

PROSIDING RITEKTRA

MAKASSAR, 2 - 3 AGUSTUS 2018

<http://ritektra.uajm.ac.id>

ISBN 978-602-07094-7-6



Supported By:



Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan VIII

REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8
(RITEKTRA VIII) 2018**

REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM



PERGURUAN TINGGI PENYELENGGARA SEMINAR



PERGURUAN TINGGI PELAKSANA



UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR
Alamat: Jl. Tanjung Alang, No 23, Makassar
Telp. (0411)871038/871733, Fax. (0411)870294
Website: www.uajm.ac.id

**Diterbitkan Oleh:
Fakultas Teknik
Unika Atma Jaya Jakarta, Jakarta Pusat**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8
(RITEKTRA VIII) 2018

Diseminarkan pada tanggal 02 Agustus 2018, di Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar

Pelindung	:Rektor Universitas Atma Jaya Makassar
Pengarah	:Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Makassar
Ketua Panitia	:Ir. Yuada Rumengan,M.T.
Sekretaris	:Erick Alfons Lisangan,S.T.,M.Sc.
Kesekretariatan	:Simon Patabang,S.T.,M.T. Elisabeth,S.Kom,M.SI. Markus Reken
Seksi Acara	:Yudith Helene Mustakim,S.T.,M.T.
Editor dan Penata Letak	: Simon Patabang,S.T.,M.T.
Desain Sampul	: Elisabeth,S.Kom,M.SI.

Penelaah/Reviewer:

1. Dr. Ir. Iswanjono, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
2. Lianly Rompis, S.T., M.ITS (Universitas De La Salle Manado)
3. Bernadeta Wuri Harini, MT (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
4. Jeremias Leda, S.T., M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
5. Ir. Kinley Aritonang, Msie., Ph. D. (Universitas Parahyangan Bandung)
6. Ronald Rachmadai, S.T., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
7. Dr. Melani Adrian (Universitas De La Salle Manado)
8. Debby Paseru, S.T., MMSI., M.Ed (Universitas De La Salle Manado)
9. Immanuella Saputro, S.Si., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
10. N. Tri Suswanto Saptadi, S.Kom, M.M., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
11. Adi Chandra Syarif, M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
12. Dr. Muhammad Dani Supardan, S.T., M.T. (Universitas Syiah Kuala)
13. I Gusti Ketut Puja, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
14. Jeri T Siang, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
15. Tri Basuki Joewono, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Parahyangan Bandung)
16. Dr. Ir. Firdaus Chaeruddin, M.S. (Universitas Atma Jaya Makassar)
17. Richard Frans, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)

Tema Seminar:

**REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA
MARITIM**

ISBN 978-602-97094-7-6

© Agustus 2018

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik

Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta

DAFTAR ISI

SAMPUL JUDUL	i
SUSUNAN DEWAN REDAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
SAMBUTAN KETUA PANITIA RITEKTRA 8	iv
SUSUNAN ACARA RITEKTRA 8	v
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T1	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur	vi
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T2	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur	vii
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T3	
Konsentrasi: Teknik Mesin dan Teknik Industri.....	viii
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T4	
Konsentrasi: Teknik Elektro	ix
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T5	
Konsentrasi: Informatika.....	x
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN RB	
Konsentrasi: Sains dan Teknologi, Teknik Mesin, Teknik Industri	xi
DAFTAR ISI	xii

KEYNOTES SPEAKERS

**REMOVAL OF HAZARDOUS SUBSTANCES FROM WATER AND
WASTEWATER USING POLYMET BASED NANOCOMPOSITE AS
ADSORBENT**

Felicia Edi Soetaredjo KS-1

**INNOVATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN A DEVELOPING
MARITIME COUNTRY**

Emilia.L.C. van Egmond KS-7

POWER QUALITY IN MODERN HEALTH FACILITY

Rusdy Hartungi KS-26

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK SIPIL (TS)

- PENGUNAAN ABU SERABUT KELAPA DENGAN PEMBAKARAN 8000 DAN 10000 CELCIUS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA BETON**
Ade Lisantono dan Jap Yovita Natalie TS-1
- PEMODELAN DEMAND PENUMPANG DI BANDAR UDARA FRANS SEDA MAUMERE**
J.Dwijoko Anusanto dan Alfrendo Satriawan Kabupung TS-7
- KEBIJAKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA KONTRAKTOR DI DKI JAKARTA**
Harijanto Setiawan dan Primawardani TS-13
- CRITICAL SUCCESS FACTORS (CSF) HUBUNGAN KERJA SAMA ANTARA KONTRAKTOR DENGAN PEMASOK PROYEK KONSTRUKSI: PENDEKATAN KAJIAN LITERATUR**
Heru Utama TS-21
- FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONTRAKTOR MENGADOPSI TEKNOLOGI BETON PRACETAK**
Jaka Aditya Rama Pranajaya TS-31
- PENGARUH SERBUK BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**
Nelwan Rante Tondok, Jonie Tanijaya, dan Hendry Tanoto Kalangi TS-41
- PERILAKU GESER TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR - ABU SEKAM PADI DAN TULANGAN SERAT POLYESTER**
Hendra Suryadharma dan John Tri Hatmoko TS-48
- PERUBAHAN PERILAKU GESER TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN OLEH PENGARUH TEMPERATUR PEMERAMAN**
John Tri Hatmoko dan Hendra Suryadharma TS-58
- APLIKASI VEKTOR BEBAN PENENTU LOKASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR PLANE STRESS**
Richard Frans dan Yoyong Arfiadi TS-68
- ANALISA FAKTOR PENGARUH TENAGA KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PASANGAN DINDING BATAKO**
Sebastianus B. Henong, Elias G Kilok , dan Agustinus H. Pattiraja TS-76
- IMPLEMENTASI KONSTRUKSI BERKELANJUTAN PADA PENANGANAN BANGUNAN PASCA KEBAKARAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP) DAN JACKETING (Studi Kasus Pada Pasar 'X' Semarang)**
Stefanus Erik Susanto, Ivan Hidayat, Hermawan, David Widiyanto, dan Albertus Kriswandhono TS-83
- INISIASI KONSTRUKSI HIJAU UNTUK PROYEK GEDUNG DI INDONESIA**
Wulfram I. Ervianto TS-92

KAJIAN KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PARIWISATA DI TORAJA PROVINSI SULAWESI SELATAN Peter F Kaming dan Fritswel Ratmadi Payung	TS-98
IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM ESTIMASI BIAYA TIDAK LANGSUNG PROYEK KONSTRUKSI Marinus Linggi Kala' Lino	TS-108
PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADA PENINGKATAN KUAT TEKAN BATA TANAH LIAT KAPUR PRESS Kristiana Bebbe dan Richardus Daton	TS-116
REDUKSI UKURAN MODEL UNTUK ANALISIS DINAMIK DENGAN CARA KONDENSASI DINAMIK Yoyong Arfiadi dan Richard Frans	TS-123
PENGARUH LINGKUNGAN KERJA DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA Gerald Winardi, Yuada Rumengan, dan Yudith Helene Mustakim	TS-133
PROGRAM SIMULASI WUFI-2D UNTUK PENGGAMBARAN TRANSPORT PANAS PADA BANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus Gedung Thomas Aquinas Unika Soegijapranata Semarang) L.M.F. Purwanto	TS-141
<u>KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ARSITEKTUR (TA)</u>	
PERANCANGAN PERMUKIMAN PADAT PENDUDUK PINGGIR SUNGAI DENGAN PENDEKATAN SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS DI SRENGSENG JAKARTA BARAT,INDONESIA Yanita Mila Ardiani, Noegroho, dan Carolina	TA-1
ANALISIS PROFIL LULUSAN ARSITEKTUR Suzzana Winda Artha Mustika, Yohanes Dicka Pratama, dan R. Kristoforus Jawa Bendi	TA-10
VISUALISASI DATA MEDIA SOSIAL UNTUK MEMBANGUN PETA PENGUNAAN RUANG KOTA Sushardjanti Felasari dan M. Sani Roychansyah	TA-22
KEBERLANJUTAN DAN PERUBAHAN” ORIENTASI PERMUKIMAN KAJIAN FENOMENA PERMUKIMAN AIRMATA DI BANTARAN KALI KACA KOTA KUPANG Reginaldo Christophori Lake	TA-28
HARMONISASI PENGEMBANGAN KAMPONG ORGANIK BERBASIS KOMUNITAS DI KOTA YOGYAKARTA Paulus Bawole, Haryati B Sutanto, dan Winarna	TA-37
KONSEP ”AMONG TANI DAGANG LAYAR” TATA RUANG WILAYAH DIY DAN PEMBANGUNAN KAWASAN WISATA BAHARI Amos Setiadi	TA-43

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK MESIN (TM)

KAJIAN PEMBEBANAN STATIS PADA DESAIN PURWARUPA SASIS MOBIL LISTRIK DRIYARKARA BERBASIS APLIKASI ELEMEN HINGGA

Achilleus Hermawan Astyanto, Yana Resti Yanto, Stephanus Debby, Adolf Baskoro Wisnu Aji, dan Freddy Saputra Romanti TM-1

CONCEPTUAL DESIGN OF HIGH SPEED CRAFT FOR ENSURING SAFETY OF LIFE AT SEA AND HAZARDOUS COLLISION

Fred Wenehenubun TM-8

ANALYTICAL STUDY ON THE ILLUMINATION OF OFFICE TO SUPPORT HEALTHY WORKING SPACES

Fred Wenehenubun TM-17

PENGUJIAN PROKSIMASI LIMBAH KULIT BIJI JAMBU MENTE HASIL PIROLISIS

Inong Oskar, Andi Erwin Eka Putra, dan Effendy Arif TM-28

RANCANG BANGUN PEMBUAT BENANG PLA

Djoko Setyanto, Marten Darmawan, dan Charvin Chandra TM-32

KARAKTERISTIK TEKANAN PADA BADAN RAMPUMP DENGAN VARIASI SAMBUNGAN-T

Juanda Saroha Sihotang dan Dwiseno Wihadi TM-39

INVESTIGASI MIKROSTRUKTUR DARI BAJA YANG DISAMBUNGAN SECARA DIFFUSI ISOSTATIS

Widodo Widjaja Basuki TM-45

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRO (TE)

RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BUAH PINANG TENAGA SURYA HYBRID HEMAT ENERGI

Andrew Joewono, Julius Mulyono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, dan Ahmad Hasan K TE-1

RANCANG BANGUN MESIN PENGGORENG KERUPUK SINGKONG OTOMATIS-HEMAT ENERGI

Andrew Joewono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, Ahmad Hasan K, dan Dewi Wulandari TE-8

RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA DENGAN BATTERY CHARGE CONTROLLER HYBRID

Andrew Joewono, Rasional Sitepu, Peter R Angka, dan Andrian T TE-21

RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS

Andrew Pranata, Melisa Mulyadi, dan Harlianto Tanudjaja TE-31

MONITOR SISA CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT

Hartono Pranjoto, Lanny Agustine, Yesiana D. W. Werdani, Diana Lestariningsih, dan B. Brian Teja Pahar TE-39

SISTEM PENGENDALI LEVEL AIR DENGAN ALGORITMA PROPORTIONAL, INTEGRAL, DERRIVATIVE BERBASIS SUPERVISORY, CONTROL, AND DATA ACQUISITION Brian Wijaya dan Melisa Mulyadi	TE-48
STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN SULAWESI SELATAN Jeremias Leda dan Simon Patabang	TE-57
PEMBELAJARAN SCADA BAGI MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO UNTUK MENJAWAB TANTANGAN DAN PELUANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0 Th. Prima Ari Setiyani dan Martanto	TE-71
UPLINK PADA NON ORTHOGONAL MULTIPLE ACCESS Renaldo Liojaya dan Theresia Ghozali	TE-80
SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH DENGAN RFID BERBASIS WIRELESS ESP8266 Ryan Laksmana Singgeta, Pinrolinvic D.K. Manembu, dan Mark D. Rembet	TE-87
PENERAPAN FUZZY C-MEAN UNTUK PEMETAAN PRESTASI AKADEMIK MAHASISWA BERDASARKAN TEST POTENSI AKADEMIK PADA PENERIMAAN CALON MAHASISWA Tjendro, Vincent Suhartono, dan Romi Satrio Wahono	TE-97
PENGAMATAN BADAI CUACA UNTUK MENDUKUNG AKTIVITAS PELUNCURAN SATELIT Wayan Suparta	TE-105
UNJUK KERJA KECEPATAN EKSEKUSI PADA DEEP CONVOLUTIONAL NETWORK Wiwien Widyastuti dan Budi Darmawan	TE-112
ANALISIS TAHANAN KONTAK PERMUKAAN PADA PENGHANTAR TEMBAGA DAN TEMBAGA BERLAPIS TIMAH Syahir Mahmud dan Limbran Sampebatu	TE-117

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI (TI)

SISTEM ANTRIAN KANTOR PAJAK DENGAN MODEL SIMULASI (STUDI KASUS JALAN KAPTEN A. RIVAI) Achmad Alfian	TI-1
ANALISIS KECACATAN PRODUK WALL TILE PADA PT. MULIA KERAMIK INDAHRAJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS Chendrasari Wahyu Oktavia, Riana Magdalena, dan Jessica Ardelia Gotama	TI-14
PENGGUNAAN METODE KANO UNTUK MANGANALISIS KUALITAS LAYANAN BOOKING HOTEL MELALUI TRAVELOKA Wibawa Prasetya dan Debby Karini	TI-25

OPTIMASI KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN METODE RESPONSE SURFACE (STUDI KASUS : DI UD. X) Riky Yudha Pratama, Luh Juni Asrini, dan Martinus Edy Sianto	TI-34
PENERAPAN METODE SUBSTITUSI METRIS PADA FISIKA PEMUAIAN DENGAN TEMPERATUR DINAMIS SEKITAR NILAI TERTENTU Stephanus Ivan Goenawan	TI-44
PENERAPAN STRATEGI PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN CONVERSION (STUDI KASUS PT. XYZ) Liberty Sopaheluwakan, Hadi Santosa, dan Ivan Gunawan	TI-49
EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PELAYANAN LOKET BADAN PENYELENGGARA JAMINAN SOSIAL (BPJS) CABANG SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI Agatha Nusamaris Keban, Ig. Jaka Mulyana, dan Luh Juni Asrini	TI-59
USULAN PENGUKURAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE OBJECTIVE MATRIX PADA PT. XYZ Riana Magdalena, Wibawa Prasetya, dan Steffi Ratnadewi	TI-65
PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGANGKUT KACANG KEDELAI (STUDI KASUS DI CV. Z) Luizinho Antonio Ximenes Moreira, Julius Mulyono, dan Hadi Santosa	TI-73
<u>KELOMPOK KONSENTRASI INFORMATIKA (IK)</u>	
IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS DAN J48 DALAM MENGIDENTIFIKASI DIABETES INSIPIDUS PADA USIA PRODUKTIF: MAHASISWA Apriandy Angdresey dan Jeniver Matruty	IK-1
PENGELOMPOKAN TINGKAT KRIMINALITAS DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING Eduardus Hardika Sandy Atmaja	IK-7
APLIKASI PENENTUAN JALUR TERDEKAT KE LOKASI ATM MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA Gledys F Sigarlaki, Debby Paseru, dan Thomas Suwanto	IK-16
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN PASAR TRADISIONAL DI KOTA KUPANG BERBASIS WEB Jetri Nabuasa dan Natalia Magdalena R. Mamulak	IK-24
PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA NON-PLAYER CHARACTER PERMAINAN LUDO R. Kristoforus Jawa Bendi dan Amelia Sibagariang	IK-31

IMPLEMENTASI MODEL GAMIFIKASI DENGAN MDA FRAMEWORK PADA APLIKASI PENGELOLAAN MATA KULIAH Michael George Sumampouw	IK-42
PERBANDINGAN METODE NEWTON-RAPHSON MODIFIKASI DAN METODE SECANT MODIFIKASI DALAM PENENTUAN AKAR PERSAMAAN Patrisius Batarius	IK-53
RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DENGAN AKSES MULTI-LEVEL BERBASIS WEB Pinrolinvic Manembu dan Debby Paseru	IK-64
REKOMENDASI MAKANAN DENGAN PENDEKATAN TECHNIQUE FOR ORDER PERFORMANCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS) Robertus Adi Nugroho	IK-72
PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN SIMPUL GRAF PADA PERMASALAHAN PENJADWALAN KULIAH Theresia Sunarni, R. Kristoforus Jawa Bendi, dan Achmad Alfian	IK-83
APLIKASI WEB GAMIFIKASI MATA KULIAH Escobar Sumampouw, Thomas Suwanto, dan Rinaldi Munir	IK-92
DEVELOP SMART CITY GOVERNANCE THROUGH SOCIETY PERCEPTION CHANGE BASED ON GOOGLE FORM APPLICATION N. Tri Suswanto Saptadi dan Ferdinandus Sampe	IK-101
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PROGRAM STUDI DI UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO MENGUNAKAN METODE AHP Vivie Deyby Kumenap	IK-111
 <u>KELOMPOK KONSENTRASI SAINS DAN TEKNOLOGI</u>	
NANO ADSORBEN DARI BIOPOLIMER SELULOSA SEBAGAI PENYERAP TEMBAGA DALAM AIR Shella Permatasari Santoso	ST-1
PENGEMBANGAN MODEL VERTICAL CONSTRUCTED WETLAND SEBAGAI ALTERNATIF SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK PERMUKIMAN KAMPUNG KOTA Haryati Sutanto dan Paulus Bawole	ST-8
ANALISIS DATA KETAHANAN HIDUP DENGAN MODEL REGRESI COX PROPORSIONAL HAZARDS Etri Amiani dan Ig. Aris Dwiatmoko	ST-17
PENYELESAIAN MASALAH PENGEPAKAN BARANG DENGAN ALGORITMA GENETIKA Christina Eka Septyaningsih dan Hartono	ST-25

**PIROLISIS PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR KENDARAAN
BERMOTOR**

Setiyadi Celerina dan Ronny A

ST-35

**SIMULASI NUMERIS GELOMBANG PERIODIK DI PANTAI
BERTOPOGRAFI MIRING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK
ANUGA**

Sudi Mungkasi

ST-41

PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA NON-PLAYER CHARACTER PERMAINAN LUDO

R. Kristoforus Jawa Bendi¹, Amelia Sibagariang²

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas
Jalan Bangau No. 60, Palembang 30113
Telp. (0711) 366326

E-mail: kristojb@ukmc.ac.id, amel_riang@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ludo merupakan salah satu permainan papan sederhana yang dimainkan oleh dua atau empat pemain. Di awal permainan, setiap pemain memiliki empat bidak yang diletakkan pada area rumah. Pemenang permainan adalah pemain pertama yang berhasil memindahkan seluruh bidaknya ke kotak finish. Saat ini permainan komputer dikembangkan dengan memanfaatkan kecerdasan tiruan (*artificial intelligence*). Dengan kecerdasan tiruan pemain (dalam hal ini manusia) dapat bermain sendiri melawan komputer. Tujuan penelitian ini adalah merancang kemampuan berpikir Non-Player Character (NPC) pada permainan Ludo yang akan bertindak sebagai lawan pemain. NPC yang dirancang dengan menggunakan fungsi heuristik sederhana, akan merepresentasikan tiga karakter, yakni: karakter agresif, karakter defensif dan karakter plin-plan. Analisis dan desain perangkat lunak Ludo didasarkan pada model sekuensial linier, dan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual basic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi-fungsi aplikasi dapat berjalan dengan baik. Pengujian terhadap NPC menunjukkan bahwa kemenangan NPC dengan karakter defensif mencapai 70%, sedangkan NPC dengan karakter agresif dapat mencapai tingkat kemenangan sebesar 60%.

Kata Kunci: ludo, heuristik, non-player character, model sekuensial linier, visual basic

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang berkembang saat ini menjadikan komputer sebagai sarana informasi yang interaktif. Hal ini memicu berkembangnya industri permainan berbasis komputer (*computer games*). Akibatnya banyak permainan-permainan tradisional yang interaktif kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk permainan komputer. Salah satu permainan tradisional yang dijadikan permainan komputer adalah Ludo.

Ludo merupakan salah satu jenis permainan papan sederhana. Permainan ini harus dimainkan oleh dua orang atau empat orang. Penerapan *artificial intelligence* (AI) dalam dunia permainan komputer, memungkinkan pemain (manusia) digantikan oleh komputer (*non-player character*). Dengan demikian, Ludo yang secara tradisional dimainkan oleh dua orang, setelah ditransformasikan menjadi permainan komputer, dapat dimainkan oleh satu orang saja. Sedangkan lawan mainnya dapat diwakili oleh komputer.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang perilaku *non-player character* (NPC) pada permainan ludo. NPC akan berfungsi sebagai pemain (atau lawan main) yang dikendalikan oleh komputer.

1.2 Tinjauan Pustaka

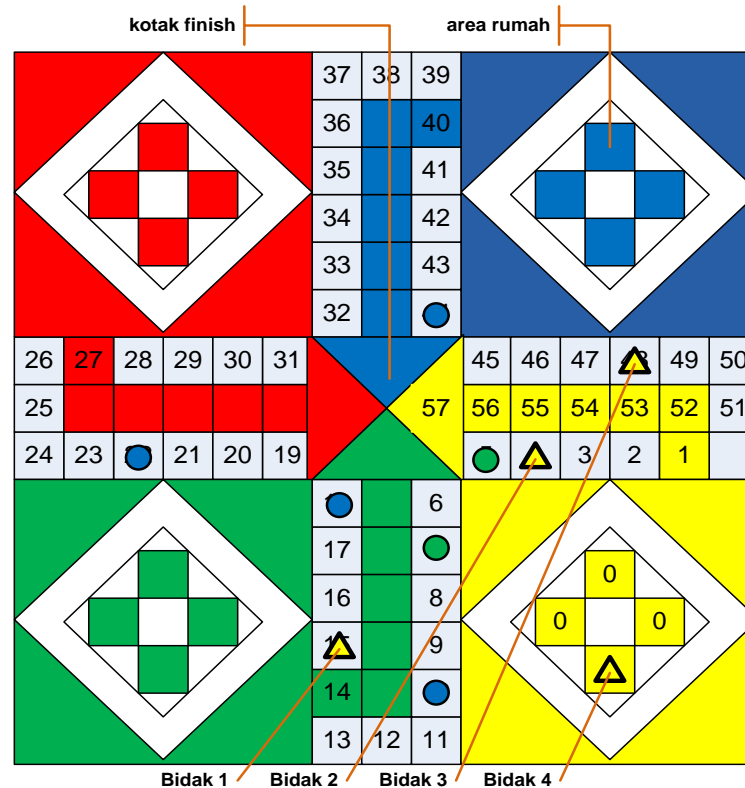
Permainan Ludo adalah permainan papan sederhana yang dimainkan oleh dua sampai empat pemain. Ludo berasal dari bahasa Latin yang bermakna "I Play" atau "Saya Bermain". Permainan ini sangat populer di banyak negara dan dikenal sebagai "Ludi" oleh orang Karibia, "Fia med knuff" oleh Swedia, "Mens-erger-jeniet" di Belanda, "Mensch argere dich nicht" di Jerman dan "The Chinese" di Polandia. Papan Ludo digambarkan pada Gambar 1 dengan tanda silang (*cross*). Masing-masing bagian pada tanda *cross* dibagi menjadi tiga kolom, dengan masing-masing kolom terdiri atas enam kotak. Titik tengah dari tanda silang adalah kotak *finish* yang dibagi menjadi empat buah segitiga yang berbeda warna. Pada permulaan permainan, keempat bidak ditempatkan pada area rumah. Pemain melempar dadu secara bergiliran. Ketika seorang pemain mendapatkan nilai dadu enam, maka pemain boleh mengeluarkan satu bidak dari rumah atau memilih untuk menggerakkan bidak lainnya yang sudah berada di luar rumah. Pemain juga mendapatkan bonus untuk melempar dadu lagi bila mendapatkan nilai dadu enam. Jika salah satu bidak pemain mengenai bidak pemain lainnya, maka bidak lawan dimakan dan dikembalikan lagi ke area rumah. Pemenang dari permainan Ludo adalah pemain pertama yang memindahkan semua bidaknya ke kotak *finish*.

Dewasa ini permainan komputer yang dikembangkan senantiasa melibatkan AI. Dengan penerapan AI ini para pengguna sistem dapat bermain sendiri dengan melawan sistem komputer (Hartanto, Purwadi, & Santosa, 2010).

Seperti halnya permainan papan lainnya, ludo juga diduga dapat dibuat menjadi permainan yang menggunakan AI. Dalam permainan komputer yang berbasis AI sering digunakan teknik pencarian (*searching*) tertentu dan masalah ruang dan keadaan (*state and space problem*).

Ruang keadaan (*state space*) merupakan suatu ruang yang berisi semua keadaan yang mungkin dalam suatu kasus AI. Kondisi dalam ruang keadaan meliputi:

- Keadaan sekarang (keadaan awal/*start state*).
- Keadaan tujuan (*goal state*), merupakan solusi yang dijangkau dan perlu diperiksa apakah telah mencapai sasaran.
- Kaidah atau aturan yang memberikan batasan-batasan bagaimana mengubah suatu keadaan menjadi keadaan lain.



Gambar 1. Papan permainan ludo

Salah satu contoh permainan yang menggunakan ruang dan keadaan (*state space*) adalah catur. Permainan catur dimulai dengan menempatkan diri pada keadaan awal, kemudian bergerak dari satu keadaan ke keadaan yang lain sesuai dengan aturan yang ada, dan mengakhiri permainan jika salah satu telah mencapai tujuan (Kusumadewi, 2003). Catur dan ludo termasuk dalam permainan papan sehingga penerapan masalah ruang dan keadaan pada catur diduga memiliki kesamaan dengan penerapannya pada ludo.

Hal terpenting dalam menentukan keberhasilan sistem yang berbasis AI adalah kesuksesan dalam pencarian dan pencocokan. Pencarian dan pelacakan dilakukan dengan membangkitkan keadaan baru dari keadaan awal (*start state*) hingga didapatkan keadaan tujuan (*goal state*). Ada kalanya keadaan tujuan tidak akan pernah dicapai. Hal ini tergantung dari keadaan awal yang diberikan dan aturan-aturan yang harus dipatuhi untuk mencapai keadaan tujuan (Kusumadewi, 2003).

Pencarian heuristik biasanya diistilahkan dengan *informed search* atau pencarian yang berdasarkan panduan. Poyla mendefinisikan heuristik sebagai studi metoda dan kaidah penemuan (Desiani & Arhami, 2005). Dalam pencarian ruang keadaan, heuristik dinyatakan sebagai aturan untuk melakukan pemilihan cabang-cabang dalam ruang keadaan yang paling tepat untuk mencapai solusi permasalahan yang dapat diterima. Solusi persoalan AI yang menggunakan metoda heuristik didasarkan pada dua kondisi, yaitu:

- Permasalahan yang mungkin tidak mempunyai solusi yang pasti disebabkan oleh ambiguitas (keraguan/ketidaktastian) mendasar dalam pernyataan permasalahan atau data yang tersedia. Diagnosa

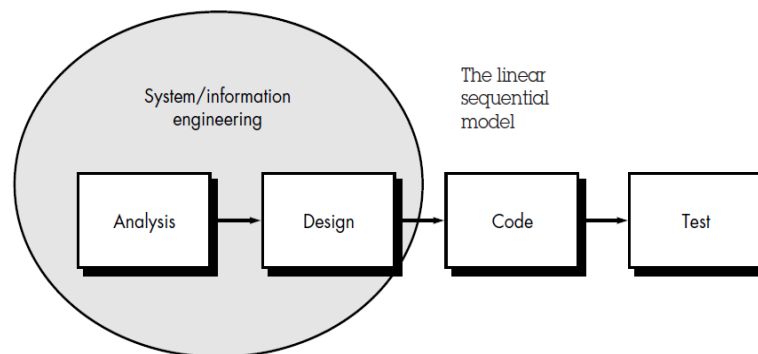
kedokteran merupakan salah satu contohnya, di mana sejumlah gejala mungkin dapat ditimbulkan oleh berbagai macam penyebab yang mungkin. Dokter menggunakan heuristik untuk memilih atau menentukan diagnosa yang paling dapat diharapkan dan merumuskan rencana penanganannya.

- b. Permasalahan yang boleh jadi memiliki solusi pasti, tetapi biaya komputasi untuk mendapatkan solusi tersebut mungkin sangat tinggi. Dalam banyak masalah seperti catur, ruang keadaan bertambah luar biasa seiring dengan pertambahan jumlah keadaan yang dimungkinkan. Dalam kasus ini, teknik pencarian seperti *Breadth First Search* (BFS) dan *Depth First Search* (DFS) mungkin gagal memperoleh solusi sehingga metoda heuristik akan menangani kerumitan permasalahan ini dengan panduan pencarian pada sepanjang lintasan yang memberi harapan melalui state. Dengan mengeliminasi state yang tidak memberikan harapan dan turunannya dari ruang tersebut maka metoda heuristik dapat menaklukkan ledakan kombinatorial dan menentukan solusi yang dapat diterima.

Sayangnya, seperti semua kaidah penemuan lainnya, metoda heuristik juga dapat salah. Metoda heuristik hanyalah panduan informasi untuk menebak langkah berikutnya yang harus diambil dalam menyelesaikan suatu permasalahan, dan sering dilakukan berdasarkan eksperimen/percobaan atau secara intuisi. Oleh karena menggunakan informasi yang terbatas, metoda heuristik jarang dapat memprediksi tingkah laku yang pasti dari ruang keadaan saat dilakukan pencarian. Metoda heuristik dapat membimbing solusi suboptimal atau gagal menemukan solusi apapun. *Game playing* dan pemecahan teorema (*theorem solving*) adalah dua aplikasi yang paling tua dari AI, yang menggunakan metoda heuristik untuk memangkas ruang dari solusi yang mungkin. Penelitian sebelumnya yang terkait dengan permainan Ludo setidaknya telah dilakukan oleh Rensink, et al. (2007), Chhabra & Tomar (2015), Alhajry, Alvi, & Ahmed (2012), dan Alvi & Ahmed (2011).

1.3 Metodologi Penelitian

Untuk membangun perangkat lunak, dibutuhkan sebuah model pengembangan perangkat lunak. Penelitian ini mengadopsi model sekuensial linier (Pressman, 2001). Dalam model ini (Gambar 2), pengembangan perangkat lunak dilakukan secara sistematis dan linier, yang dimulai dari aktivitas analisis, desain, pengkodean dan pengujian perangkat lunak. Aktivitas analisis dan desain merupakan bagian dari aktivitas rekayasa sistem. Secara ringkas tahapan penelitian ini dideskripsikan pada Tabel.



Gambar 2. Model sekuensial linier

Tabel 1. Tahapan penelitian

Tahap	Kegiatan	Hasil
Analysis	Menentukan aturan permainan Ludo	Aturan permainan Ludo yang digunakan
	Menentukan fungsi heuristik pada NPC	Fungsi heuristik untuk karakter NPC
Design	Merancang algoritma berpikir NPC	Diagram alir karakter NPC
	Merancang antarmuka pemakai	Rancangan antarmuka pemakai
Code	Membangun aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman	Aplikasi permainan Ludo
Testing	Melakukan pengujian perangkat lunak	Hasil pengujian perangkat lunak
	Melakukan pengujian statistik	Hasil pengujian statistik

2. PEMBAHASAN

2.1 Aturan Permainan Ludo

Aturan permainan Ludo yang diterapkan sebagai berikut.

1. Pada awal permainan, keempat bidak pemain ditempatkan pada area Rumah,
2. Pemain melempar sebuah dadu secara bergiliran,
3. Bila mendapatkan nilai dadu enam, maka pemain dapat mengeluarkan bidaknya dari area Rumah ke titik Mulai. Bila tidak ingin mengeluarkan bidak dari rumah, pemain dapat menggerakkan bidak lainnya yang sudah berada di luar rumah,
4. Selanjutnya, pemain dapat memajukan salah satu bidaknya dari satu sampai enam petak, sesuai dengan nilai dadu yang didapatkan pada giliran bermainnya,
5. Pemain yang memperoleh nilai dadu enam, juga memperoleh bonus untuk melempar dadu kembali,
6. jika bidak pemain mengenai bidak lawan pada satu petak yang sama, maka bidak lawan akan tersingkir dan dikembalikan lagi ke area Rumah.
7. Bidak tidak boleh menempati petak yang sudah ditempati oleh bidak lainnya yang berwarna sama,
8. Ketika bidak telah mencapai area finish, maka bidak dapat bergerak ke atas menuju kotak finish. Di dalam jalur finish, bidak berada pada posisi safe dan tidak dapat disingkirkan lagi oleh bidak lawan. Selanjutnya, pemain harus mendapatkan nilai dadu yang tepat untuk dapat menggerakkan bidak ke kotak finish,
9. Pemenang adalah pemain pertama yang menempatkan keempat bidaknya di kotak finish,
10. Jika pemain tidak dapat menjalankan bidaknya, maka giliran bermain dilewatkan ke pemain berikutnya.

2.2 Analisis dan Desain

Algoritma berpikir NPC dirancang dengan menggunakan fungsi heuristik. Fungsi heuristik ini dibuat sedemikian rupa sehingga masing-masing karakter NPC memiliki prioritas sesuai karakternya. Tabel 2 memperlihatkan karakter NPC dan prioritasnya. Berdasarkan prioritas tersebut, kemudian diformulasikan fungsi heuristik setiap NPC (Tabel 3).

Tabel 2. Karakter NPC dan perilakunya

Karakter	Perilaku
Agresif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyingkirkan bidak lawan 2. Mengeluarkan bidak dari rumah 3. Mengejar bidak lawan 4. Memasukkan bidak ke kotak finish
Defensif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghindari kejaran bidak lawan 2. Mengeluarkan bidak dari rumah 3. Memasukkan bidak ke kotak finish
Plin-plan	Bergerak berdasarkan pengacakan nilai dadu

Tabel 3. Fungsi heuristik pada NPC

Karakter	Fungsi Heuristik	Keterangan
Agresif	$f(H) = \begin{cases} 0,5 & , B1 = 0 \\ B2 - B1 + d & , 50 \geq B1 + d \geq 1 \\ 57 - B1 + d & , B1 + d \geq 51 \end{cases}$	<ul style="list-style-type: none"> • d: nilai acak dadu, • B1: posisi bidak NPC, • B2: posisi bidak lawan terdekat yang berada di depan B1+d, • A: jumlah bidak lawan yang berada di posisi 1 sampai 6 langkah di belakang B1+d
Defensif	$f(H) = \begin{cases} 0,5 & , B1 = 0 \\ 57 - B1 + d - 10A & , 51 \geq B1 + d \geq 1 \\ 57 - B1 + d & , B1 + d \geq 52 \end{cases}$	
Plin-plan	Tidak menggunakan fungsi heuristik	

Sebagai ilustrasi, NPC mengendalikan bidak berwarna kuning, dan keadaan papan Ludo pada saat ini seperti ditampilkan pada Gambar 1. Bidak 1 berada di posisi 15, bidak 2 berada di posisi 4, bidak 3 berada di posisi 48 dan bidak 4 masih berada di rumah (posisi 0). Saat ini NPC mendapat giliran untuk melemparkan dadu, dan mendapat nilai dadu 6 ($d = 6$). NPC akan menghitung nilai heuristik untuk setiap bidaknya, kemudian memilih bidak dengan nilai heuristik terkecil untuk digerakan.

Andaikan NPC berkarakter Agresif, maka hasil perhitungan nilai heuristik setiap bidaknya seperti pada Tabel 4. Misalkan bidak 1 berada di posisi 15, maka nilai $B1 = 15$. Nilai $B1 + d = 21$. Karena $50 \geq 21 \geq 1$, maka fungsi heuristik

yang digunakan adalah $B2 - B1 + d$. Dari Gambar 1, terlihat bahwa posisi $B2 = 22$ (bidak lawan berwarna biru). Sehingga $f(H) = 22 - 21 = 1$. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk ketiga bidak lainnya. Setelah mendapatkan nilai heuristik untuk seluruh bidak, kemudian dipilih bidak dengan nilai heuristik terkecil (bidak 2) untuk digerakan sejauh 6 (nilai acak dadu) langkah.

Tabel 4. Perhitungan nilai heuristik NPC Agresif

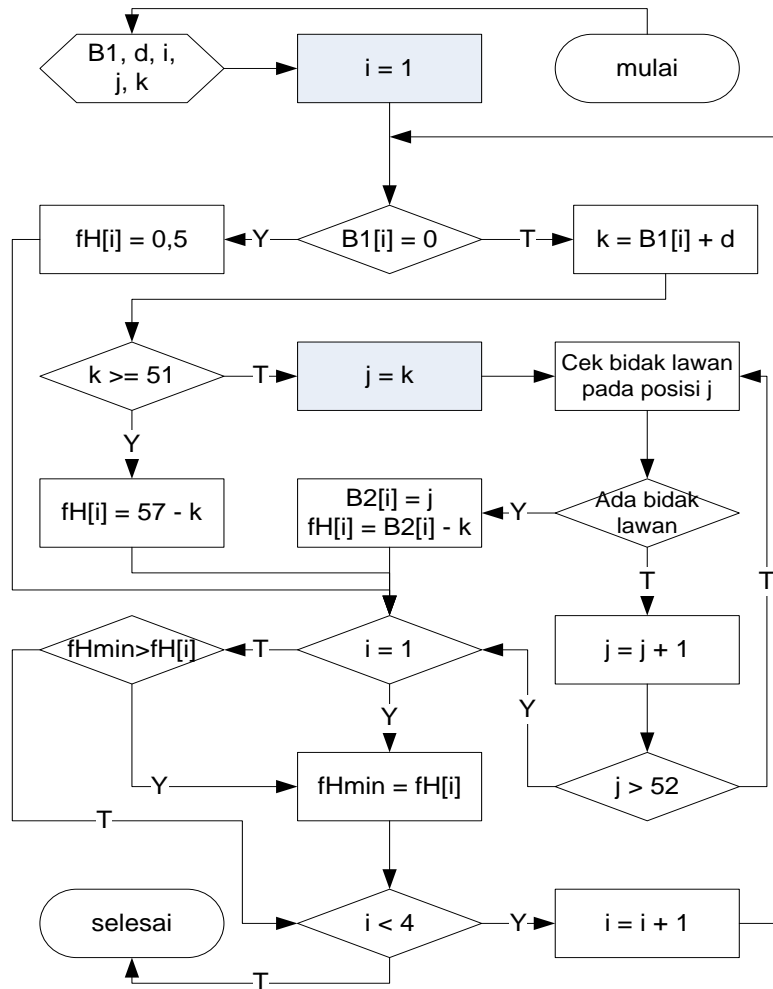
<i>Bidak</i>	<i>d</i>	<i>B1</i>	<i>B1 + d</i>	<i>B2</i>	<i>f(H)</i>
Bidak 1	6	15	21	22	1
Bidak 2	6	4	10	10	0
Bidak 3	6	48	54	57	3
Bidak 4	6	0	-	-	0,5

Andaikan NPC berkarakter Defensif, maka hasil perhitungan nilai heuristiknya seperti pada Tabel 5. Misalkan $B1 = 15$, dan $B1 + d = 21$. Karena $51 \geq 21 \geq 1$, maka fungsi heuristik nya adalah $57 - B + d - 10A$. Dari Gambar 3 terlihat bahwa $A = 1$ (dalam 6 langkah ke belakang dari $B + d$, hanya terdapat satu bidak lawan, yakni bidak biru pada posisi 18). Sehingga $f(H) = 57 - 21 - 10(1) = 26$. Berdasarkan nilai heuristik dari seluruh bidak, NPC akan memilih bidak 4 (dengan nilai terkecil) untuk dikeluarkan dari area rumah.

Tabel 5. Perhitungan nilai heuristik NPC Defensif

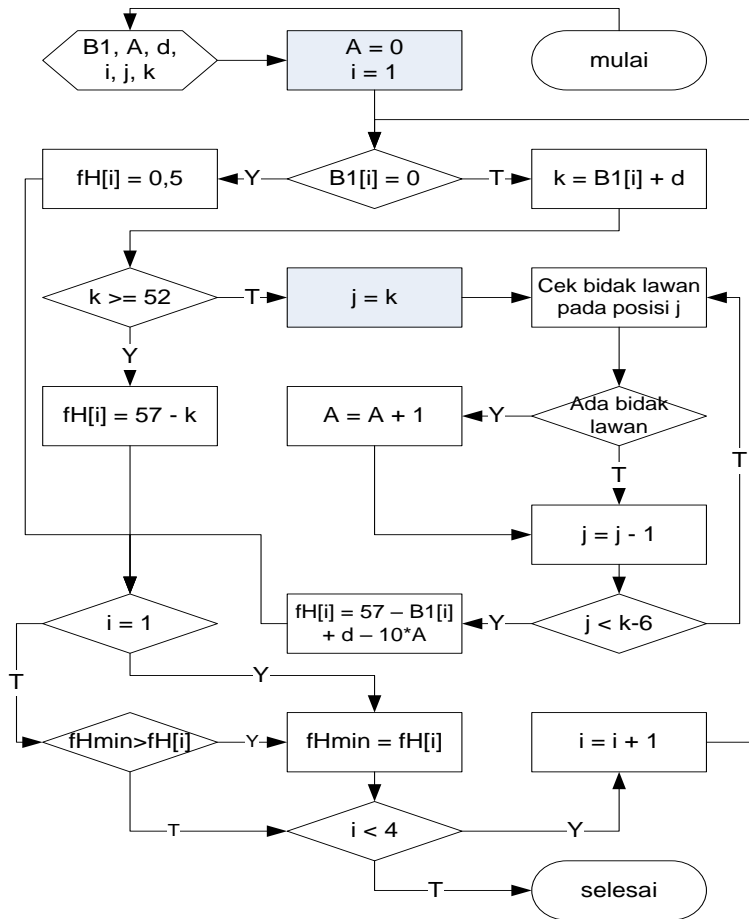
<i>Bidak</i>	<i>d</i>	<i>B1</i>	<i>B1 + d</i>	<i>A</i>	<i>f(H)</i>
Bidak 1	6	15	21	1	26
Bidak 2	6	4	10	2	27
Bidak 3	6	48	54	-	3
Bidak 4	6	0	-	-	0,5

Berdasarkan ilustrasi tersebut, kemudian dirancang algoritma untuk menentukan nilai heuristik terkecil, sebagai penentu bidak yang akan digerakan. Gambar 3 memperlihatkan diagram alir perhitungan nilai heuristik untuk NPC berkarakter Agresif, dan Gambar 4 adalah diagram alir perhitungan nilai heuristik untuk NPC berkarakter Defensif.

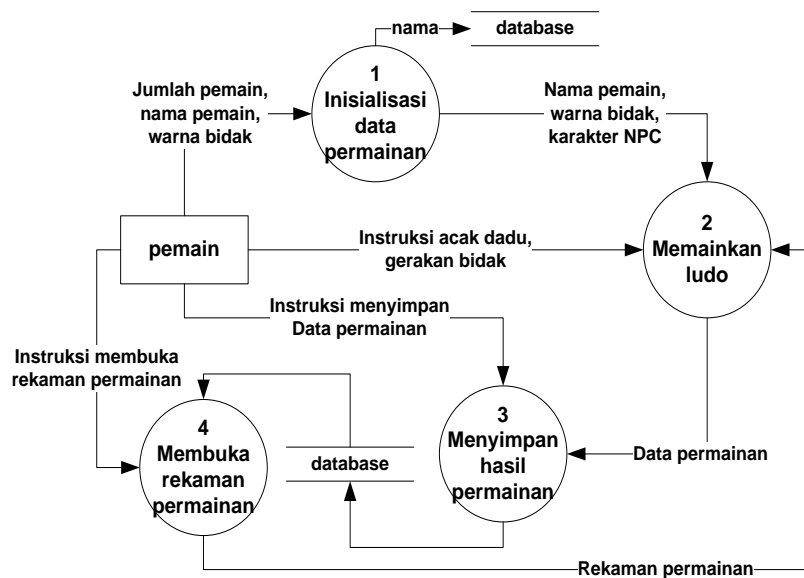


Gambar 3. Diagram alir NPC agresif

Pemodelan perangkat lunak dibuat dengan menggunakan diagram alir data. Penggunaan diagram ini, untuk menunjukkan alur proses perangkat lunak. Gambar 5 memperlihatkan diagram alir data dari perangkat lunak yang akan dibangun. Pemodelan aplikasi ini dibuat sedemikian rupa, sehingga pengguna dapat menyimpan kondisi permainan yang belum selesai dimainkan, dan dapat membuka/melanjutkan kembali di waktu yang berbeda. Untuk itu, data permainan, berupa posisi bidak, pemain, dan karakter NPC akan disimpan segera setelah pengguna memberikan perintah simpan.



Gambar 4. Diagram alir NPC defensif



Gambar 5. Diagram alir data aplikasi ludo

2.3 Kode dan Pengujian

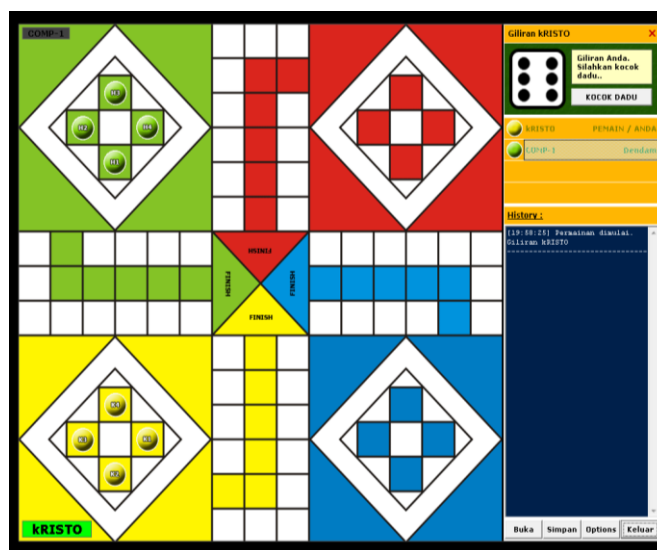
Desain perangkat lunak melibatkan desain antarmuka pengguna dan desain prosedural perangkat lunak. Desain antarmuka pengguna dibuat semenarik dan seinteraktif mungkin, sehingga pengguna tidak segera bosan saat menggunakan aplikasi tersebut. Gambar 6 s.d. Gambar 8, memperlihatkan beberapa contoh desain antarmuka pengguna yang telah dibuat. Perangkat lunak permainan Ludo ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic, dan dijalankan pada komputer bersistem operasi Windows.



Gambar 6. Menu awal aplikasi ludo



Gambar 7. Menu pemilihan pemain pada aplikasi ludo



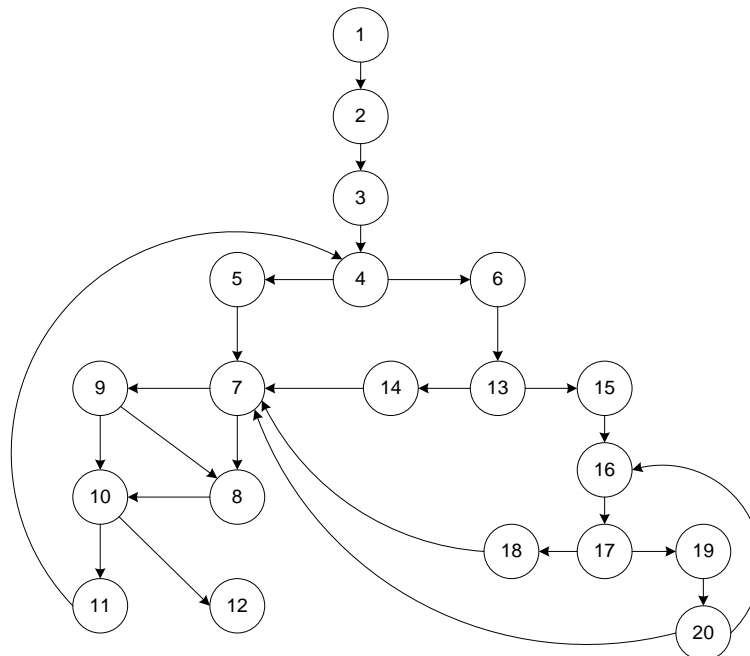
Gambar 8. Antarmuka papan permainan ludo

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan metode *white-box testing* dan *black-box testing*. *Black-box testing* merupakan pengujian yang berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak, tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program (Pressman, 2001). Pengujian dengan metode *black-box testing* dilakukan dengan cara memberikan sejumlah input pada aplikasi. Input tersebut kemudian diproses sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya untuk melihat apakah aplikasi dapat menghasilkan output yang sesuai dengan yang diinginkan dan sesuai pula dengan fungsi dasar dari aplikasi tersebut. Apabila dari input yang diberikan proses dapat menghasilkan output yang sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya, maka aplikasi yang dibuat sudah benar, tetapi apabila output yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya, maka masih terdapat kesalahan pada aplikasi tersebut. Tabel 6 memperlihatkan contoh hasil pengujian *black-box* yang dilakukan pada antarmuka pemakai (Gambar 6).

Tabel 6. Contoh hasil *black-box testing*

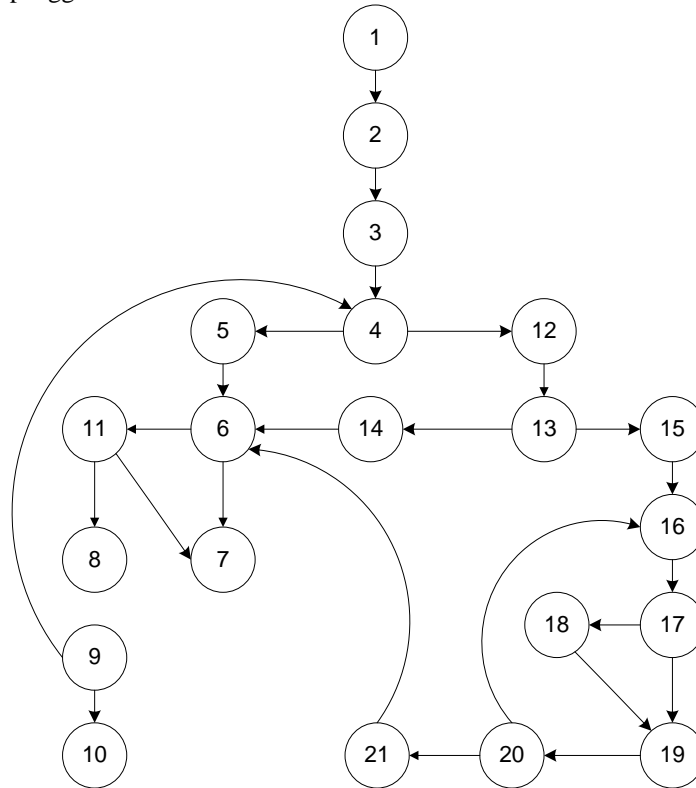
No	Input yang diberikan	Output yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Tekan tombol permainan baru	Tampil form Input Nama	√
2	Tekan tombol Buka	Tampil form Buka	√
3	Tekan tombol pengaturan	Tampil form Pengaturan	√
4	Tekan tombol bantuan	Tampil form Help	√
5	Tekan tombol mengenai	Tampil form About	√
6	Tekan tombol keluar	Keluar dari aplikasi	√

White-box testing merupakan pengujian yang didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan menggunakan struktur kontrol desain prosedural untuk membagi pengujian dalam beberapa kasus pengujian (Pressman, 2001). Pengujian *white-box* dalam penelitian menggunakan teknik pengujian basis jalur dengan cara mengukur kompleksitas siklomatis pada struktur logika NPC yang dibangun. *Flow graph* untuk NPC Agresif seperti digambarkan pada Gambar 9.. Nilai kompleksitas siklomatis ($V(G) = E - N + 2$, atau $V(G) = P + 1$ atau $V(G) =$ jumlah region (Pressman, 2001), dengan E adalah jumlah edge pada diagram alir, N adalah jumlah simpul, P adalah jumlah jumlah node yang memiliki cabang. Hasil pengujian *white-box* untuk NPC Agresif menunjukkan bahwa nilai kompleksitas siklomatis nya adalah 8 (diperoleh dari $V(G) = 26 - 20 + 2 = 8$). Sedangkan untuk NPC Defensif, berdasarkan *flow graph* pada Gambar 10 diperoleh nilai kompleksitas siklomatisnya adalah 5 ($24 - 21 + 2 = 5$).

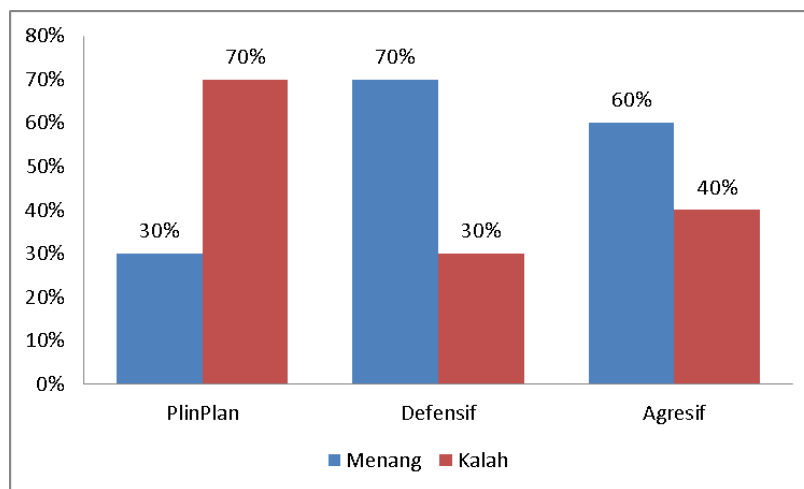


Gambar 9. Flow graph NPC agresif

Untuk melihat efektivitas karakter NPC, dilakukan pengujian secara statistik. Aplikasi permainan Ludo dimainkan dalam mode 2 player (pengguna vs NPC). Hasil pengujian dengan 30 data sampel (Gambar 9) menunjukkan bahwa karakter yang telah dirancang sebagai NPC mampu bekerja dengan baik. Terlihat bahwa, pada karakter Plin-plan tingkat kemenangan NPC (warna biru) lebih rendah dari pada pengguna (warna merah), sedangkan pada karakter Defensif dan karakter Agresif yang menggunakan fungsi heuristik, tingkat kemenangan NPC lebih tinggi dibandingkan dengan pengguna.



Gambar 10. Flow graph NPC defensif



Gambar 11. Hasil pengujian statistik

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- a. Aplikasi Ludo yang dibuat adalah aplikasi *stand-alone* atau *single-player*. Sebagai lawan dari user, aplikasi mempunyai 3 (tiga) karakter yang mempunyai cara pengambilan keputusan yang berbeda-beda, yaitu: Agresif, Defensif, dan Plin-Plan.
- b. Model sekuensial linier dapat digunakan sebagai model pengembangan aplikasi permainan Ludo.
- c. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi heuristik dapat digunakan untuk merancang NPC pada permainan Ludo.

PUSTAKA

- Alhajry, M., Alvi, F., & Ahmed, M. (2012). TD (λ) and Q-learning based Ludo players. *IEEE Conferences on Computational Intelligence and Games* (pp. 83-90). Granada, Spain: IEEE.
- Alvi, F., & Ahmed, M. (2011). Complexity analysis and playing strategies for Ludo and its variant race games. *IEEE Conference on Computational Intelligence and Games* (pp. 134-141). Seoul, South Korea: IEEE.
- Chhabra, V., & Tomar, K. (2015). Artificial Intelligence: Game Techniques Ludo-A Case Study. *Advances in Computer Science and Information Technology*, 2(6), 549-553.
- Desiani, A., & Arhami, M. (2005). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Hartanto, R., Purwadi, J., & Santosa, G. (2010). Implementasi Algoritma Stochastic Hill Climbing Pada Permainan Mastermind. *Jurnal Informatika*, 6(1), 56-63.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pressman, R. (2001). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill.
- Rensink, A., Dotor, A., Ermel, C., Jurack, S., Kniemeyer, O., de Lara, J., et al. (2007). Ludo: A Case Study For Graph Transformation Tools. *Proceeding of International Symposium on Applications Graph Transformations with Industrial Relevance* (pp. 493-513). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.