STRATEGI PERMAINAN *PARTIZAN END NIM* MENGGUNAKAN TIGA TUMPUKAN DAN SETIAP TUMPUKAN MAKSIMAL SEPULUH KOTAK

(Skripsi)

Oleh
REONALDI FEBRIAN HAFITRI

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018

ABSTRACT

THE STRATEGY OF PARTIZAN END NIM GAME USING THREE STACKS AND EVERY STACKS CONSISTS OF MAXIMUM TEN BOXES

By

REONALDI FEBRIAN HAFITRI

Combinatorics is part of discrete mathematics that studies the setting of objects, and one of the discussion is about End Nim game. End Nim game is a two-player game that alternates moving one or more of the stacks of squares which arranged in a row. Two players are the first player and the second player. In Partizan End Nim game, the players take turns taking the number of boxes from the stack on each side. This study discussed the winning strategies of players where there are three stacks and each stack consists of ten boxes. From the observation we found three conjectures that determine the winner position : $n - y$ = 0 or $n - y$ = 5; y = x; and if $n_1 \neq n_2$ then $y = x$. The first player will win the game if any of the 3 conjectures are not met by a second player, while the second player will win the game if all conjectures are satisfied.

Keywords: game theory, combinatoric game, Partizan End Nim

ABSTRAK

STRATEGI PERMAINAN *PARTIZAN END NIM* MENGGUNAKAN TIGA TUMPUKAN DAN SETIAP TUMPUKAN MAKSIMAL SEPULUH KOTAK

Oleh

REONALDI FEBRIAN HAFITRI

Kombinatorik merupakan bagian dari matematika diskrit yang mempelajari tentang pengaturan objek – objek. *Game theory* (teori permainan) merupakan bagian dari kombinatorik yang salah satunya dibahas tentang permainan *End Nim*. Permainan *End Nim* adalah permainan dua pemain yang bergantian memindahkan satu atau lebih dari tumpukan – tumpukan kotak yang tersusun dalam satu baris. dua pemain tersebut adalah pemain pertama dan pemain kedua. Pemain – pemain tersebut bergantian mengambil jumlah kotak dari tumpukan pada masing – masing sisi. Pada penelitian ini didiskusikan dugaan strategi maksimal pemain dalam permainan *Partizan End Nim* dengan tiga tumpukan dan setiap tumpukan maksimal sepuluh kotak dan menentukan posisi kemenangan kedua pemain berdasarkan dugaan. Dari hasil penelitian ini diperoleh 3 dugaan dari hasil observasi pola permainan untuk baris 1, baris 2, dan baris 3 berturut - turut yaitu $n - y$ = 0 atau $n - y$ = 5; y = x; dan jika $n_1 \neq n_2$ maka y = x yang menunjukkan bahwa pemain pertama akan memenangkan permainan jika ada salah satu dari 3 dugaan tidak terpenuhi oleh pemain kedua. Sedangkan pemain kedua akan memenangkan permainan jika semua dugaan terpenuhi.

Kata Kunci: teori Permainan, permainan kombinatorik, *Partizan End Nim*

.

STRATEGI PERMAINAN *PARTIZAN END NIM* MENGGUNAKAN TIGA TUMPUKAN DAN SETIAP TUMPUKAN MAKSIMAL SEPULUH KOTAK

Oleh

Reonaldi Febrian Hafitri

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018

Judul Skripsi	: **Strategi Permainan *Partizan End Nim* Menggunakan Tiga Tumpukan dan Setiap Tumpukan Maksimal Sepuluh Kotak**
Nama Mahasiswa	: *Reonaldi Febrian Hafitri*
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1317031068
Jurusan	: Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.	**Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si.**
NIP. 19631108 198902 2 001	NIP. 19720227 199802 1 001

2. Ketua Jurusan Matematika

Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.
NIP. 19631108 198902 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.** ....

Sekretaris : **Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si.** ....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Asmiati, S.Si., M.Si.** ....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.
NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **18 Januari 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Strategi Permainan *Partizan End Nim* Menggunakan Tiga Tumpukan dan Setiap Tumpukan Maksimal Sepuluh Kotak" adalah hasil pekerjaan saya sendiri, bukan hasil orang lain. Semua hasil tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Januari 2018
Yang menyatakan

METERAI TEMPEL
E2839AEF751999120
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Reonaldi Febrian Hafitri
NPM. 1317031068

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kalianda pada tanggal 13 Februari 1995, berdomisili di Kalianda, Lampung Selatan yang kemudian pindah domisili ke Bandar Lampung. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara yang merupakan putra dari pasangan Bapak H. Zul Hafitrizal dan Ibu Hi. Salomah.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Dharma Wanita Pasuruan diselesaikan tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Pasuruan diselesaikan pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al - Kautsar diselesaikan pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Al – Kautsar diselesaikan pada tahun 2013.

Tahun 2013, melalui jalur SBMPTN penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penulis juga aktif organisasi di Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) sebagai Anggota Bidang Eksternal periode 2014/2015, dan sebagai Wakil Ketua Umum periode 2015/2016. Penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di CV. Zona Multimedia di Jalan Ryacudu Gang Hasan 1 Nomor 09 Kopri Sukarame, Bandar Lampung pada tahun 2016, dan penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidomulyo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada tahun 2016.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap Alhamdulillah, Segala Puji Bagi Allah SWT.
Penulis persembahkan skripsi ini untuk ;

Kedua Orang Tua Tercinta,
Papa dan Mama

Orang terhebat dalam hidup penulis

Adikku Tersayang, Alma Wulandari

Penyemangat kecil penulis

KALIMAT INSPIRASI

"Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akhirat, maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa menghendaki keduanya (kehidupan dunia dan akhirat) maka wajib baginya memiliki ilmu"

~ HR. Turmudzi ~

"Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang – bintang"

~ Ir. Soekarno ~

"Mimpi – mimpi kamu, cita – cita kamu, keyakinan kamu, apa yang kamu kerjakan, biarkan ia, menggantung, mengambang 5 cm di depan kening kamu. Jadi dia nggak akan pernah lepas dari mata kamu dan kamu bawa mimpi dan keyakinan kamu itu setiap hari, dan percaya bahwa kamu bisa"

~ Film 5 cm ~

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Strategi Permainan *Partizan End Nim* Menggunakan Tiga Tumpukan dan Setiap Tumpukan Maksimal Sepuluh Kotak” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNILA yang telah membimbing, mengarahkan, dan menjadi dosen yang menginspirasi penulis.
2. Bapak Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan bantuan dan keringanan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Asmiati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memeriksa dan membahas skripsi ini sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.

4. Bapak Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran, ide, dan motivasi kepada penulis. Terimakasih atas kebaikan dan kesabaran selama membimbing penulis pada sembilan semester ini.
5. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh staff dosen Jurusan Matematika atas ilmu yang telah diberikan dan seluruh staff karyawan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
7. Papa dan Mamaku yang selalu mendoakan, memotivasi dan memberi dukungan baik moril maupun materil, juga adikku yang memberikan semangat kepada penulis, serta keluarga besarku atas kasih sayangnya.
8. Lia Lionita Haryanto yang banyak meluangkan waktu, memberikan nasehat, membuat canda tawa, semangat, juga amarah kepada penulis.
9. Sahabatku Rio, Artha, Young, Novian, Apredi, Sanfernando, Irfan, Wahid, Bang Jo (Matematika 2011), Naufal, Maimuri, Karina, Tiwi, Suri, teman-teman angkatan 2013, dan seluruh pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima kritik dan saran demi perbaikan kedepannya. Penulis berharap skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua

Bandar Lampung, 18 Januari 2018
Penulis,

Reonaldi Febrian Hafitri

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Di zaman modern seperti sekarang ini banyak dihadapkan dengan suatu masalah. Salah satu masalah yang sering dijumpai adalah masalah di dalam pekerjaan. Dalam dunia kerja sebagai pekerja atau pemilik lapangan pekerjaan di tuntut untuk dapat menghadapi berbagai masalah dengan waktu yang singkat dan hasil yang sebaik baiknya. Salah satu cara agar dapat melatih kemampuan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan cepat adalah dengan bermain suatu permainan yang melatih nalar agar dapat memenangkan permainan tersebut. Permainan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah *End Nim* atau lebih khusus nya disebut *Partizan End Nim.*

Sebelum masuk ke permainan tersebut sebaiknya diketahui dahulu dasar – dasar *game theory* dan permainan kombinatorik. Jika telah menguasai kedua hal tersebut maka pemain tersebut memiliki langkah yang lebih baik dari pada lawan yang tidak mengetahui ilmu tersebut sehingga dapat dengan mudah memenangkan permainan.

Kombinatorik merupakan bagian dari matematika diskrit yang mempelajari tentang pengaturan objek – objek. *Game theory* (teori permainan) merupakan bagian dari kombinatorik yang didalamnya dibahas tentang permainan *End Nim*.

Permainan *End Nim* adalah permainan dua pemain yang bergantian memindahkan satu atau lebih dari tumpukan – tumpukan kotak yang tersusun dalam satu baris. Dua pemain tersebut adalah pemain pertama dan pemain kedua. Pemain tersebut bergantian mengambil jumlah kotak dari tumpukan pada masing – masing sisi (Albert and Nowakowski, 2001).

Secara umum permainan *End Nim* ada dua jenis permainan, yaitu *Partizan End Nim.* dan *Impartial End Nim*. Permainan *End Nim* telah digunakan oleh Candra (2004) dengan menggunakan metode *Impartial End Nim*. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode *Partizan End Nim* sebagai pembanding dari hasil penelitian sebelumnya. Adapun batasan – batasan yang akan digunakan dalam permainan *Partizan End Nim* adalah permainan dimulai oleh pemain pertama yang mengambil kotak dari tumpukan sebelah kiri atau kanan, ada 3 deret tumpukan, maksimal pertumpukan 10 kotak, dan setiap pengambilan maksimal 4 kotak.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan konjektur pemain dalam permainan *partizan end nim* dengan tiga tumpukan dan setiap tumpukan maksimal sepuluh kotak.
2. Menentukan posisi kemenangan kedua pemain berdasarkan konjektur.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Melatih kemampuan bernalar dalam menghadapi masalah dengan permainan.
2. Menambah wawasan penulis tentang permainan kombinatorik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Permainan (*Game Theory*)

Teori permainan (*game theory*) merupakan teori yang menggunakan pendekatan matematis dalam merumuskan situasi persaingan konflik antara berbagai kepentingan. Teori ini dikembangkan untuk menganalisis proses pengambilan keputusan yaitu strategi optimum dari situasi – situasi persaingan yang berbeda – beda dan melibatkan dua atau lebih kepentingan (Kartono,1994).

Secara umum teori permainan dapat diidentifikasikan sebagai suatu pendekatan terhadap kemungkinan strategi yang akan dipakai, yang disusun secara matematis agar bisa diterima secara logis dan rasional, serta digunakan untuk mencari strategi terbaik dalam suatu aktivitas, dimana setiap pemain didalamya sama – sama mencapai utilitas tertinggi.

Ide dasar dari teori permainan adalah langkah strategis dari pemain atau pengambil keputusan. Setiap pemain diasumsikan mempunyai suatu rencana atau strategi untuk memenangkan permainan. Langkah pertama dalam menggunakan teori permainan adalah menentukan secara ekplisit pemain, strategi – strategi yang ada dan juga menentukan preferensi serta reaksi dari setiap pemain.

2.2. Unsur – unsur Dasar Teori Permainan (*Game theory*)

Ada beberapa unsur atau konsep dasar yang sangat penting dalam penyelesaian setiap kasus dengan teori permainan. Berikut penjelasan selengkapnya :

a) Jumlah pemain

Permainan diklasifikasikan menurut jumlah kepentingan atau tujuan yang ada dalam permainan tersebut. Dalam hal ini perlu dipahami, bahwa pengertian “jumlah pemain” tidak selalu sama artinya dengan “jumlah orang” yang terlibat dalam permainan. Jumlah pemain disini berarti jumlah kelompok pemain berdasarkan masing – masing kepentingan atau tujuannya. Dengan demikian dua orang atau lebih yang mempunyai kepentingan yang sama dapat diperhitungkan sebagai satu kelompok pemain.

b) Hasil akhir (*pay off*)

Hasil akhir dari suatu permainan digolongkan menjadi 2 macam kategori, yaitu permainan jumlah nol (*zero sum games*) dan permainan jumlah bukan nol (*non zero sum games*). Permainan jumlah nol terjadi jika jumlah *pay off* dari seluruh pemain adalah nol, yaitu dengan memperhitungkan setiap keuntungan sebagai bilangan positif dan setiap kerugian sebagai bilangan negatif. Selain dari itu adalah permainan jumlah bukan nol. Dalam permainan jumlah nol setiap kemenangan bagi suatu pihak pemain merupakan kekalahan bagi pemain lain. Letak arti penting dari perbedaan kedua kategori permainan berdasarkan *pay off* ini adalah bahwa permainan jumlah nol adalah suatu sistem yang tertutup. Sedangkan permainan jumlah bukan nol tidak demikian halnya. Hampir semua permainan pada dasarnya merupakan permainan jumlah nol. Pada permainan ini yang digunakan adalah *zero sum games* karena setiap langkah positif untuk seorang pemain merupakan langkah negatif untuk pemain yang lain begitupun sebaliknya setiap langkah negatif untuk seorang pemain merupakan langkah positif untuk pemain lainnya.

c) Strategi permainan

Strategi permainan dalam teori permainan adalah suatu siasat atau rencana tertentu dari seorang pemain, sebagai reaksi atas aksi yang mungkin dilakukan oleh pemain yang menjadi saingannya. Permainan diklasifikasikan menurut jumlah strategi yang tersedia bagi masing-masing pemain.

Jika pemain pertama memiliki m kemungkinan strategi dan pemain kedua memiliki n kemungkinan strategi, maka permainan tersebut dinamakan permainan m x n. Letak arti penting dari perbedaan jenis permainan berdasarkan jumlah strategi ini adalah bahwa permainan dibedakan menjadi permainan berhingga dan permainan tak berhingga. Permainan berhingga terjadi apabila jumlah terbesar dari strategi yang dimiliki oleh setiap pemain berhingga atau tertentu, sedangkan permainan tak berhingga terjadi jika setidak-tidaknya seorang pemain memiliki jumlah strategi yang tak berhingga atau tidak tertentu.

d) Matriks permainan

Setiap permainan yang dianalisis dengan teori permainan selalu dapat disajikan dalam bentuk suatu matriks permainan. Matriks permainan disebut juga matriks *pay off* yaitu suatu matriks yang semua unsur berupa *pay off* dari para pemain yang terlibat dalam permainan tersebut. Baris-barisnya melambangkan strategi – strategi yang dimiliki pemain pertama, sedangkan kolom-kolomnya melambangkan strategi-strategi yang dimiliki pemain lain. Dengan demikian, permainan berstrategi m x n dilambangkan dengan matriks permainan m x n.

Teori permainan berasumsi bahwa strategi yang tersedia bagi masing-masing pemain dapat dihitung dan *pay off* yang berkaitan dengannya dapat dinyatakan dalam unit, meskipun tidak selalu harus dalam unit moneter. Hal ini penting bagi penyelesaian permainan, yaitu untuk menentukan pilihan strategi yang akan dijalankan oleh masing-masing pemain, dengan menganggap bahwa masing – masing pemain berusaha memaksimumkan keuntungannya yang minimum (*maksimin*) atau meminimumkan kerugiannya yang maksimum (*minimaks*).

Nilai dari suatu permainan adalah *pay off* rata-rata / *pay off* yang diharapkan dari sepanjang rangkaian permainan, dengan menganggap kedua pemain selalu berusaha memainkan strateginya yang optimum. Secara konvensional, nilai permainan dilihat dari pihak pemain yang strateginya dilambangkan oleh baris-baris matriks *pay off*, dengan kata lain dilihat dari sudut pandang pemain tertentu.

Pemainan dikatakan adil (*fair*) apabila nilainya nol, dimana tak seorang pemain pun yang memperoleh keuntungan atau kemenangan dalam permainan yang tidak adil (*unfair*) seorang pemain akan memperoleh kemenangan atas pemain lain, yaitu jika nilai permainan tersebut bukan nol, dalam hal ini nilai pemain adalah positif jika pemain pertama (pemain baris) memperoleh kemenangan, sebaliknya nilai permainan negatif jika pemain lain (pemain kolom) memperoleh kemenangan.

Teori permainan membahas perilaku dua atau lebih pemain yang sedang terlibat dalam adu strategi dimana pilihan strategi salah satunya mempengaruhi strategi pemain yang lain. Dalam teori ini, dua pembuat keputusan yang saling berlawanan mengetahui informasi mengenai lawan dan mengetahui pula nilai permainannya.

Layaknya sebuah persaingan, seorang pemain akan selalu memposisikan dirinya sebagai pihak yang harus memenangkan permainan. Oleh karena itu dalam teori ini, pemain 1 diposisikan sebagai pemain yang memaksimumkan kemenangan dan pemain 2, diposisikan sebagai pemain yang meminimumkan kekalahan (Anonim, 2016).

e) Titik pelana (*saddle point*)

Kriteria *maksimin* adalah maksimum di antara nilai – nilai minimum pada baris, sedangkan untuk kriteria *minimaks* adalah minimum di antara nilai – nilai maksimum pada kolom. Jika dalam suatu unsur matriks permainan memiliki nilai *maksimin* baris dan nilai *minimaks* kolom tersebut maka permainan dikatakan bersaing ketat (*strictly determined*) maka permainan tersebut dikatakan matriks yang memiliki titik pelana (*saddle point*). Jadi pengertian dari titk pelana (*saddle point*) adalah suatu unsur dalam matriks permainan yang memiliki nilai *maksimin* dan nilai *minimaks*. Strategi yang optimum bagi masing-masing pemain adalah strategi pada baris dan kolom yang mengandung titik pelana tersebut. Baris yang mengandung titik pelana merupakan strategi optimum bagi pemain pertama, sedangkan kolom yang mengandung titik pelana merupakan strategi optimum bagi pemain lain.

Langkah pertama penyelesaian suatu matriks permainan adalah memeriksa ada atau tidaknya titik pelana. Bila terdapat titik pelana permainan dapat segera dianalisis untuk diselesaikan. Untuk menentukan titik pelana biasanya dilakukan dengan menuliskan nilai-nilai minimum dan maksimum masing-masing kolom, kemudian menentukan maksimun diantara minimum baris dan minimum diantara maksimum kolom. Jika unsur maksimum dari minimum baris sama dengan unsur minimum dari maksimum kolom, atau jika *maksimin* = *minimaks*, berarti unsur tersebut merupakan titik pelana.

Teori permainan dapat diterapkan dalam berbagai bidang, meliputi kemiliteran, bisnis, sosial, ekonomi dan ekologi. Sebagai contoh pada dunia bisnis, seorang direktur suatu perusahaan didalam memperkenalkan sebuah produk baru berusaha mengetahui kemungkinan strategi paling baik atau suatu kombinasi strategi untuk merebut *market share* yang lebih besar, sementara saingannya juga mencoba meperkenalkan produk sejenis dengan strategi yang berbeda dengan direktur pemasaran tersebut, antara lain: penurunan harga, pemberian hadiah, peningkatan mutu produk, memilih media advertasi yang efektif. Disinilah peranan teori permainan untuk menentukan strategi mana yang akan diputuskan oleh direktur pemasaran tersebut untuk merebut pasar.

Persaingan yang dicontohkan tersebut dapat diidentifikasi untuk menjelaskan konsep teori permainan yang terdiri dari beberapa unsur-unsur dasar, yaitu:

1. Angka-angka dalam matriks *pay-off*, atau biasa disebut matriks permainan, menunjukkan hasil-hasil (*pay-off*) dari strategi–strategi permainan yang berbeda-beda, hasil-hasil ini dinyatakan dalam suatu bentuk ukuran efektifitas seperti uang, persentase *market share*, atau utilitas.
2. *Maximizing player* adalah pemain yang berada di baris dan yang memenangkan / memperoleh keuntungan permainan, sedangkan *minimizing player* adalah pemain yang berada di kolom dan yang menderita kekalahan / kerugian.

3. Strategi permainan adalah rangkaian kegiatan atau rencana yang menyeluruh dari seorang pemain, sebagai reaksi atas perilaku pesaingnya. Dalam hal ini, strategi atau rencana tidak dapat dirusak oleh pesaing lainya.
4. Aturan-aturan permainan adalah pola dimana para pemain memilih strategi.
5. Nilai permainan adalah hasil (*pay-off*) yang diperkirakan oleh pemain sepanjang rangkaian permainan dimana masing-masing pemain menggunakan strategi terbaiknya. Permainan dikatakan adil apabila nilai permainan sama dengan nol dan sebaliknya.
6. Dominan adalah kondisi dimana pemain dengan setiap *pay-off*nya dalam strategi superior terhadap setiap *pay-off* yang berhubungan dalam suatu strategi alternative. Aturan dominan digunakan untuk mengurangi ukuran matriks *pay-off* dan upaya perhitungan.
7. Strategi optimal adalah kondisi dimana dalam rangkaian kegiatan permainan seorang pemain berada dalam posisi yang paling menguntungkan tanpa menghiraukan kondisi pesaingnya.
8. Tujuan dari model adalah mengidentifikasi strategi atau rencana optimal untuk setiap pemain

2.3. Teori Permainan Kombinatorik (*Combinatorial Game Theory*)

Permainan kombinatorik mempunyai beberapa ciri – ciri sebagai berikut :

1. Ada dua orang pemain.
2. Kedua pemain melangkah secara bergantian.
3. Aturan permainan ditentukan oleh kedua pemain.
4. Posisi – posisi dalam permainan kombinatorik adalah terbatas (*finite*).
5. Permainan berakhir ketika tidak ada lagi langkah yang tersedia bagi pemain yang akan melangkah, artinya pemain yang mengambil kotak terakhir yang menjadi pemenang.

2.4. **Teori Peluang**

Kombinatorial dan teori peluang (*probability*) berkaitan sangat erat. Teori peluang banyak menggunakan konsep-konsep dalam kombinatorial. Sebenarnya kedua bidang ini lahir dari arena judi (*gambling games*), salah satu kasusnya adalah menghitung peluang munculnya nomor lotre tertentu.

Meskipun demikian, aplikasi kombinatorial dan teori peluang saat ini telah meluas ke berbagai bidang ilmu lain maupun dalam kehidupan nyata seperti ilmu statistika, fisika, ekonomi, biologi, dan berbagai bidang ilmu lainnya.

a. Ruang Contoh (*sample space*)

Ruang Contoh dari suatu percobaan adalah himpunan semua kemungkinan hasil percobaan yang bersangkutan.

b. Titik Contoh (*sample point*)

Titik Contoh adalah setiap hasil percobaan di dalam ruang contoh. Hasil-hasil percobaan tersebut bersifat saling terpisah (*mutually exclusive*) karena dari seluruh ruang contoh, hanya satu titik contoh yang muncul. Misalnya pada percobaan melempar dadu, hasil percobaan yang muncul hanya salah satu dari 6 muka dadu, tidak mungkin muncul dua muka atau lebih, atau tidak mungkin salah satu dari enam muka dadu tidak ada yang muncul.

c. Ruang Contoh Diskrit (*discrete sample space*)

Ruang Contoh Diskrit adalah ruang contoh yang jumlah anggotanya terbatas. Misalkan ruang contoh dilambangkan dengan S dan titik-titik contohnya dilambangkan dengan $X_1, X_2, \ldots$, maka

$$S = \{X_1, X_2, \ldots, X_i, \ldots\}$$

Menyatakan ruang contoh S yang terdiri atas titik-titik contoh $X_1, X_2, \ldots, X_i$ dan seterusnya.

2.5 Permainan Sederhana (*Simple Game*)

Dalam teori ini permainan kombinatorik ada suatu permainan sederhana, yaitu pengurangan dengan bilangan kuadrat. Misalnya diberikan bilangan positif 75, pemain pertama dan pemain kedua secara bergantian mengurangi bilangan tersebut dengan bilangan kuadrat dengan syarat hasil pengurangan minimal 0 (posisi kekalahan) dan nilai negative tidak di perkenankan. Dengan kata lain, pemain – pemain tersebut hanya dapat mengurangi dengan angka 1,4,9,16,25, dan seterusnya. Pemain yang tidak dapat membuat langkah lagi dinyatakan kalah.

Sebagai contoh langkah permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

75 ➡ 50 ⇨ 46 ➡ 30 ⇨ 5 ➡ 4 ⇨ 0

Dalam permainan tersebut, langkah pemain pertama ditandai dengan panah hitam dan langkah pemain kedua ditandai dengan tanda panah putih. Permainan tersebut dimenangkan oleh pemain kedua karena pemain pertama tidak mempunyai langkah lagi.

Misalkan permainan tersebut dimulai dengan n bilangan positif, maka ada 2 kemungkinan, yaitu :

1. Pemain pertama yang menang atau,
2. Pemain kedua yang menang

Perhatikan contoh sederhana berikut :

a. 0 (nol) adalah suatu angka kekalahan, karena tidak ada lagi langkah yang tersedia.
b. Tiap – tiap bilangan kuadrat 1,4,9,16,25, dan seterusnya adalah angka kemenanganbagi pemain pertama. Karena pemain pertama dapat dengan mudah mengurangi angka – angka tersebut menjadi angka nol. Dengan demikian pemain kedua dalam posisi kekalahan.

Untuk menganalisis permainan di bawah ini, maka diberikan tabel berikut :

Tabel 1 Angka Kemenangan dan Kekalahan

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
✖		✖			✖		✖			✖
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	✖			✖		✖			✖	

Keterangan :

Dalam hal ini tanda silang menunjukkan angka kekalahan bagi pemain pertama, sedangkan tanpa tanda silang adalah angka kemenangan bagi pemain pertama. Jika pemain pertama ingin memenangkan permainan, maka pemain pertama harus menyisakan angka kekalahan untuk pemain kedua, dan sebaliknya.

Contoh 1 :

Permainan dengan n = 19, langkah pertama apa yang akan dilkukan oleh pemain pertama ?

<u>Penyelesaian</u> :

Pada Tabel 2.1 angka 19 adalah angka kemenangan bagi pemain pertama. Dengan mengurangi 19 dengan angka 1,4,9,16, sehingga menjadi n = 18,15,10,3. Jika pemain pertama ingin mengalahkan pemain kedua pada posisi n = 10 atau n = 15.

Langkah pertama permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

19 ➡ 10 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah kedua permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

19 ➡ 15 ⇨ 6 ➡ 2 ⇨ 1 ➡ 0

Dalam hal ini tanda panah hitam adalah langkah pemain pertama dan tanda panah putih adalah langkah pemain kedua.

Contoh 2 :

Permainan dengan n = 18, misal pemain pertama memutuskan untuk mengurangi angka 18 dengan angka 4, maka sisanya n = 14. Apa yang akan terjadi ?

<u>Penyelesaian</u> :

Pada Tabel 2.1 perhatikan bahwa 14 adalah angka kemenangan bagi pemain pertama. Lalu pemain kedua mengurangi angka 14 dengan angka 4 sehingga sisa n = 10 merupakan angka kekalahan bagi pemain pertama. Langkah tersebut adalah langkah yang salah, seharusnya pemain pertama memberikan angka kekalahan, yaitu n = 1 dan 17.

Langkah pertama permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

18 ➡ 17 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah kedua permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

18 ➡ 17 ⇨ 8 ➡ 7 ⇨ 6 ➡ 2 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah ketiga permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

18 ➡ 17 ⇨ 16 ➡ 0

Langkah keempat permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

18 ➡ 17 ⇨ 16 ➡ 15 ⇨ 6 ➡ 5 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah kelima permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

18 ➡ 2 ⇨ 1 ➡ 0

Contoh 3 :

Permainan dengan n = 11, langkah pertama apa yang akan dilakukan oleh pemain pertama ?

<u>Penyelesaian</u> :

Pada Tabel 2.1 angka 11 adalah angka kemenangan bagi pemain pertama.

Dengan mengurangi 11 dengan angka 1,4,9 sehingga menjadi n = 10,7,2. Jika pemain pertama ingin mengalahkan pemain kedua, maka pemain pertama harus membuat langkah pemain kedua pada posisi n = 2,7,10.

Langkah pertama permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

11 ➡ 2 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah kedua permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

11 ➡ 7 ⇨ 3 ➡ 2 ⇨ 1 ➡ 0

Langkah ketiga permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

11 ➡ 10 ⇨ 1 ➡ 0

2.6 Langkah Yang Baik

Tidak cukup hanya mengetahui apakah langkah yang dilakukan adalah langkah kemenangan atau kekalahan. Hal yang lebih penting lagi adalah mengetahui bagaimana cara membuat langkah yang baik, sehingga dapat memenangkan permainan.

Langkah yang baik bagi pemain yang berada pada posisi kemenangan adalah dengan berusaha menyelesaikan permainan secepat mungkin tanpa membuat kesalahan. Sebaliknya, pemain yang berada pada posisi kekalahan adalah dengan cara memperlambat permainan. Dengan kata lain “menang secara cepat atau kalah secara perlahan.

2.7 Permainan *End Nim (End Nim Game)*

Permainan *End Nim* baru diperkenalkan oleh Albert and Nowakowski pada tahun 2001, yaitu permainan dua orang yang bergantian memindahkan satu atau lebih dari tumpukan – tumpukan kotak yang tersusun dalam satu baris. Dua orang pemain tersebut adalah pemain pertama dan pemain kedua. Pemain – pemain tersebut mengambil jumlah kotak dari tumpukan pada masing – masing sisi artinya pemain pertama hanya dapat mengambil dari tumpukan ujung kiri sedangkan pemain kedua mengambil dari tumpukan ujung kanan, kecuali jika hanya ada satu tumpukan. Masing – masing tumpukan memuat paling sedikit satu kotak. Dalam permainan ini yang memenangkan permainan adalah orang yang memindahkan kotak terakhir.

Pemain pertama dan pemain kedua dalam kehidupan sehari – hari dapat dimisalkan sebagai operator *forklift* di dalam gudang barang (*warehouse*) yang bertugas memindahkan kotak – kotak dalam beberapa tumpukan yang tersusun dalam satu baris dengan menggunakan *forklift* (Albert and Nowakowski, 2001).

Ada 2 jenis permainan *End Nim* yaitu *Partizan End Nim* dan *Impartial End Nim*. Dalam *Partizan End Nim* pemain hanya dapat bermain di salah satu sisi yaitu pemain pertama hanya dapat memindahkan kotak hanya dari sisi kiri dan pemain keuda hanya dapat memindahkan kotak hanya dari sisi kanan. Sedangkan pada *Impartial End Nim* pemain pertama dam pemain kedua dapat bermain dari sisi kiri atau kanan. Dalam penelitian ini hanya didiskusikan tentang *Partizan End Nim.*

2.8 Partizan End Nim

Partizan End Nim adalah permainan dua orang, yaitu pemain pertama dan pemain kedua yang saling bergantian memindahkan satu kotak atau lebih dari tumpukan – tumpukan kotak. masing – masing tumpukan memuat paling sedikit satu kotak. pemain – pemain tersebut mengambil kotak yang berada pada tumpukan dari masing – masing sisi, artinya pemain pertama hanya dapat mengambil kotak dari tumpukan ujung sebelah kiri, sedangkan pemain kedua mengambil kotak dari tumpukan ujung sebelah kanan. Jika hanya ada satu tumpukan, maka pemain pertama dan pemain kedua harus mengambil dari tumpukan tersebut (Duffy and Kolpin,2005).

Contoh : Posisi 1,1,2

Posisi 1,1,2 menyatakan bahwa 1 kotak berada di tumpukan sebelah kiri, 1 kotak berada di tumpukan tengah, 2 kotak berada di tumpukan sebelah kanan. Permainan dimulai oleh pemain pertama, misalnya mengambil 1 kotak sebelah kanan sehingga posisi menjadi 1,1,1. Lalu pemain kedua mengambil 1 kotak sebelah kiri sehingga posisi menjadi 1,1. Kemudian pemain pertama mengambil 1 kotak sehingga sisa satu kotak terakhir dan yang mengambil kotak tersebut adalah pemain kedua, karena pemain kedua tersebut yang mengambil kotak tersebut yang mengambil kotak terakhir maka pemain kedua tersebut adalah pemenangnya (Stengel,2006).

Langkah – langkah permainan tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

1,1,2 ➡ 1,1,1 ⇨ 1,1 ➡ 1 ⇨ 0

Dalam hal ini tanda panah hitam adalah langkah pemain pertama dan tanda panah putih adalah langkah pemain kedua. Permainan tersebut dimenangkan oleh pemain kedua, karena pemain kedua tersebut yang memindahkan kotak terakhir. Tetapi langkah tersebut adalah langkah yang kurang tepat bagi pemain pertama. Langkah yang baik bagi pemain pertama adalah dengan cara mengambil 2 kotak, sehingga dapat memenangkan permainan.

Langkah yang baik bagi pemain pertama dapat diilustrasikan sebagai berikut :

1,1,2 ➡ 1,1 ⇨ 1 ➡ 0

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

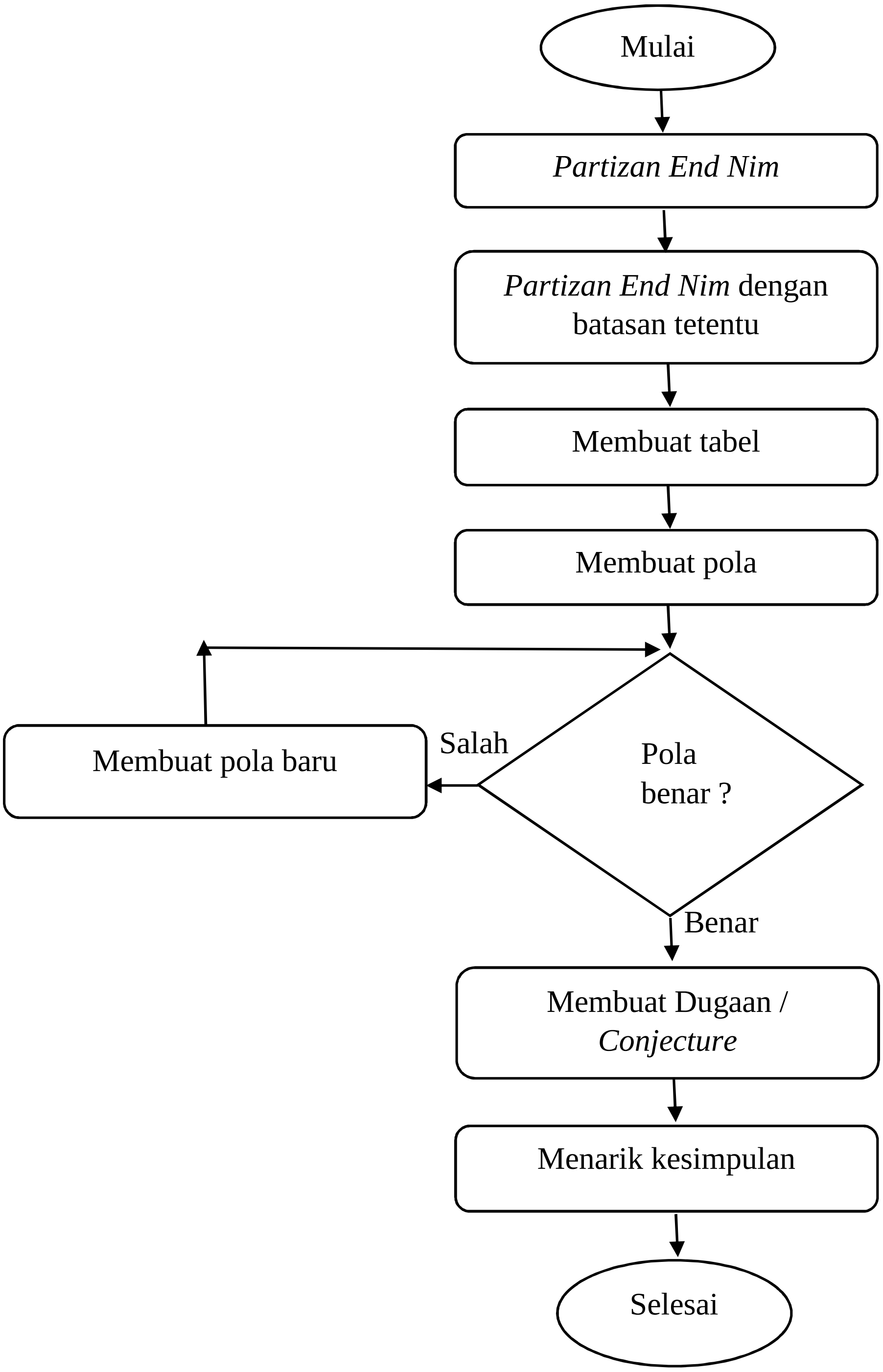
Penelitian ini akan dilakukan pada semester genap tahun Akademik 2016 / 2017, bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Lampung.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dan jurnal – jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Adapaun langkah – langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Melakukan permainan *End Nim* dengan metode *Partizan End Nim*.
2. Membatasi penelitian dengan hanya maksimal pengambilan 4, maksimal baris tumpukan 3, dan maksimal kotak per tumpukan 10.
3. Membuat tabel yang menunjukkan posisi kemenangan untuk masing – masing pemain. Mencari pola posisi kemenangan untuk masing – masing pemain.
4. Membuktikan pola. Jika benar, teruskan kelangkah 6, jika salah kembali ke langkah 4.
5. Menentukan dugaan.
6. Menarik kesimpulan.

Langkah – langkah tersebut dapat dibuat dalam *flowchart* pada Gambar 1



Gambar 1

Flowchart langkah – langkah dalam Penelitian

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut didapat kesimpulan bahwa :

1. Untuk *Partizan End Nim* dengan tumpukan maksimal tiga dan setiap tumpukan maksimal sepuluh kotak didapat dugaan sebagai berikut :

   a. $n - y = 0$ atau $n - y = 5$,

   b. $y = x$,

   c. Jika $n_1 \neq n_2$ maka $y = x$.

2. Pemain pertama akan memenangkan permainan jika paling sedikit satu dugaan terpenuhi, sedangkan pemain kedua akan memenangkan permainan jika semua dugaan terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim,2016. Teori Permainan.31 Juli 2017.19.56 WIB.http://zacoeb.lecture.ub.ac. id/files/2014/11/XV-Permainan.pdf.

Albert, M.H. and Nowakowski, R.J. 2001. The Game of end nim. *The Electronic Journal of Combinatorics*. Vol.8, No. 1-12.

Candra, A.D. 2004. Strategi Permainan end Nim dengan Maksimal Pengambilan 4 dan Maksimal Pertumpukan 10. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.

Duffy, A. and Kolpin, G. and David Wolfe. 2005. *Ordinal partizan end nim*. The electronic Journal. Vol.56, No. 219-220.

Kartono. 1994. *Teori Permainan*. Andi Offset, Yogyakarta.

Stengel, B.V. 2006. *Nim and Combinatorial Games*. Departement of Mathematics, London school of Economics Houghton St. London.