Simulasi Teori Permainan Cooperative - 31PD: Contoh kasus Pengelolaan Usaha Penambangan di Kec. Panggungrejo Blitar

Mit Witjaksono

Abstract: Cooperative-31PD simulation game theory could be applied indealing with the case ofhow prospective stakeholders have to solve theirinterest in holding any kind of resource (i. e. mining) management coperativelyon the basis ofmutual-benefit. This preliminary example gives anoutline and procedures how to do it, though in real situation it needs anumber ofproceeding actions prior to using computer simulation bysoftwares recommended.

Keywords: game theory, iterated prisoner's dilemma, mining management.

EKONOMI BISNIS



Perilaku Kontroversif Kebijakan Inisiasi Dividen di Indonesia

Solusi Strategis Organisasi Bisnis Menghadapi Persaingan di Era Global

Simulasi Teori Permainan *Cooperative-3IPD*: Contoh Kasus Pengelolaan Usaha Penambangan di Kecamatan Panggungrejo Blitar

Revitalisasi Pertanian di Indonesia: Kebijakan Strategis Pembangunan Ekonomi Nasional Berkelanjutan

Strategi Pengentasan Kemiskinan sebagai Implementasi Otonomi Daerah

Market Orientation dan *Organizational Learning:* suatu Kajian Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah Penggerak Otonomi Daerah

Tahun 11, Nomor 1, April 2006
ISSN: 0853-7283
Terakreditasi No. 34/DIKTI/Kep. 2003

JURNAL EKONOMI BISNIS

Terbit tiga kali setahun (April, Agustus dan Desember): ISSN 0853-7283, Terakreditasi dengan SK Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Nomor: 34/DIKTI/Kep/2003, Tanggal 10 Juni 2003, dengan peringkat B, berisi tentang hasil penelitian gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, tinjauan kepustakaan, resensi buku baru, dan tulisan praktis dalam bidang ekonomi dan bisnis.

Ketua Penyunting
Agus Hermawan

Penyunting Pelaksana
Hari Wahyono
Supriyanto
Mit Witjaksono
Bambang Sugeng

Penyunting Ahli
Wahjoedi (Universitas Negeri Malang)
Hari Susanto (Universitas Brawijaya Malang)
Moeljadi (Universitas Brawijaya Malang)
Eko Ganis S. (Universitas Brawijaya Malang)
Sulastri (Universitas Negeri Padang)
Indra Safri (Universitas Riau)

Penyunting Tamu
Sutrisno Djaja (Universitas Jember)
Umar Nimran (Universitas Brawijaya Malang)
Nurhadi (Universitas Negeri Yogyakarta)
A. Yusuf Imam Suja'i (Universitas Islam Malang)

Pelaksana Tata Usaha
R.J. Herry Soewito

Alamat Penyunting dan Tata Usaha: FE Universitas Negeri Malang Jl. Surabaya 6 Malang 65145 Gedung E3. Telepon (0341) 551-312 (4 saluran) psw. 275 dan 276. Faks. (0341) 551-921. E-mail: Ekobis_feum@yahoo.co.id. Langganan 3 Nomor setahun Rp 180.000,00 (luar Jawa) dan Rp150.000,00 (Jawa). Uang langganan dapat dikirimkan dengan wesel pos ke alamat Tata Usaha atau melalui Bank BNI 46 Capem Malang rekening a/n Agus Hermawan QQ Ekobis FE UM Nomor: 8494046-8.

JURNAL EKONOMI BISNIS diterbitkan oleh Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Malang. **Dekan:** Sutrisno. **Pembantu Dekan I:** Ery Tri Djatmiko RWW. **Pembantu Dekan II:** Sutatmi, **Pembantu Dekan III:** Mulyoso. Terbit pertama kali pada tahun 1995 oleh Jurusan Pendidikan Dunia Usaha FPIPS IKIP MALANG.

JURNAL EKONOMI BISNIS

Tahun 11, Nomor 1, April 2006

DAFTAR ISI

Heri Pratikto — Analisis Pengaruh Kinerja Kredit Mikro terhadap Profitabilitas PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Sidoarjo, **1–15**

Sawitri Dwi Prastiti
Sri Pujiningsih — Pengukuran Kinerja pada Lembaga Keuangan Mikro Non Bank (LKMNB) Koperasi Simpan Pinjam di Malang dengan Pendekatan *Balanced Scorecard*, **16–31**

Akhmad Naruli — Analisis *Income Smoothing* terhadap Kinerja Perusahaan, **33–47**

Arisyahidin Hs. — Analisis Kinerja Keuangan terhadap Nilai Perusahaan (Studi Komparatif *Sharpe-Treynor Model*), **48–65**

Kristyana Dananti
Magdalena Nany — Faktor-faktor yang Membedakan *Leverage Ratio* Perusahaan Tekstil dan Garmen di Bursa Efek Jakarta sebelum dan selama Krisis Ekonomi, **66–75**

Bambang Sugeng — Perilaku Kontroversif Kebijakan Inisiasi Dividen di Indonesia, **76–96**

Lexie A. Lumingkewas — Penganggaran dan Keuangan Daerah, **97–111**

Imam Mukhlis — Kausalitas antara Nilai Tukar Rp/US$ dengan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 1974–2004, **112–123**

Umiyati Idris — Solusi Strategis Organisasi Bisnis Menghadapi Persaingan di Era Global, **124–138**

Harmon — Pengaruh Kompetensi terhadap Kelancaran Kerja dan Kualitas Pelayanan (Studi pada *Front Office* Hotel-hotel di Bandung), **139–152**

Norani Aulia Basri Pengaruh Faktor-faktor Kepuasan Kerja terhadap Prestasi Kerja Karyawan Perusahaan Daerah Air Minum Bandarmasih kota Banjarmasin, **153–167**

Mit Witjaksono Simulasi Teori Permainan *Cooperative-3IPD*: Contoh Kasus Pengelolaan Usaha Penambangan di Kecamatan Panggungrejo Blitar, **168–191**

M. Syahirman Yusi Revitalisasi Pertanian di Indonesia: Kebijakan Strategis Pembangunan Ekonomi Nasional Berkelanjutan, **192–207**

Gede Agus Indra Tenaya Pentingnya Analisis Kristis Manajemen Akuntan dalam Konteks Organisasi, **208–224**

Sri Pujiningsih Mana Pengungkapan *Social Cost* Perusahaan?, **225–236**

Maryunani Strategi Pengentasan Kemiskinan sebagai Implementasi Otonomi Daerah, **237–246**

Purwohandoko *Market Orientation* dan *Organizational Learning:* suatu Kajian Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah Penggerak Otonomi Daerah, **247–259**

Imran Ismail Analisis Pelayanan Prima terhadap Kepuasan pelanggan Bank BNI Cabang Sengkang Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan, **260–277**

Ichsan Strategi Pemasaran untuk Meningkatkan Mutu Lulusan Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Pontianak, **278–291**

Yulia Hambo Djahir Penerapan Pembelajaran Aktif pada Matakuliah Budgeting dengan Teknik JIGSAW di Program Studi Pendidikan Ekonomi FKIP Universitas Sriwijaya, **292–308**

KATA PENGANTAR

Pada edisi April tahun 2006 *Jurnal Ekonomi Bisnis* tetap konsisten untuk memunculkan dua puluh tulisan dari penulis yang tersebar latar belakangnya. Klasifikasi berdasarkan tema yang dimunculkan adalah sebagai berikut: 6 tulisan manajemen keuangan, 3 manajemen sumber daya manusia, 4 ekonomi pembangunan, 3 manajemen pemasaran, 1 leadership, 2 akuntansi dan 1 tulisan dengan tema manajemen stratejik. Tema yang berfokus manajemen keuangan banyak menganalisis perdagangan saham pada bursa efek Jakarta dengan dampak transaksi yang ada di dalamnya. Sedangkan tema manajemen sumber daya manusia tiga tulisan mengkaji tentang kinerja karyawan ditinjau baik dari komitmen, motivasi, prestasi maupun pengukurannya. Beragamnya asal penulis dan tema merupakan indikasi semakin tersebarnya cakupan wilayah dan tema-tema yang diangkat dalam setiap kajian ekonomi dan bisnis. Dengan kondisi tersebut diharapkan dapat semakin dipertahankan eksistensi dan keberlanjutan setiap penerbitan *Jurnal Ekonomi Bisnis* di masa yang akan datang. Mengangkat kajian hasil penelitian tetap menjadi tujuan utama dari setiap penerbitan ekonomi bisnis. Kali ini kami mengangkat 16 tulisan hasil penelitian dan 4 tulisan dari kajian konseptual. Ke depan tulisan hasil penelitian akan tetap dipertahankan sebagai ciri khas *Jurnal Ekonomi Bisnis* dengan tidak mengabaikan tulisan konseptual yang berbobot.

Edisi pertama tahun 2006 ini juga merupakan edisi akreditasi yang pamungkas sebelum kembali Jurnal Ekobis ini dinilai ulang akreditasinya. Pada bulan Juni yang akan datang mudah-mudahan sudah tersampaikan kembali akreditasi baru untuk berlaku tiga tahun yang akan datang. Akreditas B yang didapat selama ini mudah-mudahan dengan doa restu pemerhati Jurnal ini dapat kembali dipertahankan sehingga forum pengembangan masalah-masalah ekonomi bisnis tetap bisa terus disampaikan kepada masyarakat. Konsistensi penerbitan yang berkala, konsistensi isi dan tema serta cakupan asal penulis dan kaidah-kaidah gaya selingkung tulisan tetap secara ketat berusaha dipenuhi oleh dewan editor. Sehingga harapan yang ada adalah tetap berkelanjutannya akreditasi jurnal ini, sebagai jurnal berskala nasional tetap optimis dimiliki oleh dewan redaksi. Amiin.

Malang, April 2006
Ketua Penyunting

Simulasi Teori Permainan *Cooperative-3IPD*: Contoh Kasus Pengelolaan Usaha Penambangan di Kecamatan Panggungrejo Blitar

Mit Witjaksono

Abstract: *Cooperative-3IPD simulation game theory could be applied in dealing with the case of how prospective stakeholders have to solve their interest in holding any kind of resource (i.e. mining) management cooperatively on the basis of mutual-benefit. This preliminary example gives an outline and procedures how to do it, though in real situation it needs a number of proceeding actions prior to using computer simulation by softwares recommended.*

Keywords: *game theory, iterated prisoner's dilemma, mining management*

Menurut *Laporan KKN & Site Visit Tim Monitoring Pengembang Wilayah, LPM UM* (Sm. Genap 2002/2003) di Kecamatan Panggungrejo, Kabupaten Blitar terdapat sejumlah potensi sumber daya alam berupa deposit bahan galian/tambang, antara lain: *batu gobos*, *onyx*, *bentoit*, dan *batu bintang*. Potensi ini baru sebagian dieksploitasi oleh masyarakat setempat dengan penggalian secara tradisional dan dijual masih dalam bentuk bongkahan (mentah). Upaya untuk mengelola secara serius dengan orientasi ekonomi produktif (bisnis) dengan memanfaatkan TTG (Teknologi Tepat Guna) selama ini masih dalam taraf pembicaraan antara: masyarakat setempat, pemerintah setempat, dan calon pengusaha/investor (sementara dari luar kecamatan). Dari wawancara dan diskusi kelompok *(focus group)* antara Tim *Monitoring* LPM UM dengan kelompok masyarakat sekitar (semacam KSM–Kelompok Swadaya Masyarakat) sementara fokusnya masih dalam pengelolaan hutan bersama Perum Perhutani), dan

Mit Witjaksono adalah dosen jurusan Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Malang

pemerintah Desa/Kecamatan, diketahui bahwa masyarakat dan pemerintah menghendaki sumber daya alam tersebut bisa dikelola secara ekonomis dan profesional, yang hasilnya selain dapat memberdayakan ekonomi masyarakat sekitar juga menambah PAD (Pendapatan Asli Daerah). Dari hasil diskusi dirumuskan tentang kehendak masyarakat bersama pemerintah setempat bahwa di dalam usaha penambangan harus memenuhi empat kriteria dasar berikut:

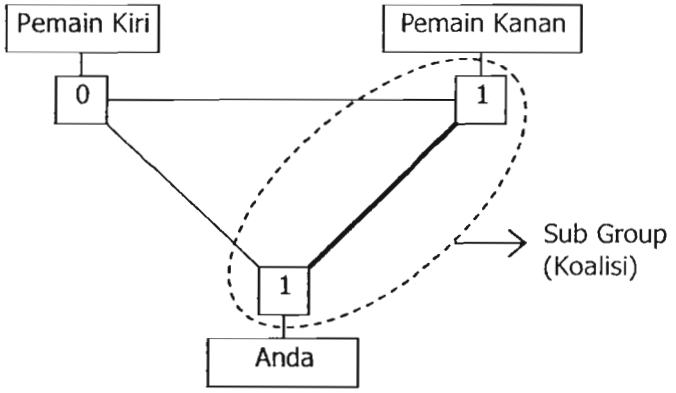
(1) Pelibatan secara aktif-produktif masyarakat sekitar melalui KSM yang dibentuk, baik dalam pengelolaan (manajemen & organisasi) maupun produksi dan pemasarannya.
(2) Penerapan sistem konservasi lingkungan dan reklamasi bekas galian.
(3) Pembagian hasil yang adil dan proporsional di antara pihak terkait (masyarakat, pemerintah, dan investor).
(4) Jaminan akuntabilitas dan sustainabilitas usaha, baik pada aspek manajemen maupun sosial-kemasyarakatan.

Untuk mewujudkan kehendak yang memenuhi kriteria di atas, sudah barang tentu terlebih dahulu harus dicapai kesepakatan masing-masing pihak (KSM, pemerintah desa/kecamatan, dan calon investor) yang dilandasi oleh azas kooperatif dengan hasil akhir saling menguntungkan (*mutual benefit*). Dalam rangka mencapai kesepakatan ini, diperlukan pendekatan dan mekanisme komunikasi interaktif di antara ketiga pihak yang bisa ditempuh melalui berbagai cara dan media. Secara simulatif bisa diartikulasikan melalui model permainan (baca: teori permainan) yang kooperatif untuk tiga pemain dalam kondisi *prisoner's dilemma*. Dengan simulasi permainan ini akan diketahui sejauhmana peluang kooperatif antar tiga pemain (KSM-pemerintah-investor) masih bertahan, dan diharapkan berlanjut secara optimal guna mendukung rencana pengembangan usaha penambangan.

LATAR TEORI & PRINSIP

IPD (Iterated Prisoner's Dilemma) berakar dari permainan *(game)* klasik *PD (Prisoner's Dilemma)* yang diciptakan Merril Flood & Marvin Dresher pada RAND Corp. Tahun 1950, kemudian dipopulerkan sebagai teori permainan oleh John von Neumann & Oskar Mortgensen pada tahun 1952 (Beaufils, *et al.*, 1998 dan Fichter & Baedke, 2000). Model dasar (standar) PD untuk dua pemain dengan dua strategi: C *(cooperative)* atau D *(defective)* ditampilkan sebagai matriks *payoff* sebagai berikut.

Untuk tiga pemain, Akiyama & Kaneko melukiskan interaksi antar 3 pemain (salah satunya adalah Anda) dan keadaan (*state*) kartu yang dipegang/dimainkan masing-masing pemain pada suatu saat yang memungkinkan terbentuknya sub group/koalisi sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1 Posisi 3 Pemain dalam IPD & terjadinya Sub Group/Koalisi

Anda pegang kartu 1, pemain kanan juga pegang kartu 1, interaksinya akan membentuk sub group atau koalisi, masing-masing mendapat skor. Pemain kiri, karena tidak sama kartunya dengan Anda ataupun pemain kanan, ia tidak mendapat skor. Namun, jika semua pemain kartunya sama, masing-masing juga tidak akan mendapat skor.

Aturan main di atas dirumuskan secara spesifik sebagai berikut.

(1) Tiap pemain harus pegang salah satu kartu: 0 atau 1 (0: kooperatif, 1: defektif).
(2) Jika dua pemain pegang kartu yang sama, keduanya dianggap membentuk sub group/ koalisi, dan mendapat skor 3.
(3) Pemain di luar sub group tidak mendapat skor.
(4) Jika semua pemain pegang kartu sama, ketiganya tidak mendapat skor.

Untuk satu ronde permainan *payoff* disusun sebagaimana tampak pada Tabel 2.

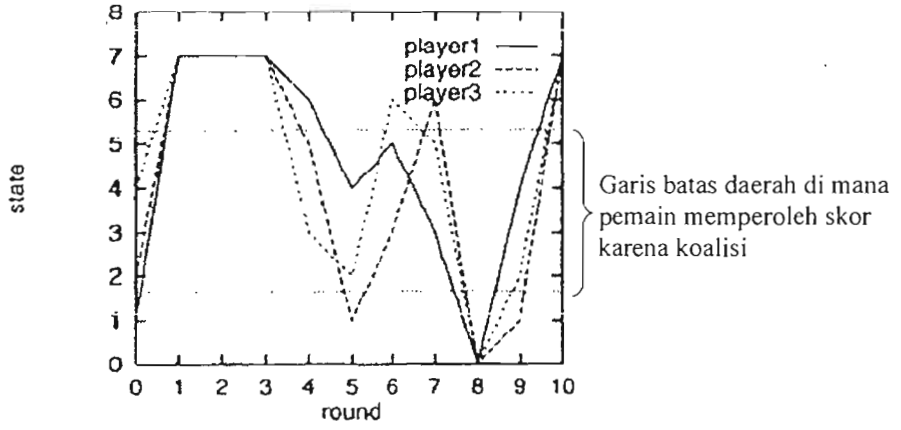
Tabel 2 Matriks *payoff* Permainan 3IPD

State	Kiri	Kanan	Anda	Skor	
0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	
2	0	1	0	3	
3	0	1	1	3	} Terbentuknya koalisi
4	1	0	0	3	
5	1	0	1	3	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	0	

Pada kolom 1 ada 8 *states*, masing-masing menunjukkan kemungkinan kartu yang dipegang ketiga pemain (kolom 2, 3, dan 4), dan nilainya (kolom 5). Hanya pada *state* ke 2, 3, 4, dan 5 (skornya 3) terjadi koalisi antar 2 pemain dari 3 pemain. Dalam tiap ronde pemain akan memainkan kartu berulang kali secara berurutan hingga mencapai ronde maksimum yang ditetapkan. Pengulangan (iterasi) aksi yang dilakukan 3 pemain secara keseluruhan selanjutnya disebut interaksi. Kartu yang dimainkan tiap pemain ditentukan sesuai dengan strateginya, yang mengacu pada *history of the states* seperti contoh pada Tabel 1. Jumlah/ banyaknya ronde yang telah dimainkan sebelumnya yang dipakai sebagai acuan strategi disebut "panjang memori" *(memory length)* yang disediakan untuk tiap algoritma adalah terhingga dan dalam rentangan tertentu yang tetap *(finite within a given fixed range)*. Jadi, untuk kartu berikut yang dimainkan pemain ditentukan menurut panjangnya memori atau historis *state*-nya. Demikian juga, dengan informasi kartu pertama yang dimainkan ditentukan oleh algoritma tiap pemainnya. Garis batas daerah di mana pemain memperoleh skor karena koalisi.

Contoh hasil simulasi turnamen permainan 3IPD selama 10 ronde dari Akiyama & Kaneko (1995:96).

Selain dikembangterapkan dalam berbagai bidang, IPD juga mengilhami kreasi berbagai programasi komputer, baik yang dirancang berdiri sendiri *(stand alone)*, maupun yang dioperasikan melalui paket program aplikasi yang sudah ada (sebagai *add-ins & utilities function*). Beberapa contoh perangkat lunak yang khusus diprogram untuk simulasi IPD, selain yang dikembangkan Axelrod, misalnya yaitu:



Gambar 2 Hasil simulasi permainan 3IPD (3 pemain, 8 *states*, 10 ronde)

- *Evolving Strategies for the Prisoner's Dilemma–Java Script (Andrew Errity, 1999).*
- *Laboratory Experiments with the PD–Java Script Window Version (Philippe Mathieu, 1998).*
- *In-class Simulations of the IPD Game–Mathematica Rel. 3 (Peter Bodo, 2002).*

Konsep perilaku "evolusi", "kooperatif", "kompetitif", dan "dinamika interaksi" juga turut berkembang sebagai kajian sistemik dan sistematik dalam bidang algoritmik genetika (*genetics algoritmic*), mulai dari ilmu sosiologi, rekayasa genetika, hingga rekayasa kehidupan buatan (*artificial life*).

Model Simulasi Permainan *Cooperative*-3IPD

(Contoh Situs Penambangan di Indonesia)

Salah satu karya tim peneliti Indonesia (Permana, dkk. 2002) yang dipublikasikan pada *JEL* (*Journal of Economic Literature*, 2004), *WoPEc* (*Working Papers Economic*, 2004), dan *EconPapers* (2004), memaparkan bagaimana simulasi permainan 3IPD seperti yang dilakukan Akiyama & Kaneko di atas diaplikasikan untuk situs penambangan di Indonesia.

Model dasar interaksi sama dengan Akiyama & Kaneko, hanya berbeda (disederhanakan) skor matriks *payoff*-nya sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3 Matriks *payoff* Koalisi Permainan 3IPD

State	Kiri	Kanan	Anda	Skor
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	0

} Terbentuknya koalisi

Perolehan nilai *payoff* antara tiga pemain, misalnya: *A*, *B*, dan *C*, dihitung berdasarkan selisih antara kedekatannya dan separasinya, misalnya untuk pemain *A*:

Payoff A = [koalisi *A* dan *B* lawan *C*] + [separasi *A* dan *B* lawan *C*]

Koalisi antara *A* dan *B* dihitung menurut nilai kedekatannya dikurangi dengan nilai separasinya, misalnya untuk *payoff* A =

[(nilai kedekatan *A* dan *B*) x (nilai separasi *A* dan *C*)] +

[(nilai kedekatan *A* dan *C*) x (nilai separasi *A* dan *B*)]

Jika masing-masing aksinya dinyatakan dengan *s*, yaitu *sA*, *sB*, dan *sC*; *payoff*-nya *r* , yaitu *rA*, *rB* dan *rC*; dan nilai kedekatan dan separasinya

$(|\sigma A - \sigma B|)$ = nilai kedekatan *A* dan *B*

$(|\sigma A - \sigma C|)$ = nilai kedekatan *A* dan *C*

$|\sigma A - \sigma B|$ = nilai separasi *A* dan *B*

$|\sigma A - \sigma C|$ = nilai separasi *A* dan *C*;

maka perolehan *payoff* masing-masing:

$$\rho A = (1 - |\sigma A - \sigma B|) * |\sigma A - \sigma C| + (1 - |\sigma A - \sigma C|) * |\sigma A - \sigma B|$$

$$\rho B = (1 - |\sigma B - \sigma A|) * |\sigma B - \sigma C| + (1 - |\sigma B - \sigma C|) * |\sigma A - \sigma C|$$

$$\rho C = (1 - |\sigma C - \sigma A|) * |\sigma C - \sigma B| + (1 - |\sigma C - \sigma B|) * |\sigma A - \sigma B|$$

Setting latar masalah yang menjadi dasar kesepakatan dan aturan permainan diartikulasikan ke dalam lingkup masalah yang potensial akan terjadi atau timbul dalam pengelolaan usaha bersama oleh tiga pemain: masyarakat, pemerintah, dan pengusaha *(investor)*, dalam empat kategori: ekonomi, lingkungan, politik, dan sosial-budaya.

Implementasi permainan mengacu pada rumusan variabel dan parameter yang terkait dengan masing-masing lingkup kategori empat masalah potensial di atas. Secara matematis, bila variabel-variabel dan parameternya dinyatakan ke dalam suatu fungsi.

$f(a,b,c, ...,t)$, di mana a, b, c, d, ... adalah variabel fungsi dengan parameter waktu t. Variabel yang dimaksud tercakup dalam kategori ekonomi, lingkungan, politik, dan sosial-budaya. Sedang fungsi aksi yang dilakukan tiap pemain dinyatakan dalam.

$$\delta_{ij} \begin{cases} 1, \text{jika } f(a,b,c,d,...,t) \geq k(t), \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$
$$i \neq j$$

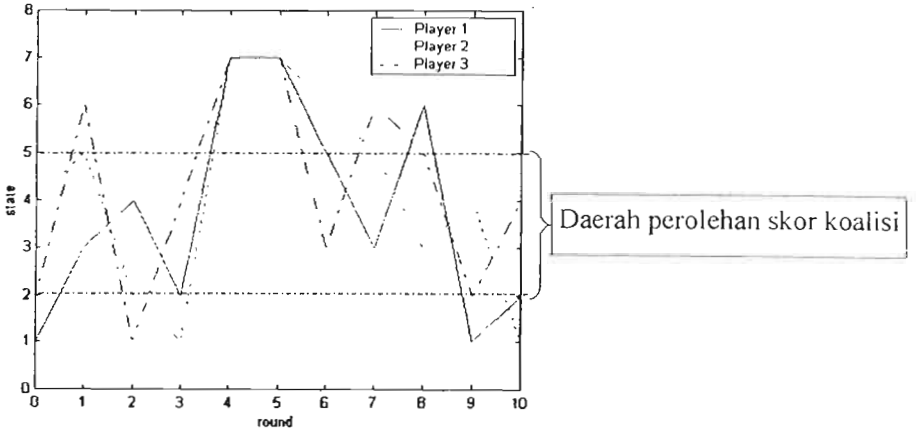
δ_{ij} adalah aksi yang dilakukan pemain i relatif terhadap pemain j

k adalah konstanta yang ditentukan kelak menurut hasil survai di lapangan (data riel)

Aksi yang dilakukan pemain i terhadap j tidak bersifat komutatif, karena itu $ij \neq ji$

Simulasi dilaksanakan melalui dua tahap: (1) dengan 3IPD, dan (2) dengan IPD.

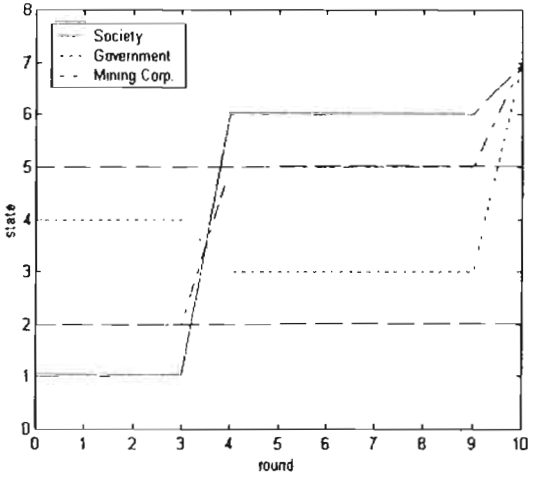
(1) 3IPD diprogramkan dalam 3 modul, tiap modul memuat ronde turnamen, contoh hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 3 Turnamen 3IPD

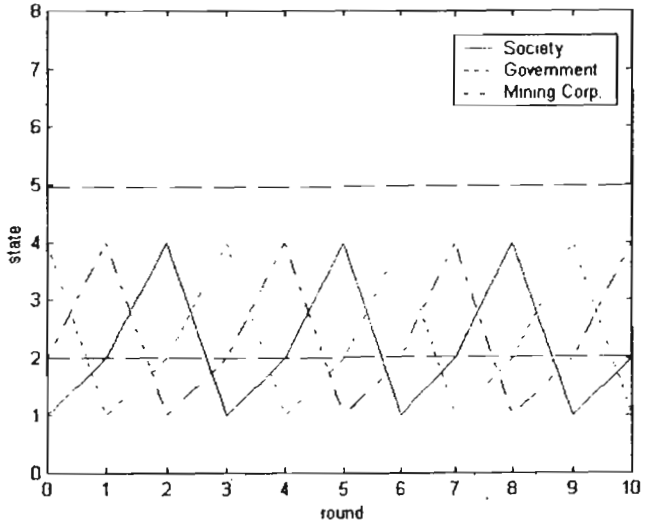
Pada simulasi tiap modul menunjukkan bahwa dari tiga pemain harus dipisah menjadi dua orang dan satu orang agar mendapat skor. Dari pemisahan ini diketahui paling tidak ada dua macam diferensiasi: (a) diferensiasi kelas *(class differentiation)*; dan (b) diferensiasi temporal *(temporal differentiation)*.

(a) Diferensiasi kelas, atau bias diferensiasi, karena ada pemain yang kalah dan dieksploitasi oleh pemain lain yang berkoalisi. Misalnya, koalisi antara pemerintah dengan pengusaha yang mengeksploitasi rakyat sekitar situs penambangan.



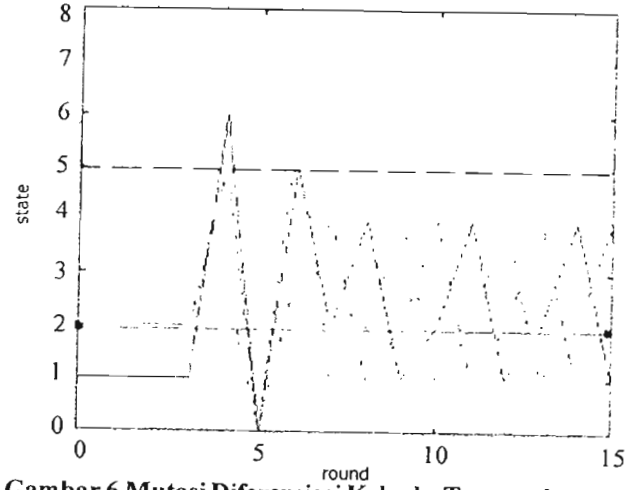
Gambar 4 Diferensiasi Kelas

(b) Diferensiasi temporal, karena perubahan atau pergeseran koalisi yang terjadi dari waktu ke waktu, sehingga tiap pemain sempat memperoleh skor, meski tidak serempak. Bila kondisi ini tercapai, bisa dikatakan bahwa dari ketiga pemain tersebut telah terbangun suatu koalisi optimum yang memungkinkan tercapainya sustainbilitas dalam kerjasama pengelolaan situs penambangan. Dengan kata lain, tiap pemain akan mendapatkan giliran pada ronde di mana ia memperoleh skor, atau secara ekonomis mendapat manfaat dari sistem kerjasama itu.



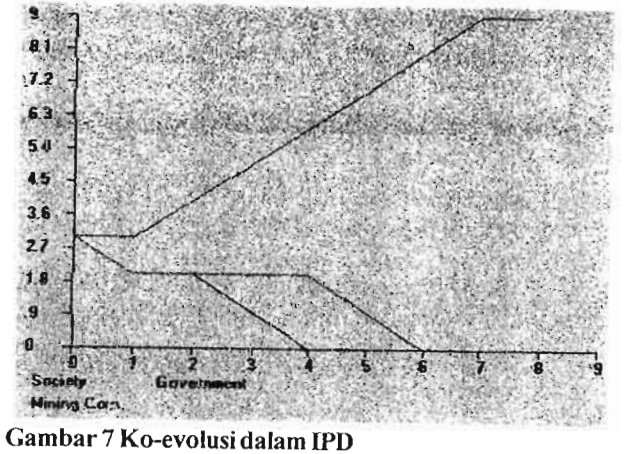
Gambar 5 Diferensiasi Temporal

Mengingat tiap pemain akan berusaha untuk mandapat kesempatan meraih skor dengan berkoalisi, maka mereka harus menetapkan strateginya untuk menuju kondisi diferensiasi temporal. Gambar 4 nampak diferensiasi kelas hanya sampai pada ronde 4 (atau panjang memori maksimum 4), setelah itu mulai menuju diferensiasi temporal, yang nampak jelas terjadi mutasi (perubahan status koalisi) pada Gambar 5 dengan fluktuasi stabil mulai ronde 6. Pada simulasi Gambar 6 berikut nampak pula bahwa mutasi terjadi mulai dari diferensiasi kelas (sampai dengan periode 6, dengan panjang memori 4) setelah itu mulai stabil menuju diferensiasi temporal.



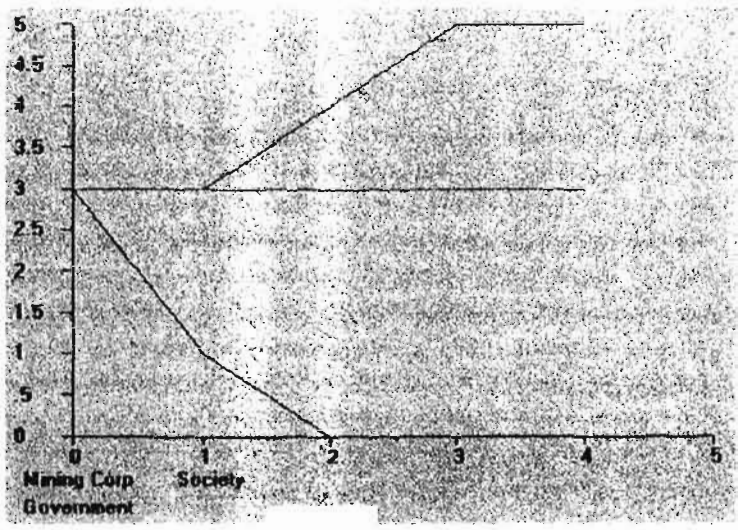
Gambar 6 Mutasi Diferensiasi Kelas ke Temporal

(2) IPD digunakan sebagai simulasi interaksi antar pemain dengan tiga strategi yang mencerminkan masing-masing pemain sebagai agen. Tiap agen populasinya 3, yang akan bertemu secara simultan dengan anggota dari agen lain pada setiap ronde turnamen. Hasil simulasi menunjukkan hal yang berbeda dari 3IPD sebelumnya, karena, seperti pada turnamen Axelrod, tiap individu independen, sehingga tidak bisa diasumsikan akan berkoalisi. Pada Gambar 7 berikut nampak bahwa pengusaha *(Mining Corp.)* menggunakan strategi Tit-for-Tat (TFT), masyarakat *(Society)* menggunakan strategi *random (Rand)*, dan pemerintah *(Government)* menggunakan strategi *all-defect* (All-D).



Gambar 7 Ko-evolusi dalam IPD

Pada generasi ke-4, masyarakat terdepak keluar dari interaksi, artinya mereka tidak lagi punya peran atau "kuasa" dalam kerjasama tersebut. Pemerintah menyusul keluar pada generasi ke 6. Dengan demikian, pemenangnya adalah pengusaha. Situasi lain dalam simulasi bisa seperti Gb. 8 berikut, di mana justru pengusaha yang tersingkir dari permainan pada generasi ke-2, sedang masyarakat menjadi pasif bertahan pada posisi "menerima apa adanya". Hal ini terjadi karena pengusaha ingin membantu masyarakat dan mendukung pemerintah sebaik-baiknya dengan strategi kooperatif, namun, justru masyarakat menolak *(defect)*, baik terhadap pengusaha maupun pemerintah, dan pemerintah mau menang sendiri (defeksi terhadap pengusaha dan masyarakat). Jadi, pemenangnya adalah pemerintah.



Gambar 8 Pemerintah Menang–Pengusaha & Masyarakat Kalah

RANCANG SIMULASI PERMAINAN COOPERATIVE-3IPD DI PANGGUNGREJO

Berdasarkan latar belakang tujuan, situasi objek pengamatan, atribut variabel pemain dan batasan interaksi yang disimulasikan dalam model Permana, dkk. (2002) di atas ternyata relevan dan cocok dengan kepentingan aplikasi simulasi permainan yang dirancang untuk solusi kasus penambangan di Kecamatan Panggungrejo, Kabupaten Blitar.

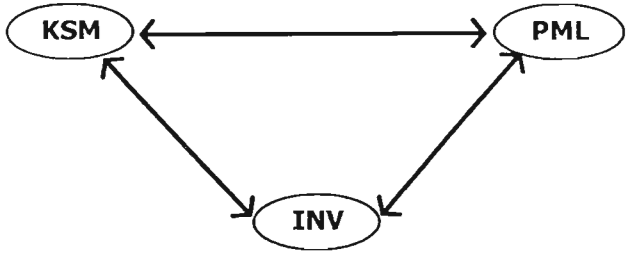
Konfigurasi simulasi permainan *Cooperative-3IPD* yang akan diterapkan diawali dengan penetapan atau perumusan perangkat kelengkapan model, antara lain mulai dari penetapan pemain, aturan permainan, model interaksi, notasi simbolis-matematik yang diperlukan, hingga perangkat lunak komputasi yang diperlukan.

Setting Pemain

Pemain, atau agen, terdiri dari:

(1) KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat), yaitu perwakilan masyarakat sekitar situs penambangan di Kecamatan Panggungrejo.
(2) Pemerintah Lokal, yaitu pemerintah desa yang ada di Kecamatan Panggungrejo, dan Pejabat Kecamatan Panggungrejo.
(3) Calon Investor, yaitu pengusaha yang selama ini sudah menyatakan minatnya untuk mengeksplorasi dan eksploitasi bahan galian/tambang.

Notasinya:
Pemain 1: **KSM**
Pemain 2: **PML**
Pemain 3: **INV**
Interaksinya:



Gambar 9 Model interaksi *Cooperative*-3IPD

Model interaksi ini perlu dijabarkan lebih lanjut mengacu pada empat kriteria dasar (Latar Kasus di muka), spesifikasi variabel-variabel kendala *(constraint variables)*, dan notasi simbolis model artimatika/matematikanya guna menentukan *payoff* berikut nilai dalam turnamen simulasi permainan.

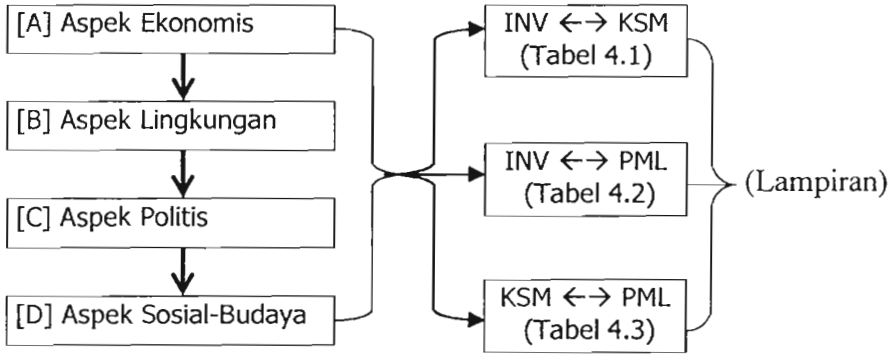
Setting Rambu-rambu & Kriteria Dasar

Empat kriteria dasar yang dirumuskan di muka dalam implementasinya bagi kepentingan masing-masing pihak (calon pemain/agen) masih harus dirumuskan

lebih lanjut secara operasional. Dalam model simulasi permainan ini penjabaran dirangkum ke dalam empat aspek: (1) ekonomis; (2) lingkungan; (3) politis; dan (4) sosial-budaya.

Aksi-aksi yang akan dilakukan oleh pemain akan disesuaikan dengan batasan peran tiap pemain dalam hubungannya dengan pemain lain yang dirumuskan ke dalam empat aspek tersebut.

Rumusan lengkap dijabarkan dalam Lampiran, dengan struktur sebagai berikut.



Gambar 10 Penjabaran Kriteria Kooperatif-Defektif ke dalam

Setting Permainan

Permainan juga dirancang untuk dua tahap. Tahap 1 menggunakan simulasi 3IPD, tahap 2 menggunakan simulasi IPD (populasi tiap wakil agen 3 orang).

Sebelum simulasi permainan digelar, dilakukan penyepakatan (konsensus) tentang rambu-rambu kriteria dasar yang diusulkan dalam Lampiran, dengan melalui forum *FGD (Focus Group Discussion)*. Teknik *CP&PM (Concept Mapping & Pattern Matching)* diterapkan untuk analisis dan penetapan akhir butir-butir rumusan yang disepakati bersama. Rancangan dan pengguliran *FGD* maupun *CM&PM* diadaptasi dari pola dan format yang pernah diterapkan oleh Witjaksono & Mizar (2002), dan Witjaksono, dkk. (2003).

Dari hasil kesepakatan ini, selanjutnya diagendakan bersama bentuk turnamen, aloaksi waktu, tempat, dan perangkat pendukung operasional lapangan. Dari prakiraan kondisi sementara yang ada di Panggungrejo, nampaknya tidak mungkin turnamen dilakukan dengan menggunakan perangkat komputer PC, namun bisa dilakukan dengan manual untuk proses perekaman data dasarnya (dalam hal ini dengan sistem kartu terstruktur yang sekaligus menjadi medium

permainan), kemudian diolah lebih lanjut dengan perangkat lunak serta komputer yang ada di LPM Universitas Negeri Malang.

Perangkat Lunak Simulasi

Tiga perangkat lunak yang telah disebutkan di muka akan digunakan untuk merekam, mengolah, menganalisis, dan menyajikan hasil simulasi permainan. Masing-masing diujicoba terlebih dahulu dengan sekala sampel kecil untuk mengetahui keandalan dan kestabilan algoritma yang bisa diproses. Selain itu, beberapa rujukan tentang *review*, kritik, dan uji kinerja aplikasi IPD dan N-Person IPD akan digunakan pula sebagai pembanding proses dan hasil simulasi. Rujukan yang dimaksud antara lain dari Akiyama & Kaneko (1999), Lindgren & Johansson (1998), Lindgren (1999), dan Seo & Cho (2000).

DAFTAR RUJUKAN

Akiyama, E., & Kaneko, K. 1995. Evolution of Cooperation, Differentiation, Complexity, and Diversity in an Iterated Three-Person Game. *Artificial Life, 2*, pp. 293–304.

Akiyama, E., & Kaneko, K. 1999. Dynamical Systems Game (The Lumberjacks' Dilemma Model). *Conference Proceedings: ECAL '99.*

Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. NewYork: Basic Books.

Beaufils, B., Delahaye, J.P., & Mathieu, P. 1998. *Our Meeting with Gradual: A Good Strategy for the IPD*. <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00001049/00/Alexander.pdf>.

Bodo, P. 2002. "In-class Simulations of the IPD Game." *Journal of Economic Education*, Summer 2002, pp. 207–216.

Errity, A. 1999. *Evolving Strategies for the Prisoner's Dilemma*. Dublin City University.

Fichter, L.S., & Baedke, S.J. 2000. *Laboratory Experiments with the Prisoner's Dilemma*. James Madison University.

Laporan KKN Sm. Genap 2002/2003 Daerah Blitar Selatan. Malang: LPM UM.

Laporan Site Visit & Monitoring Tim Pengembang Daerah Blitar Selatan 2002/2003. Malang: LPM UM.

Lindgren, K., & Johansson, J. 1998. *Coevolution of Strategies in N-person Prisoner's Dilemma*. Papers presented on "Towards a Comprehensive Dynamics of Evolution." Santa Fe Institute, 5–0 October, 1998.

Lindgren, K. 1999. "Evolution of Behaviour in the Prisoner's Dilemma", Institute of Physical Resource Theory, Chalmers University of Technology & Göteborg University, Sweden.

Mathieu, P. 1998. *IPD Tournament–Windows Version* (WINPRI Version). <http://www.lifl.fr/IPD/ipd.frame.html>.

Permana, S., Situngkir, H., Santoso, C.B, Hariadi, Y., Sahala, R. 2002. Sociological Strategies in Indonesian Mining Site: The Prisoner's Dilemma Approach. *Working Paper*. Bandung: Fe Institute Indonesia.

Publikasi Elektronik: *JEL: RePEc & Econ Papers*, # 0405005, 05 May 2004.

Seo, Y.G., & Cho, S.B. 2000. Forming Coalition of Multi-Agents for Better Strategies in Iterated Prisoner's Dilemma Game. *Proceeding Research Paper*. The 4th Annual Meeting of the Japan Association For Evolutionary Economics (JAFEE), March 25–26, 2000. Tokyo, Japan. Pp. 158–161.

Witjaksono, M., & Mizar, M.A. 2002. *Aplikasi FGD dalam Lab-site Binaan Bapemas di Jawa Timur*. Surabaya: Bapemas.

Witjaksono, M., Sapir, Wafa, A.A., Tuharjo, & Arief, M. 2003. *Aplikasi CP & PM dalam Prioritas Pembinaan Produk Unggulan di Kota Malang*. Malang: Due-Like Research Grant FE UM.

Lampiran

Penjabaran 4 Kriteria Dasar ke dalam Aturan Permainan

Notasi umum fungsi aksi, variabel, dan parameternya:

- Fungsi dalam interaksi antara dua pemain (seperti dalam Permana, dkk. 2002) dirumuskan sebagai berikut.
  $f(a, b, c, d, ..., t)$ di mana: $(a, b, c, d, ...)$ adalah variabel kendala, t adalah parameter waktu.
- Fungsi aksinya untuk tiap aspek dalam interaksi antara dua pemain:

$$\underset{ij \neq ji}{\delta_{ij}} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(a,b,c,d,...,t) \geq k(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

δ_{ij} adalah aksi yang dilakukan pemain i relatif terhadap pemain j

k adalah konstanta yang ditentukan kelak menurut hasil survai di lapangan (data riel)

Aksi yang dilakukan pemain i terhadap j tidak bersifat komutatif, karena itu $ij \neq ji$

xi : butir aksi INV
yi : butir aksi KSM
zi : butir aksi PML
} $(i = 1, 2, 3, ..., n)$

Tabel 1 Aksi Kooperatif: INV →←KSM

[A] Aspek Ekonomis			
	INV→KSM		KSM→INV
x1.	Pekerja lokal (desa di mana deposit bahan tambang berada) lebih banyak dibanding pekerja dari luar kecamatan	y1.	Memberikan lahan/tanah yang ada deposit bahan tambang
x2.	Pekerja lokal (desa di mana deposit bahan tambang berada) lebih banyak dibanding pekerja dari luar desa dari kecamatan yang sama	y2.	Bersedia menjadi tenaga kerja usaha penambangan
x3.	Upah minimum tenaga kerja lokal harus lebih tinggi daripada biaya hidup minimum	y3.	Bersedia menjadi pelaku ekonomi yang produknya dibutuhkan oleh perusahaan penambangan
x4.	Menyediakan dana yang memadai bagi pembangunan masyarakat lokal		
x5.	Membangun infra struktur yang dibutuhkan masyarakat lokal		
x6.	Melakukan reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas galian		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→KSM:

$$\delta_{xy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x1, x2, x3, x4, x5, x6) \geq k_{xy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→INV:

$$\delta_{yx} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(y1, y2, y3) \geq k_{yx}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Tabel 2 Aksi kooperatif: INV →← KSM (Lanjutan)

[B] Aspek Lingkungan			
	INV→KSM		KSM→INV
x7.	Fokus yang menjadi prioritas adalah pada spots yang beresiko tinggi terhadap pencemaran/kerusakan lingkungan	y4.	Bersedia bekerjasama dalam program pencegahan dan/ atau penanggulangan terhadap pencemaran/kerusakan lingkungan (mis. dalam pelatihan, kegiatan reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas galian)
x8.	Monitoring dan evaluasi spots yang dimaksud butir X7		
x9.	Melibatkan LSM dalam pendidikan & pelatihan tentang lingkungan sehat		
x10.	Melibatkan pihak-pihak terkait dengan upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran/ kerusakan lingkungan		
x11.	Melaksanakan reklamasi/rehabililtasi lahan bekas galian		
x12.	Melakukan Litbang untuk perbaikan proses dan produksi penambangan		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→KSM:

$$\delta_{xy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x7, x8, x9, x9, x10, x11, x12) \geq k_{xy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→INV:

[C] Aspek Politis			
	INV→KSM		KSM→INV
x13.	Memberi akses kepada masyarakat lokal untuk menggunakan/memanfaatkan fasilitas yang dimiliki perusahaan	y5.	Bersedia untuk tidak menghambat/menganggu aktivitas usaha penambangan
x14.	Bekerjasama dengan LSM, pemerintah, dan masyarakat lokal dalam forum diskusi untuk menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan dampak usaha penambangan		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→KSM:

$$\delta_{xy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x13, x14) \geq k_{xy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→INV:

$$\delta_{yx} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(y5) \geq k_{yx}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Tabel 3 Aksi kooperatif: INV →← KSM (Lanjutan)

[D] Aspek Sosial-Budaya			
	INV→KSM		KSM→INV
x15.	Membuat situs penambangan sebagai bagian dari kehidupan sosial-budaya lokal, mis. Menjadi objek wisata, sarana pendidikan/pelatihan	y6.	Mengadaptasi budaya teknologi dan iklim pengelolaan usaha yang profesional
x16.	Menjadi sponsor program konservasi sumber daya alam daiam arti luas		
x17.	Mengadaptasi budaya lokal sebagai wahana interaksi sosial kemasyarakatan		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→KSM:

$$\delta_{xy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x15, x16, x17) \geq k_{xy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→INV:

$$\delta_{yx} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(y6) \geq k_{yx}(t) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Tabel 4 Aksi kooperatif: INV →← PML

[A] Aspek Ekonomis			
	INV→PML		PML→INV
x18.	Membayar pajak secara jujur	z1.	Menyediakan infrastruktur yang dibutuhkan situs penambangan
x19.	Membayar royalti kepada PML	Z2.	Memberikan pelayanan yang efektif untuk urusan administrasi dan birokrasi usaha penambangan
x20.	Melaksanakan reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas galian	Z3.	Menetapkan tarip pajak dan royalti (relatif) rendah
		Z4.	Tidak boleh mengutip pajak tidak resmi dari perusahaan
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→PML:

$$\delta_{xz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x18, x19, x20) \geq k_{xz}(t) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi PML→INV:

Tabel 5 Aksi kooperatif: INV →← PL (Lanjutan)

[B] Aspek Lingkungan			
	INV→PML		PML→INV
x21.	Menyusun program aksi pencegahan dan penanggulangan resiko akibat penambangan	z5.	Membuat peraturan pengelolaan lingkungan yang tidak menghambat usaha penambangan
x22.	Memberi perkuatan pada setiap program reklamasi/rehabilitasi lahan	z6.	Melakukan perbaikan/penyesuaian peran dan fungsi koordinasi yang efektif di dalam konsorsium usaha penambangan
x23.	Melakukan identifikasi, monitoring, dan evaluasi tentang hal-hal yang potensial menjadi sumber permasalahan/ konflik	z7.	Memperluas program pendidikan & latihan bagi penambang lokal yang tergolong artisanal
x24.	Bekerjasama dengan LSM dan pemerintah di dalam pendidikan masyarakat tentang aspek-aspek kelingkungan usaha penambangan		
x25.	Bekerjasama dengan LSM, masyarakat lokal, dan pemerintah di dalam menanggulangi masalah lingkungan akibat usaha penambangan		
x26.	Melaksanakan reklamasi & rehabilitasi lahan bekas galian		
x27.	Melakukan Litbang tentang praktek terbaik dalam reklamasi/rehabilitasi situs bekas galian		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→PML:

$$\delta_{xz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x21, x22, x23, x24, x25, x26, x27) \geq k_{xz}(t) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi PML→INV:

[C] Aspek Politis			
	INV→PML		PML→INV
x28.	Mematuhi semua hukum/peraturan yang ditetapkan pemerintah	z8.	Memeprbaiki kinerja layanan birokrasi terhadap publik
x29.	Membayar pajak dalam jumlah & waktu yang tepat	z9.	Tidak membuat aturan yang menghambat kelancaran usaha penambangan
x30.	Membayar royalti dalam jumlah & waktu yang tepat	z10.	Menerbitkan Ketentuan tentang pajak & royalti
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→PML:

$$\delta_{xz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x28, x29, x30) \geq k_{xz}(t) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi PML→INV:

Tabel 5 Aksi kooperatif: INV →← PML (Lanjutan)

[D] Aspek Sosial-Budaya			
	INV→PML		PML→INV
x31.	Menjadi sponsor dalam gerakan konservasi lahan berikut khasanah budaya lokal	z11.	Mengaomodasi semua program pembangunan non-penambangan yang mendukung infrastruktur situs penambangan
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi INV→PML:

$$\delta_{xz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(x31) \geq k_{xz}(t) \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi PML→INV:

Tabel 6 Aksi Kooperatif: PML →← KSM

[A] Aspek Ekonomis			
	PML→KSM		KSM→PML
z12.	Menyediakan fasilitas layanan publik (pendidikan, kesehatan, dan sarana pendukung infrastruktur)	y7.	Membayar pajak dalam jumlah & waktu yang tepat
z13.	Tidak boleh mengutip pajak tidak resmi (pungli)	y8.	Memelihara fasilitas publik yang disediakan PML
		y9.	Membantu PML di dalam pengembangan program layanan berikut propertinya
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi PML→KSM:

$$\delta_{zy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(z12, z13) \geq k_{zy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→PML:

Tabel 7 Aksi kooperatif: PML →← KSM (Lanjutan)

[B] Aspek Lingkungan			
	PML→KSM		KSM→PML
z14.	Mendidik & melatih amsyarakat lokal tentang aspek keamanan & kesehatan lingkungan sekitar situs penambangan	y10.	Mendukung kebijakan yang ditetapkan pemerintah (propinsi) maupun PML tentang pengelolaan situs penambangan
z15.	Bekerjasama dengan LSM dan INV dalam program pencegahan & penanggulangan dampak/resiko usaha penambangan	y11.	Ikut serta memelihara ahsil konservasi
z16.	Menyusun program aksi peningkatan kualitas lingkungan dan perbaikan perijinan pengelolaan situs penambangan	y12.	Ikut serta dalam semua program PML yang terkait dengan lingkungan
z17.	Melakukan monitoring & evaluasi potensi degradasi kualitas lingkungan akibat eksploitasi situs penambangan		
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi PML→KSM:

$$\delta_{zy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(z14, z15, z16, z17) \geq k_{zy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→PML:

[C] Aspek Politis			
	PML→KSM		KSM→PML
z18.	Meningkatkan kualitas layanan & fasilitas publik	y13.	Mendukung kebijakan layanan publik
z19.	Memfasilitasi partisipasi amsyarakat	y14.	Tidak melakukan gerakan menghambat program PML
z20.	Mempermudah akses perolehan kesempatan kerja & usaha masyarakat lokal	y15.	Proaktif dalam sistem & mekanisme pemerintahan lokal
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi PML→KSM:

$$\delta_{zy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(z18, x19, z20) \geq k_{zy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→PML:

$$\delta_{yz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(y13, y14, y15) \geq k_{yz}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Tabel 8 Aksi kooperatif: PML →← KSM (Lanjutan)

[D] Aspek Sosial-Budaya			
	PML→KSM		KSM→PML
z21.	Melaksanakan program pelestarian budaya lokal terpadu dengan objek wisata penambangan	y16.	Melestarikan budaya lokal sebagai bagian dari objek wisata penambangan
Setiap penolakan aksi di atas adalah defektif			

Fungsi aksi PML→KSM:

$$\delta_{zy} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(z21) \geq k_{zy}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$

Fungsi aksi KSM→PML:

$$\delta_{yz} = \begin{cases} 1, \text{jika } f(y16) \geq k_{yz}(t) \\ \\ 0, \text{lainnya} \end{cases}$$