang diperlukan, maka pengaruh tidak langsung dari gen-gen pada IQ melalui lingkungan harus bersaing atau mendominasi pengaruh langsung dukungan genetik. Inilah yang merupakan gambaran berbeda dari perkembangan intelegensi manusia dibanding dengan yang biasa dihubungkan dengan pernyataan bahwa 75% variansi IQ adalah genetik.

Kami yakin bahwa model ini dapat memberikan kejelasan baru tentang fenomena lain berkenaan dengan IQ. Dalam proses tersebut, kita memperoleh implikasi untuk parameter-parameter model dan implikasi lebih jauh untuk pemahaman kita terhadap proses yang menggenerasikan IQ. Pendekatan kita berasumsi bahwa parameter-parameter persamaan untuk IQ adalah bersifat tetap sedangkan parameter-parameter persamaan untuk lingkungan berubah-ubah menurut umur dan lingkungan individu. Tidaklah mengejutkan bahwa jika gen-gen dan lingkungan memainkan peran yang berbeda dalam penurunan IQ pada umur yang berbeda, tetapi ia memberikan pengertian kepada kita bahwa sistem biologis yang menentukan IQ akan lebih stabil dibandingkan dengan sistem sosial yang akan menentukan lingkungan. Lebih jauh lagi, asumsi alamiah tentang



bagaimana proses yang menentukan lingkungan dapat berubah nampaknya cukup menjelaskan suatu bidang yang luas dari fenomena tanpa mengasumsikan beberapa perubahan dalam parameter persamaan IQ.

Studi Adopsi dan Cross-Racial Parenting

Model kita dapat menjelaskan pola hasil dari studi-studi ini. Adopsi mungkin merupakan manipulasi lingkungan yang paling ambisius. Ketika seorang anak dari latar belakang yang tidak beruntung diadopsi ke dalam suatu keluarga kelas menengah ke atas, maka perkembangan kualitas lingkungan dijumlahkan dengan perubahan radikal dalam pengaruh-pengaruh lingkungan exogenous (e). Pembaca yang merasa cocok dengan model ini akan melihat bahwa hal ini dapat merupakan hasil dari anak-anak yang diadopsi yang memperoleh kontrol atas komponen-komponen lingkungan yang semakin lama semakin besar sesuai dengan usia mereka dan akibat kerusakan dari pengaruh-pengaruh lingkungan yang ditanggung bersama.

Studi cross-racial parenting dan adopsi dapat juga dijelaskan secara lebih jelas melalui model kita dibandingkan dengan model standar. Model standar mengimplikasikan bahwa lingkungan adalah lemah. Jika demikian, mengapa anak-anak yang ibunya kulit Hitam dan ayahnya kulit Putih memiliki IQ yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan anak yang ibunya kulit Putih dan ayahnya kulit Hitam (*Willerman, Naylor, dan Myrianthopoulos, 1974*)? Ibu adalah kontributor yang jauh lebih penting untuk lingkungan anak-anak tertentu dibandingkan dengan ayah, tetapi ibu dan ayah sama-sama

memiliki kontribusi terhadap gen anak. Dalam konteks model kita, hasil Willerman dan rekan-rekannya (1974) mengingatkan bahwa lingkungan memainkan peran potensial dalam perbedaan-perbedaan IQ kulit Hitam-Putih.

Sementara itu pengadopsi kulit Hitam adalah muda dan terutama tinggal di rumah, keluarga kulit Putih mempunyai dampak yang cukup besar pada IQ mereka. Karena mereka berumur, IQ anak yang diadopsi (adoptee) mulai lebih berkorelasi dengan orang tua normal kulit Hitam mereka dibandingkan dengan orang tua adoptif kulit Putih mereka dan IQ rata-rata mereka cenderung menurun di bawah anak-anak yang diadopsi kulit Putih. Secara keseluruhan, kedua fenomena ini telah diinterpretasikan sebagai bukti kesenjangan gen genetik antar ras; anak-anak kulit Hitam mengalami kemunduran ke rata-rata kulit Hitam yang ditentukan secara genetik yang lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata kulit Putih yang ditentukan secara genetik.

Ada empat point yang relevan:

- Pertama, jika pengaruh keluarga menjadi lemah pada anak remaja yang terakhir, maka pengaruh adopsi akan menghilang—tanpa memperhatikan ras anak-anak.
- Kedua, anak yang diadopsi akan cenderung kembali ke IQ sebelum ada campur tangan jika gen dan lingkungan keluarga pengganti (*postfamily*) mereka sama dengan gen dan lingkungan keluarga sebelumnya (*prefamily*) (yang terakhir ini, tentu saja, sedikit masuk akal. Kombinasi gen dan lingkungan akan menentukan IQ keluarga sebelum atau penggantinya. Apabila kenyataan menunjukkan bahwa IQ dewasa rata-rata (*average mature*) dari anak adopsi berkulit Hitam lebih

rendah dibandingkan dengan IQ dewasa rata-rata dari anak adopsi berkulit Putih yang membuktikan bahwa agaknya gen lebih merupakan penyebab kesenjangan IQ kulit Hitam – Putih dibanding daripada lingkungan, maka hal itu benar-benar menimbulkan tanda tanya. Semua kemungkinan masih terbuka—apakah gen atau lingkungan atau keduanya yang menentukan kesenjangan IQ rasial. Model kita menunjukkan bahwa data adopsi tidak menciptakan perkara yang kuat bahwa lingkungan memiliki peran penjelas yang lemah berkenaan dengan perbedaan-perbedaan IQ baik di dalam maupun di antara ras-ras itu.

- Ketiga, sebagaimana Flyn (1980, hal 104; 1999, sub. 13-14) telah mengakui, bahwa yang menimbulkan pertanyaan adalah anak adopsi kulit Hitam dan Putih tidak menghambat atau menghalangi paritas (keseimbangan) IQ ketika mereka berada dalam lingkungan keluarga. Barangkali kemudian, keluarga tidak secara sepenuhnya menguasai lingkungan itu; lagipula, keluarga adopsi tak dapat mengatasi perbedaan-perbedaan lingkungan prenatal (sebelum melahirkan), perinatal, dan awal postnatal (setelah melahirkan) antara kulit Hitam dan Putih, perbedaan-perbedaan tersebut mungkin sebagian penting (Broman, Nichols, dan Kenedy, 1975; Jensen 1998, hal. 500 – 509). Tak seperti pengaruh lingkungan yang lebih-transien (bertempat tinggal sementara) pada kehidupan selanjutnya, pengaruh-pengaruh lingkungan yang sangat awal dari jenis ini dapat memiliki pengaruh fisik yang sepermanen dengan pengaruh-pengaruh dukungan genetik. Hampir semua estimasi heritabilitas yang didasarkan pada studi adopsi akan

mencampuradukkan pengaruh-pengaruh lingkungan yang demikian itu dengan dukungan genetik.

- Keempat, studi Eyferth (1961) tentang anak-anak yang berayah seorang tentara Amerika yang berkulit Hitam dan Putih dengan wanita Jerman setelah Perang Dunia II. Studi ini merupakan satu-satunya studi tentang anak Amerika kulit Hitam yang digali dari lingkungan biasa mereka. Anak-anak yang setengah berkulit Hitam mempunyai lingkungan prenatal, perinatal, postnatal Jerman berkulit Putih dan keluarga. Studi tersebut memperlihatkan paritas IQ antara kulit Hitam (setengah kulit Hitam) dan kulit Putih. Flynn (1980, sub hal. 84-102) telah menyelidiki persoalan-persoalan yang berkaitan, seperti apakah ayah kulit Hitam adalah genetik elit.

Di sini bukan tempatnya untuk memperdebatkan kembali persoalan IQ kulit Hitam-Putih. Kita semata-mata hendak menempatkan literatur adopsi lintas-rasial ke dalam perspektif dan menjelaskan bagaimana studi-studi ini dapat dengan mudah diakomodasikan dalam konteks model kita. Sebaliknya, model standar Jensen dan yang lainnya mengalami masa yang sangat sulit dalam mengakomodasi bukti pengaruh lingkungan yang besar ketika anak-anak masih tinggal di rumah orang tua adopsi mereka.

Studi Pengaruh Aktivitas Sekolah pada IQ

Terkadang ada pendapat yang menentang bahwa korelasi antara tahun pendidikan dan IQ memperlihatkan bahwa orang-orang yang mempunyai IQ lebih tinggi memperoleh pendidikan lebih baik, bukan pendidikan itu yang menaikkan IQ. Ceci (1991) menyajikan sekumpulan jenis bukti mengesankan yang berbeda, dan analisisnya meninggalkan sedikit keraguan bahwa aktivitas sekolah mempengaruhi IQ. Bagaimanapun juga, model kita menawarkan interpretasi yang sangat berbeda terhadap fenomena itu dibandingkan dengan yang ditemukan dalam studi Ceci itu, dan tinjauan terbaru *Winship dan Korenman (1997)*.

Sejumlah studi menemukan pengaruh pendidikan yang besar pada IQ yang berlangsung selama beberapa tahun setelah orang itu meninggalkan sekolah. Tak ada penjelasan tentang pengaruh yang tetap besar dalam model kita karena model ini mengimplikasikan bahwa pengaruh lingkungan pada masa lalu seharusnya tak berlaku lagi selamanya. Sebagaimana disebutkan di atas, kita dapat menyesuaikan model kita untuk menerima pengaruh lingkungan permanen yang paling sederhana. Tetapi mestikah kita melakukannya ?

Semua studi yang menemukan pengaruh-pengaruh jangka panjang kita ketahui memiliki metodologi umum : Oleh karena itu, studi tersebut menurunkan IQ yang terakhir dengan ukuran IQ yang diambil ketika orang itu masih sekolah, jumlah tahun aktivitas sekolah yang diselesaikan, dan variabel-variabel lainnya. Koefisien positif pada tahun-tahun pendidikan diambil sebagai keterangan sebab akibat pendidikan pada IQ. Hal itu tak perlu diikuti, karena model kita telah menjelaskannya. Anggaplah bahwa tahun-

tahun masuk sekolah yang diselesaikan merefleksikan IQ pada waktu penyelesaian sekolah dan bahwa kedua ukuran IQ dan penyelesaian sekolah yang berlangsung pada titik dalam waktu yang cukup jauh sehingga faktor-faktor lingkungan yang menentukan IQ pada dasarnya tidak berkorelasi, korelasi di antara ketiga ukuran ini seluruhnya berhubungan dengan unsur bersama dari dukungan genetik individual. Dengan kata lain, dengan meregresikan IQ orang dewasa pada tahun-tahun kegiatan sekolah yang diselesaikan dan ukuran IQ yang paling awal, maka para periset dapat meregresikan salah satu ukuran genetik potensial pada kedua ukuran genetik potensial pendengaran yang lain. Jika suatu variabel diregresikan pada kedua ukuran pendengaran itu sendiri, maka keduanya akan mempunyai koefisien positif dengan jarak mereka yang tergantung pada perbandingan sinyal –dengan- pendengaran mereka. Studi yang dirancang seperti ini sama sekali tidak informatif terhadap pengaruh aktivitas sekolah pada IQ.

Namun demikian, literatur ini juga mengandung sejumlah studi quasi-eksperimental dimana faktor-faktor yang melampaui kontrol individu menyebabkan mereka kurang lebih mengikuti kegiatan sekolah. Ini terlepas dari kritisisme yang dibuat di atas. Sejauh yang kita ketahui, pengaruh-pengaruh IQ dalam studi ini semuanya telah diukur secara teliti dalam masa perubahan lingkungan. Kedua pengaruh yang diestimasi paling besar terhadap penurunan tingkat pendidikan ini berasal dari kasus golongan anak-anak, yang anggotanya akan membentuk kelompok yang saling tergantung sama lain, keluaran dari pendidikan formal selama periode waktu yang diperpanjang (*DeGroot, 1948; Green, Hoffman, Morse, Hayes, dan Morgan, 1964*). Terdapat faktor pembaruan dalam kedua kasus ini, dan kedua posisi penulis ini

mengalami masa yang sulit secara pasti dalam menetapkan fakta pembanding (counterfactual) quasi-eksperimental. Juga, pengaruh-pengaruh besar yang diukur dalam studi kelompok yang anggotanya berinteraksi ini, apabila dipertentangkan dengan studi individu, maka setidaknya bersifat dorongan terhadap pentingnya multiplier sosial.

III. 3. Penganalogian Pemodelan

Argumen kelemahan faktor lingkungan yang baru saja didiskusikan mengandung asumsi ketidaktergantungan lingkungan dengan sumbangsih genetik. Walaupun kemungkinan keduanya bisa dikorelasikan, sudah mendapatkan pengakuan secara umum. Namun asumsi tersebut masih belum mengandung kepastian apakah gen tersebut hadir hanya melalui mekanisme biologis atau melalui lintasan yang dimediasi oleh lingkungan. Namun, bagaimanapun juga kami percaya secara bersama-sama korelasi gen X lingkungan dan mekanismenya telah menyebabkan perubahan secara radikal implikasi estimasi heritabilitas. efek potensial lingkungan pada IQ.

Model tersebut sangat abstrak. Untuk membuat ide itu menjadi konkrit kita akan menggunakan *analogi olahraga*. Semenjak tahun 1945, kebanyakan anak orang Amerika telah beralih dari olah raga baseball ke basketball dan semenjak itu basketball menjadi olah raga yang amat digemari. Dapat diasumsikan bahwa heritabilitas dalam masalah bermain basketball penduduk Amerika merupakan turunan (*ukuran tersebut berilah nama bp*), dan bp tersebut menunjukkan adanya kemajuan sepanjang waktu dan dengan logika yang telah dipakai bagian sebelumnya, differensiasi tersebut tidaklah menjadi acuan adanya varian dalam kemampuan. Hal ini mengandung suatu paradoks :

ketidakhadiran pola reproduktif differensial bp menunjukkan penyebab genetik perolehan bp tidak penting dan oleh karenanya perolehan bp haruslah besar dikarenakan faktor lingkungan. Tetapi bagaimanapun juga, tipe kalkulasi Jensen telah membuat hipotesa pengaruh lingkungan seperti menjadi menggelikan.

Korelasi gen X lingkungan ; Penyesuaian dan efek pensamaran

Model standar yang memiliki paradoks mengasumsikan anugerah genetik dan lingkungan tidak berkorelasi. Hal ini mengandung pengertian bahwa pelatihan, kerja, mempraktekkan basketbal dan semua faktor lingkungan yang mempengaruhi performa tidak berelasi gen berpengaruh pada orang menjadi tinggi, langsing dan bagus. Supaya hal ini menjadi kenyataan maka para pemain harus seleksi secara acak varsitas team pemain basketbal dan memperoleh keuntungan pelatihan profesional dan praktek yang intens, tanpa menyangkut adanya pengembangan, kesempatan, minat atau bakat dan pengacakan ini harus mencakup semua tingkat mulai dari yang diambil secara informal sampai tingkat NBA, orang yang membenci basketbal juga harus diikuti dalam seleksi ini seperti halnya orang yang sangat fanatik terhadap basketbal.

Hal ini bebar-benar terjadi. Gen itu menjadi hal pertama bahan pembangun kualitasnya sebagai pemain basketbal, maka bermain sendiri akan mengarahkan menjadi sebuah lingkungan yang mendukung performa yang lebih baik. Penyesuaian (*match*) ini tidaklah sempurna, tentu saja tapi tendensinya jelas. Sejauh kualitas lingkungan sesuai dengan perolehan genetik, maka ada kemungkinan anak kembar identik akan memiliki kesamaan bp dikarenakan gen mereka yang sama akan menjadi lingkungan yang sama

produksi bp- baik mereka dibesarkan secara bersama atau secara terpisah semenjak lahir. walaupun dibesarkan dalam rumah yang sama, saudara yang dibesarkan secara adopsi atau tidak akan memiliki bp yang sangat berbeda, yang pada akhirnya akan berpengaruh kesesuaian mereka dengan differensiasi lingkungan bp. Estimasi Heritabilitas akan berhutang pada gen dengan menciptakan differensiasi bp yang tidak akan lahir kalau gen dan lingkungan tidak berkorelasi.

Efek berganda

Bayangkanlah bahwa sebagian keunggulan tubuh tersebut kemudian tidak ada. Asumsikan bahwa anak itu bermain basketbal dimasa sekolah SMA-nya, tapi kemudian dia tidak lagi mendapatkan banyak pengaruh dari ayahnya dan malah menemukan kesukaannya pada masalah kimia. Dan dia kemudian memutuskan ingin menjadi ahli kimia, walaupun dia masih menyukai basketbal. Dia kemudian kurang terfokus pada basketbal dibandingkan dengan teman-temannya. Dengan usaha sedikit dan adanya keunggulan biologis yang juga sedikit, dia tidak mungkin akan mendapatkan beasiswa untuk melanjutkan dalam bidang baskeball. Dan kemampuan tersebut lambat laun akan menurun dan lama-lama akan hilang.

Analogi ini mengilustrasikan beberapa hal: pertama menggambarkan suatu proses penting kesesuaian. Anak tersebut menikmati keunggulan lingkungan sebagai akibat dari kemampuan awal yang baik. Orang yang semenjak lahirnya memiliki keunggulan genetik biasanya memiliki lingkungan yang mendukung. Keunggulan genetik tersebut sebenarnya bisa jadi sangat kecil. Tetapi karena adanya timbal balik antara kemampuannya sendiri

dengan lingkungan, keunggulan tersebut akan semakin inheren dalam diri anak tersebut. Dan kita temukan suatu yang bisa kita sebut *multiplier (pengganda)* proses dimana antara kemampuan dan lingkungan yang bersesuaian dapat meningkatkan pengaruh differensiasi kemampuan baik sumber genetik atau lingkungan. Seseorang yang memiliki cacat fisik bisa jadi diletakkan pada program khusus dengan instruksi yang intens untuk membantunya memecahkan masalah cacatnya.

Walaupun anak dalam contoh tersebut diuntungkan oleh gen dan lingkungannya, keunggulan tersebut juga bisa hanya berbentuk lingkungan – ayahnya menyukai basketball. Analogi tersebut menunjukkan adanya pengaruh lingkungan dan gen, lingkungan mempengaruhi gen, gen mempengaruhi gen dan begitu seterusnya. Analogi ini menunjukkan bahwa eskalasi peningkatan kemampuan itu akan hilang jika keunggulan lingkungannya juga hilang. Analogi ini sangat membantu kita untuk memecahkan beberapa masalah yang kita temui pada IQ : kenapa efek intervensi dan adopsi IQ berkurang, kenapa stabilitas IQ meningkat dan kenapa heritabilitas IQ meningkat seiring dengan penambahan usia.

Fokus kita pada sejarah kehidupan individual berarti kita belum mengarah pada masalah pokok: perubahan dalam tingkat rata-rata kemampuan bermain basketball dalam sebuah populasi. Salah satu solusi untuk problema ini adalah dengan mengasumsikan adanya perubahan (misalnya TV yang mempopulerkan basketball) menyebabkan kenaikan kecil, rata-rata perubahan demikian dapat menghilangkan efek berganda pada level individual yang bisa mengubah kemampuannya dengan cepat. Namun bayangkan sebuah masyarakat dimana banyak individual bermain basketball dan semakin lama

permainan mereka semakin baik. Jika rata-rata bp dari keseluruhan populasi meningkat, hal ini akan mempengaruhi dengan cepat lingkungan basketball pada kualitas interaksi antar pemain dan pelatihnya dan seterusnya. Dengan kata lain, bahkan peningkatan yang sedikit saja rata-rata grup bp-nya dapat semakin meningkatkan rata-rata grup tersebut lebih jauh lagi, dan hal itu akan terus berlanjut sampai tak terbatas. Kita menamakan ini sebagai *penggandaan sosial*. Walaupun tidak penting bagi keterangan lebih jauh kita tentang perolehan IQ sepanjang waktu, namun secara kualitatif merubah model dan oleh karenanya menjadi lebih mudah untuk menyediakan keterangan lebih jauh.

BAB IV

PENUTUP

IV.1. KESIMPULAN

1. Telah ditunjukkan bagaimana hubungan pengaruh sebab akibat (*causal reciprocal*) antara sifat genotif IQ dengan kondisi lingkungan dapat menekan, melipatgandakan serta memiliki nilai rata-rata efek pengaruh lingkungan sehingga pengaruh lingkungan yang dianggap relatif kecil dapat menghasilkan jenis perubahan IQ yang besar.
2. Selain itu juga telah digambarkan bagaimana model yang digunakan untuk menerangkan luasnya perkembangan fenomena tersebut dalam literatur IQ. Bagaimana semua fenomena tersebut dapat memberi kontribusi bagi peningkatan pengertian atau pemahaman yang lebih baik mengenai implikasi penggunaan model tersebut.
3. Model yang kita gunakan saat ini termotivasi oleh adanya suatu fenomena paradoks dalam meneliti masalah IQ, namunpun demikian model ini masih tetap relevan untuk menggambarkan tingkat perkembangan sikap dan perilaku secara panjang lebar. Setiap sikap yang memiliki suatu kecenderungan menyesuaikan dirinya sendiri dengan kondisi lingkungannya dan memaksa harus berperilaku sesuai kondisi lingkungan dari model yang kita terapkan, maka tetap dapat digunakan selama efek pengaruh lingkungan tersebut tidak mengakumulasinya dalam waktu jangka panjang.



4. Sebaliknya jika pengaruh lingkungan terakumulasi, maka efek yang ditimbulkan dapat diakomodir melalui beberapa perubahan sederhana saja. Demikian pula sifat paradoksial gen-gen terhadap efek lingkungan dalam pembentukan IQ dapat diketahui melalui analisis dan diharapkan mampu menunjukkan sesuatu hal lainnya yang dianggap penting atau berpengaruh, yaitu model formal potensial dari perkembangan sifat perilaku genotif sebagai suatu produk hubungan sebab akibat antara lingkungan dengan genotifnya.

IV.1. S A R A N

1. Efek pengaruh lingkungan akan mempersempit proses masa transisi lingkungan terhadap pertumbuhan IQ. Jika hal ini benar adanya, maka model formal yang kita gunakan saat ini seharusnya lebih menekankan pentingnya peningkatan IQ sejak usia dini pada masa anak-anak, bukan dengan cara memaksakan kenaikan IQ orang dewasa.
2. Diharapkan dapat memperbesar kemungkinan produk IQ otak yang dihasilkan dalam periode waktu yang panjang jika mereka mengajarkan pada anak-anak bagaimana melipatgandakan (*replikasi*) perkembangan IQ diluar jenis program yang membutuhkan pengalaman secara kognitif.
3. Perlunya diadakan penelitian lebih lanjut terhadap faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap perkembangan IQ, mengingat betapa luasnya fenomena tersebut dalam literatur IQ.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell , R. Q. dan Harper, L.1977. *Child effects on Adults*. Lincoln, University of Nebraska Press
- Ball, M. A. B.A., Ph. D., M.Inst. P,1985. *Mathematics In The Social And Life Sciences* : Teories, Models and Methods, Halsted Press:division of John Wiley dan Sons, New York.
- Block, N. J & Dworkin Gerald, 1976. *The IQ Controversy*, A division of Random House, New York.
- Haberman, 1977. *Mathematical Models (Mechanical Vibrations, Population Dynamics, and Traffic Flow)*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Haditono, S. R, DR, Prof, 1985. *Psikologi Perkembangan (Pengantar dalam berbagai bagiannya)*,Gajah Mada University Press, Yogyakarta.