

**UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY, MINIMAX
DAN MINIMAX ALPHA BETA PRUNING PADA
PERMAINAN FOUR IN A SQUARE**

Skripsi



oleh
WILLIAM ADI WIBOWO
22104846

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

**UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY, MINIMAX
DAN MINIMAX ALPHA BETA PRUNING PADA
PERMAINAN FOUR IN A SQUARE**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

WILLIAM ADI WIBOWO
22104846

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY, MINIMAX DAN MINIMAX ALPHA BETA PRUNING PADA PERMAINAN FOUR IN A SQUARE

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 16 Desember 2014



WILLIAM ADI WIBOWO

22104846

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY,
MINIMAX DAN MINIMAX ALPHA BETA
PRUNING PADA PERMAINAN FOUR IN A
SQUARE

Nama Mahasiswa : WILLIAM ADI WIBOWO

N I M : 22104846

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 16 Desember 2014

Dosen Pembimbing I



Joko Purwadi, M.Kom

Dosen Pembimbing II



Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY, MINIMAX DAN MINIMAX ALPHA BETA PRUNING PADA PERMAINAN FOUR IN A SQUARE

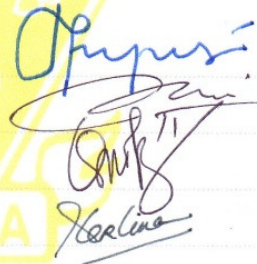
Oleh: WILLIAM ADI WIBOWO / 22104846

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 9 Januari 2015

Yogyakarta, 9 Januari 2015
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Joko Purwadi, M.Kom
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
3. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
4. Theresia Herlina R., S.Kom., M.T.

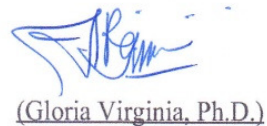


Dekan



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan penyertaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis akan mengucapkan terima kasih secara spesifik kepada :

1. Bapak Budi Susanto, S.Kom, M.T., selaku koordinator tugas akhir yang telah banyak memberi pengarahan tentang tugas akhir.
2. Bapak Joko Purwadi, M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan masukan dan pengarahan yang bermanfaat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T., selaku dosen pembimbing dua yang telah banyak memberikan masukan dan pengarahan yang bermanfaat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ayah dan Ibu penulis yang mendukung penulis secara materi dan memberi semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Anggota keluarga yang lainnya, nenek, bibi, paman, adik-adik dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman terkasih, Elisabet Nur Widyaningsih, yang telah meluangkan banyak waktunya serta memberikan dukungan dan semangat untuk penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ch. Risma, kakak Elisabet Nur Widyaningsih, yang telah meluangkan waktunya untuk memberi dukungan dan bantuan untuk penulis.
8. Sahabat-sahabat penulis (Nico, Komang, Andree, Doni) yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman penulis yang lainnya yang belum sempat penulis tulis.

10. Universitas Kristen Duta Wacana tempat penulis menimba ilmu.

Demikian ucapan terima kasih penulis sampaikan, mohon maaf jika ada kesalahan dalam penulisan dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 18 Desember 2014

William Adi Wibowo

@UKDW

INTISARI

UJI PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY, MINIMAX DAN MINIMAX ALPHA BETA PRUNING PADA PERMAINAN FOUR IN A SQUARE

Banyaknya minat berbagai kalangan dalam bermain permainan komputer/ *game* membuat perkembangan *game* saat ini semakin pesat. Bermain *game* tidak hanya berguna untuk menghilangkan *stress*, namun juga dapat mengasah kemampuan berfikir, melatih logika untuk memecahkan suatu masalah. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan salah satu teknologi komputer yang dapat diimplementasikan pada suatu *game*.

Dalam penelitian kali ini, penulis akan mengimplementasikan beberapa algoritma kecerdasan buatan pada sebuah *game*. *Game* yang akan penulis pakai adalah *Four In a Square* dan algoritma yang akan dibandingkan adalah algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax*, dan *Minimax Alpha Beta Pruning*. Setelah melakukan proses implementasi algoritma-algoritma tersebut, penulis akan membandingkan tingkat optimalisasi dari masing-masing algoritma terhadap penentuan langkah *AI* pada permainan *Four In a Square*. Aspek yang akan dibandingkan adalah tingkat kemenangan dari masing-masing algoritma.

Setelah melakukan pengujian terhadap sistem, penulis memperoleh hasil bahwa algoritma *Minimax* memberikan hasil paling optimum dengan tingkat kemenangan sebesar 86,67%, algoritma *Minimax Alpha Beta* sebesar 80%, algoritma *Greedy* memiliki tingkat kemenangan sebesar 33,33%, sedangkan algoritma *random* sangat tidak optimal dalam memberi solusi langkah *AI* yang memberikan tingkat kemenangan sebesar 0%.

Kata Kunci : *Artificial Intelligence*, algoritma *Greedy*, *Minimax*, *Alpha Beta Pruning*, *Four In a Square*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAPAN TERIMA KASIH	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Metode Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>).....	6
2.2.2. Penerapan Algoritma	7
2.2.2.1. Algoritma <i>Greedy</i>	7

2.2.2.2. Algoritma <i>Minimax</i>	8
2.2.2.3. Algoritma <i>Minimax Alpha Beta Pruning</i>	10
2.2.3. Permainan <i>Four In a Square</i>	11
 BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	13
3.1. Spesifikasi Kebutuhan Sistem.....	13
3.1.1. Spesifikasi <i>Hardware</i>	13
3.1.2. Spesifikasi <i>Software</i>	13
3.2. Rancangan Sistem	13
3.2.1. Pembobotan Nilai Heuristik	13
3.2.2. <i>Use Case</i>	16
3.2.3. <i>Flowchart</i>	17
3.3. Perancangan <i>User Interface</i>	22
3.3.1. Halaman Awal	22
3.3.2. Halaman Mulai Permainan.....	22
3.3.3. Halaman Mulai Permainan dengan Lihat Proses.....	23
3.3.4. Halaman <i>About Me</i>	24
3.4. Perancangan Pengujian Sistem	24
 BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	25
4.1. Implementasi Sistem	25
4.1.1. Tampilan <i>Form</i> Menu Utama.....	25
4.1.2. Tampilan <i>Form</i> Menu <i>Start</i>	26
4.1.3. Tampilan <i>Form</i> Menu <i>Start with Process</i>	28
4.1.4. Implementasi Algoritma	30
4.1.4.1. Implementasi Algoritma <i>Random</i>	30
4.1.4.2. Implementasi Algoritma <i>Greedy</i>	31
4.1.4.3. Implementasi Algoritma <i>Minimax</i>	31
4.1.4.4. Implementasi Algoritma <i>Minimax Alpha Beta</i>	33
4.2. Analisis Sistem.....	35

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1.Kesimpulan	41
5.2.Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44

@UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Uji Coba Permainan Pertama	35
Tabel 4.2. Tabel Uji Coba Permainan Kedua.....	35
Tabel 4.3. Tabel Uji Coba Permainan Ketiga	36
Tabel 4.4. Tabel Uji Coba Permainan Keempat.....	36
Tabel 4.5. Tabel Uji Coba Permainan Kelima	37
Tabel 4.6. Tabel Uji Coba Permainan dengan Algoritma Sama	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Contoh Pohon Pencarian Algoritma <i>Minimax</i>	9
Gambar 2.2. <i>Pseudocode</i> Algoritma <i>Minimax</i>	9
Gambar 2.3. Contoh Pohon Pencarian Algoritma <i>Minimax Alpha Beta</i>	11
Gambar 2.4. <i>Pseudocode</i> Algoritma <i>Minimax Alpha Beta Pruning</i>	11
Gambar 2.5. Papan Awal Permainan <i>Four In a Square</i>	11
Gambar 2.6. Langkah Pertama Permainan <i>Four In a Square</i>	12
Gambar 2.7. Langkah Kedua Permainan <i>Four In a Square</i>	12
Gambar 2.8. Kondisi Menang Permainan <i>Four In a Square</i>	12
Gambar 3.1. Proses Evaluasi Fungsi Heuristik Permainan <i>Four In a Square</i>	14
Gambar 3.2. Contoh Kondisi Papan 1	15
Gambar 3.3. Contoh Kondisi Papan 2	15
Gambar 3.4. Contoh Kondisi Papan 3	15
Gambar 3.5. Tambahan Nilai Heuristik Permainan <i>Four In a Square</i>	16
Gambar 3.6. <i>Use Case</i> Sistem	16
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i> Sistem Utama	17
Gambar 3.8. <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Random</i>	18
Gambar 3.9. <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Greedy</i>	18
Gambar 3.10. <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Minimax</i>	19

Gambar 3.11. <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Minimax Alpha Beta</i>	20
Gambar 3.12. Rancangan Halaman Awal Permainan <i>Four In a Square</i>	22
Gambar 3.13. Rancangan Halaman Mulai Permainan.....	22
Gambar 3.14. Rancangan Halaman Mulai Permainan dengan Lihat Proses...	23
Gambar 3.15. Rancangan Halaman <i>About Me</i>	24
Gambar 4.1. <i>Form</i> Menu Utama Permainan <i>Four In a Square</i>	25
Gambar 4.2. Tampilan <i>Form</i> Menu <i>Start</i>	26
Gambar 4.3. Menu <i>Dropdown</i> untuk Memilih Algoritma	27
Gambar 4.4. Tombol <i>Restart</i> pada <i>Form</i> Menu <i>Start</i>	28
Gambar 4.5. Tampilan Menu <i>Start with Process</i>	28
Gambar 4.6. Tombol <i>Next</i> pada <i>Form</i> Menu <i>Start with Process</i>	29
Gambar 4.7. <i>Source Code</i> Algoritma <i>Random</i>	30
Gambar 4.8. <i>Source Code</i> Algoritma <i>Greedy</i>	31
Gambar 4.9. <i>Source Code</i> Algoritma <i>Minimax</i>	31
Gambar 4.10. Lanjutan <i>Source Code</i> Algoritma <i>Minimax</i>	30
Gambar 4.11. <i>Source Code</i> Algoritma <i>Minimax Alpha Beta Pruning</i>	33
Gambar 4.12. Lanjutan <i>Source Code</i> Algoritma <i>Minimax Alpha Beta</i>	34
Gambar 4.13. Grafik Tingkat Kemenangan dari Hasil Uji	38
Gambar 4.14. Grafik Rata-rata <i>Turn</i> untuk Menang	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permainan komputer saat ini telah berkembang pesat. Hal tersebut telah terbukti dengan banyaknya permainan komputer dengan kualitas grafis/tampilan serta alur permainan yang menarik saat ini. Perkembangan permainan komputer tidak hanya dari segi grafis saja, namun juga dari segi kecerdasan buatan yang ada di dalamnya. Kecerdasan buatan atau yang sering disebut juga *Artificial Intelligence* adalah suatu teknologi komputer yang dapat membuat sistem/komputer melakukan pekerjaan seperti layaknya manusia. Saat ini, telah banyak algoritma-algoritma yang dikembangkan untuk penyelesaian masalah permainan komputer. Adanya kecerdasan buatan dalam sebuah permainan komputer dapat membuat permainan tersebut memiliki tingkat kesulitan yang berbeda-beda, sehingga permainan akan terasa lebih menarik dan menantang.

Four In a Square adalah salah satu contoh permainan komputer yang tergolong baru. Permainan ini dapat dimainkan oleh dua pemain/*player*. Jenis permainan ini adalah *turn-based*, dimana tiap *player* saling bergiliran untuk menentukan langkah yang akan diambil. Untuk dapat memenangkan permainan ini, dibutuhkan logika, strategi dan pemikiran yang baik dari masing-masing *player*.

Pada tugas akhir ini, penulis akan meneliti tentang implementasi beberapa algoritma kecerdasan buatan pada permainan *Four In a Square*. Setelah itu, penulis akan membandingkan tingkat optimalisasi masing-masing algoritma tersebut. Algoritma yang akan dipakai adalah algoritma *random*, algoritma *Greedy*, algoritma *Minimax* serta algoritma *Minimax alpha beta pruning*. Penulis berharap, dengan melakukan penelitian ini dapat menunjukkan algoritma mana

yang paling optimal dalam mengambil keputusan untuk memenangkan permainan *Four In a Square*.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* dapat digunakan untuk AI dalam mengambil keputusan penentuan langkah untuk memenangkan permainan *Four In a Square* ?
2. Bagaimana perbandingan tingkat optimalisasi antara algoritma-algoritma tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Bentuk papan permainan berbentuk matriks 6x6.
2. Jenis permainan adalah 2 arah antara AI melawan AI.
3. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning*.
4. Karena jumlah *node tree* yang dibangkitkan terlalu banyak, maka untuk implementasi algoritma *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* hanya pada proses peletakan *marble* saja, untuk pergeseran papan menggunakan algoritma *Greedy*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat optimalisasi antara algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* untuk pengambilan keputusan penentuan langkah AI pada permainan *Four In a Square*.

1.5 Metode Penelitian

Ada beberapa tahapan dalam melakukan penelitian ini, yaitu :

1. Studi literatur

Tahapan pertama yaitu dengan mengumpulkan berbagai sumber melalui artikel, buku, jurnal serta sumber lainnya yang berkaitan dengan algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* dan permainan *Four In a Square*.

2. Analisis masalah

Penulis akan memahami algoritma *random*, *Greedy*, *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* serta penerapannya dalam permainan *Four In a Square*.

3. Perancangan sistem

Pada tahap ini, penulis mulai merancang sistem yang berkaitan dengan antarmuka, arsitektur, data, dll.

4. Pembuatan program

Tahap ini adalah mengimplementasikan sistem yang telah dirancang menjadi sebuah program dengan suatu bahasa pemrograman.

5. Pengujian

Melakukan pengujian pada sistem yang telah jadi, mencari apakah ada kesalahan/*bug* dan melakukan perbaikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab 1 adalah pendahuluan, berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 adalah tinjauan pustaka, bagian ini terdiri dari tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka menguraikan beberapa teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka yang digunakan untuk penyusunan skripsi.

Bab 3 adalah analisis dan perancangan sistem, berisi mengenai analisis dari teori yang digunakan dalam riset. Bab ini pada dasarnya memuat materi yang digunakan dalam riset, variabel dan data yang dikumpulkan serta cara perancangan dan perencanaan sistem yang akan dibuat.

Bab 4 adalah implementasi dan analisis sistem, bab ini memuat hasil implementasi program kompresi yang telah dibuat pada data yang telah diujikan. Selain itu, pada bab ini akan berisi mengenai analisis dari hasil perbandingan kompresi antara dua metode yang digunakan.

Bab 5 adalah kesimpulan dan saran, pada bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil riset. Bab ini juga berisikan saran yang memuat metode yang belum digunakan dalam riset namun dirasa dapat memperbaiki sistem jika metode tersebut digunakan dalam riset mendatang dan memuat kemungkinan adanya pengembangan dari riset yang telah dilakukan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma *random*, algoritma *Greedy*, algoritma *Minimax* dan algoritma *Minimax Alpha Beta* dapat diimplementasikan dalam permainan *Four In a Square*. Algoritma *random* memberikan solusi langkah paling buruk, sedangkan algoritma *Minimax* memberikan solusi langkah paling baik.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada bab sebelumnya, tingkat kemenangan algoritma *random* adalah 0%, algoritma *Greedy* 33,33%, algoritma *Minimax Alpha Beta* 80% dan algoritma *Minimax* 86,67%.
3. Pohon permainan yang dibangun oleh algoritma *Minimax* dan *Minimax Alpha Beta Pruning* menghasilkan jumlah *node* yang sangat banyak pada permainan *Four In a Square*, sehingga setiap proses langkah membutuhkan waktu yang cukup lama.
4. Pemberian bobot heuristik sangat berpengaruh terhadap tingkat optimalisasi langkah yang diambil oleh *AI*.

5.2. Saran

1. Fungsi heuristik dapat diubah/diperbaiki agar dapat menghasilkan langkah *AI* yang lebih optimal. Untuk mendapat hasil pembobotan heuristik yang optimal sebaiknya memahami alur permainan dan aturan-aturan permainan secara jelas terlebih dahulu, sehingga dapat mempermudah proses pemberian bobot heuristik.

2. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat dilakukan penelitian tentang implementasi algoritma-algoritma kecerdasan buatan yang lain pada permainan *Four In a Square*. Misalnya algoritma *Negamax*, algoritma *Negascout* dan lain-lain.

@UKDWN

DAFTAR PUSTAKA

- Goddard, W. (2004). Introduction to Algorithms Part 2 : Greedy Algorithms Dynamic Programming Graph Algorithms. *The Generic Greedy Algorithm* , 2-3.
- Ilman, A. (2008). Penerapan Algoritma Minimax dengan Optimasi MTD(f) pada Permainan Catur. *Algoritma Minimax* , 1-3.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu.
- Millington, I., & Funge, J. (2009). *Artificial Intelligence For Games Second Edition*. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers.
- Munir, I. R. (2004). *Strategi Algoritmik*. Bandung: Departemen Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung.
- Pinto, P. (2002). *Introducing the Min-Max Algorithm*.
- Putrandika, V. (2007). *Analisis Penerapan Algoritma Greedy pada Permainan Capsa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Alan Apt.
- Santoso, H. S. (2011). *Optimalisasi Penyelesaian Dot and Boxes Menggunakan Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Prunning*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Kristen Duta Wacana.
- Simbolon, V. (2014). *Analisis Algoritma Minimax dengan Optimasi Alpha Beta Pruning pada Permainan Five In Row*. Medan: Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI).