

TUGAS AKHIR - IF184802

PENERAPAN ALGORITMA TEORI GAME PADA PENYELESAIAN PERMASALAHAN SPOJ PADA STUDI KASUS SPOJ 27491 : BIDDING GAME

MUHAMMMAD DAFFA' AFLAH SYARIF

NRP 05111840000030

Dosen Pembimbing 1

RULLY SOELAIMAN, S.Kom., M.Kom.

NIP 197002131994021001

Dosen Pembimbing 2

Dr. YUDHI PURWANANTO, S.Kom., M.Kom.

NIP 197007141997031002

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INFORMATIKA

Departemen Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - 184802

**PENERAPAN ALGORITMA TEORI GAME PADA
PENYELESAIAN PERMASALAHAN SPOJ PADA STUDI
KASUS SPOJ 27491 : BIDDING GAME**

MUHAMMMAD DAFFA' AFLAH SYARIF

NRP 05111840000030

Dosen Pembimbing 1

RULLY SOELAIMAN, S.Kom., M.Kom.

NIP 197002131994021001

Dosen Pembimbing 2

Dr. YUDHI PURWANANTO, S.Kom., M.Kom.

NIP 197007141997031002

Program Studi S-1 TEKNIK INFORMATIKA

Departemen Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - IF184802

APPLICATION OF GAME THEORY ALGORITHM IN SPOJ PROBLEM SOLVING IN SPOJ CASE STUDY 27491 : BIDDING GAME

MUHAMMMAD DAFFA' AFLAH SYARIF

NRP 05111840000030

Advisor I

RULLY SOELAIMAN, S.Kom., M.Kom.

NIP 197002131994021001

Advisor II

Dr. YUDHI PURWANANTO, S.Kom., M.Kom.

NIP 197007141997031002

Undergraduate Study Program Bachelor of Informatics

Department of Informatics

Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN ALGORITMA TEORI GAME PADA PENYELESAIAN PERMASALAHAN SPOJ STUDI KASUS SPOJ 27491 : BIDDING GAME

TUGAS AKHIR


Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Komputer pada
Program Studi S-1 Teknik Informatika
Departemen Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **MUHAMMMAD DAFFA' AFLAH SYARIF**

NRP. 05111840000030

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
2. Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.
3. Dwi Sunaryono, S.Kom., M.Kom.
4. Ridho Rahman H., S.Kom., M.Sc.



Pembimbing

Ko-pembimbing

Penguji

Penguji

SURABAYA

Juni, 2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

APPROVAL SHEET

APPLICATION OF GAME THEORY ALGORITHM IN SPOJ PROBLEM SOLVING IN SPOJ CASE STUDY 27491 : BIDDING GAME

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a degree Bachelor of Computer Science at
Undergraduate Study Program Bachelor of Informatics
Department of Informatics
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **MUHAMMMAD DAFFA' AFLAH SYARIF**

NRP. 05111840000030

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
2. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.
3. Dwi Sunaryono, S.Kom., M.Kom.
4. Ridho Rahman H., S.Kom., M.Sc.



Advisor

Co-Advisor

Examiner

Examiner

SURABAYA

June, 2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Muhammmad Daffa' Aflah Syarif

Program Studi : S-1 Teknik Informatika

Dosen Pembimbing 1 / NIP : Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom. / 197002131994021001

Dosen Pembimbing 2 / NIP : Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom. / 197007141997031002

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“Penerapan Algoritma Teori Game pada Penyelesaian Permasalahan SPOJ pada Studi Kasus SPOJ 27491 : Bidding Game”** adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 28 Juni 2022

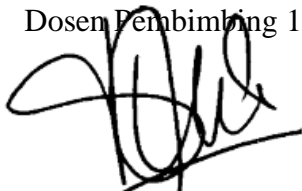
Mahasiswa



Muhammmad Daffa' Aflah Syarif
NRP. 05111840000030

Mengetahui,

Dosen Pembimbing 1



Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197002131994021001

Dosen Pembimbing 2

Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197007141997031002

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Nama of student / NRP : Muhammmad Daffa' Aflah Syarif
Study Program : Bachelor of Informatics
Advisor 1 / NIP : Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom. / 197002131994021001
Advisor 2 / NIP : Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom. / 197007141997031002

Hereby declare that Final Project with the title of “**Application of Game Theory Algorithm in SPOJ Problem Solving in SPOJ Case Study 27491 : Bidding Game**” ” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

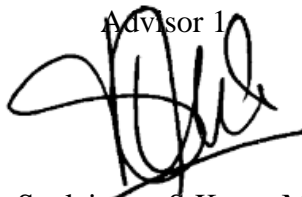
Surabaya, June 28, 2022
Student



Muhammmad Daffa' Aflah Syarif
NRP. 05111840000030

Acknowledge,

Advisor 1



Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197002131994021001

Advisor 2

Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197007141997031002

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRAK

PENERAPAN ALGORITMA TEORI GAME PADA PENYELESAIAN PERMASALAHAN SPOJ STUDI KASUS SPOJ 27491 : BIDDING GAME

Nama Mahasiswa / NRP : Muhammmad Daffa' Aflah Syarif / 05111840000030
Departemen : Teknik Informatika, FTEIC - ITS
Dosen Pembimbing 1 : Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.

Abstrak

Dalam permasalahan penawaran barang lelang sering terjadi perdebatan dalam penyelesaiannya. Pada persoalan *SPOJ 27491 : Bidding Game* digunakan algoritma teori game untuk menentukan penawar yang bisa mendapatkan suatu item dalam lelang secara efisien dilihat dari strategi yang dibuat untuk mendapatkan barang tersebut dan bergantung pada penawaran orang lain. Selain itu dalam penelitian ini digunakan pendekatan yang sama dalam permasalahan *NIM Game* dimana menentukan pemenang dalam permainan menggunakan operator bit *XOR*.

Adapun strategi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah algoritma teori game dengan menggunakan operator bit *XOR* untuk menentukan penawar yang bisa mendapatkan barang dalam lelang menggunakan Bahasa Pemrograman C++. Permasalahan dapat diselesaikan secara efisien dengan rata-rata waktu 0.01 detik dengan penggunaan memori 5.31 MB.

Kata kunci: *Teori Game, Strategi, NIM Game, XOR.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

APPLICATION OF GAME THEORY ALGORITHM IN SPOJ PROBLEM SOLVING IN SPOJ CASE STUDY 27491 : BIDDING GAME

Student Name / NRP : Muhammad Daffa' Aflah Syarif / 05111840000030
Department : Informatics, F-ELECTICS ITS
Advisor I : Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.
Advisor II : Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.

Abstract

In the problem of bidding for auction goods, there is often a debate in the resolution. In the SPOJ problem 27491: Bidding Game, a game theory algorithm is used to determine which bidder can get an item in the auction efficiently, judging by the strategy made to get the item and depending on other people's bids. In addition, in this study the same approach is used in the NIM Game problem which determines the winner in the game using the XOR bit operator.

The strategy applied in this research is a game theory algorithm using the XOR bit operator to determine which bidders can get the goods in the auction using the C++ Programming Language. Problems can be solved efficiently with an average time of 0.01 seconds with 5.31 MB of memory usage.

Keywords: Game Theory, Strategy, NIM Game, XOR.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

PENERAPAN ALGORITMA TEORI GAME PADA PENYELESAIAN PERMASALAHAN SPOJ PADA STUDI KASUS SPOJ 27491 : BIDDING GAME

Pengerjaan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar Sarjana di Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Harapan dari penulis, dengan selesainya tugas akhir yang telah dikerjakan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang teknologi informasi serta bagi diri penulis selaku peneliti.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini tentunya sangat banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan kesehatan umur serta kelancaran kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir dan Nabi Muhammad SAW. yang telah membimbing penulis selama hidup.
2. Keluarga penulis (Ayah, Mama, dan keluarga penulis yang lain) yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa, moral, dan material yang tak terhingga kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis selama penyelesaian tugas akhir ini. Dosen yang selalu memberikan ilmu, nasihat serta motivasi kepada penulis selama berkuliah di Departemen Teknik Informatika ITS.
4. Bapak Dr. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing penulis yang telah memberikan ilmu serta masukan kepada penulis selama penyelesaian tugas akhir ini.
5. Ibu Dr.Eng. Chastine Fatichah, S.Kom., M.Kom. selaku kepala Departemen Teknik Informatika ITS.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya selama penulis berkuliah di Informatika ITS.
7. Sahabat penulis dari grup Alumni TK Cinta Terpadu 2006 dan Kahima Fans Club serta teman penulis dari grup MonTAAP yang selalu support dan mendukung penulis selama berkuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir di Teknik Informatika ITS.
8. Teman-teman Pengurus HMTC “PROGRESIF” 2021 mulai dari Pengurus Harian, Staff Ahli dan Staff serta warga HMTC yang sudah mewarnai hidup penulis dalam mempelajari arti kepemimpinan dan tanggung jawab dalam berorganisasi.

9. Teman-teman angkatan 2018 Departemen Teknik Informatika ITS yang sudah menemani penulis selama berkuliah di Teknik Informatika ITS.
10. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan disini yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyusun tugas akhir ini. Namun, penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan maupun kelalaian yang telah penulis lakukan. Kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan sebagai bahan perbaikan selanjutnya. Semoga kita semua selalu diberi kebahagiaan lahir dan batin serta kesuksesan dunia akhirat. Aamiin.

Surabaya, Juni 2022

Muhammmad Daffa' Aflah Syarif

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
APPROVAL SHEET	vii
PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
STATEMENT OF ORIGINALITY	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
DAFTAR PSEUDOCODE.....	xxv
DAFTAR KODE SUMBER.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Tahapan Tugas Akhir.....	3
1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir.....	3
1.6.2 Studi Literatur.....	3
1.6.3 Desain dan Analisis.....	3
1.6.4 Implementasi Algoritma	3
1.6.5 Uji Coba Kebenaran	3
1.6.6 Penyusunan Buku Tugas Akhir	3
1.7 Sistematika Penulisan Buku Tugas Akhir.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Permasalahan	5
2.1.1 Parameter Masukan	5
2.1.2 Keluaran Permasalahan.....	6
2.2 Deskripsi Permasalahan Bidding.....	6
2.2.1 Perbedaan Bidding pada Tugas Akhir.....	6
2.2.2 Alur dan Aturan Permainan Bidding.....	7

2.2.3	Simulasi Permainan Bidding	7
2.3	Analisis dan Strategi Penyelesaian.....	11
2.3.1	Penentuan Persentase Kenaikan Harga Penawaran.....	11
2.3.2	Pemrosesan Masukan dan Keluaran.....	15
2.4	Deskripsi Umum Teori.....	21
2.4.1	Teori Game	21
2.4.2	<i>NIM Game</i>	21
2.4.3	<i>XOR</i>	22
2.4.4	Online Judge	22
BAB 3	METODOLOGI.....	23
3.1	Deskripsi Umum Sistem	23
3.2	Desain Umum Sistem.....	23
3.2.1	Desain Global Variable.....	23
3.2.2	Desain Fungsi Main.....	23
3.2.3	Desain Fungsi Win	24
3.3	Lingkungan Implementasi	25
3.4	Implementasi Program Utama	25
3.4.1	Penggunaan Library	25
3.4.2	Preprocessor	26
3.4.3	Implementasi Fungsi Main	26
3.5	Implementasi Fungsi	27
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Lingkungan Uji Coba.....	29
4.2	Skenario Uji Coba	29
4.2.1	Evaluasi Kebenaran.....	29
4.2.2	Uji Coba Kebenaran	34
4.2.3	Uji Coba Kinerja.....	34
4.3	Analisis dan Kesimpulan Umum.....	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran.....	37
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	41
	BIODATA PENULIS	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Masukan Permasalahan SPOJ 27491 : Bidding Game	6
Gambar 2.2 Contoh Keluaran Permasalahan SPOJ 27491 : Bidding Game	6
Gambar 2.3 Ilustrasi Poin 1 Simulasi Permainan Bidding Game.....	8
Gambar 2.4 Ilustrasi Poin 2 Simulasi Permainan Bidding Game.....	8
Gambar 2.5 Ilustrasi Poin 3 Simulasi Permainan Bidding Game.....	8
Gambar 2.6 Ilustrasi Poin 4 Simulasi Permainan Bidding Game.....	9
Gambar 2.7 Ilustrasi Poin 5 Simulasi Permainan Bidding Game.....	9
Gambar 2.8 Ilustrasi Poin 6 Simulasi Permainan Bidding Game.....	9
Gambar 2.9 Ilustrasi Poin 7 Simulasi Permainan Bidding Game.....	10
Gambar 2.10 Ilustrasi Poin 8 Simulasi Permainan Bidding Game.....	10
Gambar 2.11 Ilustrasi Poin 9 Simulasi Permainan Bidding Game.....	10
Gambar 2.12 Ilustrasi Poin 10 Simulasi Permainan Bidding Game.....	11
Gambar 2.13 Pemrosesan Masukan dan Keluaran	17
Gambar 2.14 Simulasi Poin 1 Permainan Bidding Game	18
Gambar 2.15 Simulasi Poin 2 Permainan Bidding Game	18
Gambar 2.16 Simulasi Poin 3 Permainan Bidding Game	19
Gambar 2.17 Simulasi Poin 4 Permainan Bidding Game	19
Gambar 2.18 Simulasi Poin 5 Permainan Bidding Game	19
Gambar 2.19 Simulasi Poin 6 Permainan Bidding Game	20
Gambar 2.20 Simulasi Poin 7 Permainan Bidding Game	20
Gambar 2.21 Simulasi Poin 8 Permainan Bidding Game	21
Gambar 2.22 Simulasi Poin 9 Permainan Bidding Game	21
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Uji Coba Kebenaran Bidding Game pada Situs Penilaian Sphere Online Judge.....	34
Gambar 4.2 Peringkat pada Situs Penilaian Sphere Online Judge Permasalahan SPOJ 27491 : Bidding Game.....	34
Gambar 4.3 Grafik Waktu Hasil Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada Sphere Online Judge.....	35
Gambar 4.4 Grafik Memori Hasil Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada Sphere Online Judge...	36

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Kedua	13
Tabel 2.2 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Pertama	14
Tabel 2.3 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Ketiga	14
Tabel 2.4 Tabel Kebenaran XOR 2 Proposisi	22
Tabel 3.1 Tabel Penjelasan Global Variable	23
Tabel 3.2 Masukan, Proses dan Keluaran Fungsi Win	25
Tabel 3.3 Spesifikasi Lingkungan Implementasi.....	25
Tabel 4.1 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba SPOJ	29
Tabel 4.2 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba	29
Tabel 4.3 Tabel Uji Coba	30
Tabel 4.4 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Ketiga	31
Tabel 4.5 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Kedua.....	31
Tabel 4.6 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Pertama	32
Tabel 4.7 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Kedua Barang Kedua.....	32
Tabel 4.8 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Kedua Barang Pertama	33
Tabel 4.9 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Pertama Barang Pertama.....	33
Tabel 4.10 Keluaran Sistem	34
Tabel 4.11 Tabel Waktu dan Memori Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada <i>Sphere Online Judge</i>	35

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PSEUDOCODE

Pseudocode 3.1 Fungsi Main.....	24
Pseudocode 3.2 Fungsi Win	25

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 3.1 Header Program Utama.....	25
Kode Sumber 3.2 Preprocessor Program Utama	26
Kode Sumber 3.3 Implementasi Fungsi Main	27
Kode Sumber 3.4 Implementasi Fungsi Win	28

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai garis besar tugas akhir yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi, dan sistematika penulisan tugas akhir. Diharapkan dari penjelasan dalam bab ini gambaran tugas akhir secara umum dapat dipahami.

1.1 Latar Belakang

Bidding adalah sebuah permainan penawaran barang dengan penawar bertaruh harga paling tinggi dari penawar lainnya. Pemenang dari permainan akan mendapatkan barang tersebut jika sampai penawaran terakhir suatu barang tidak ada lagi penawar yang dapat menaikkan harga penawaran.

Dalam permasalahan tugas akhir ini hanya terdapat dua penawar yaitu Alice dan Bob. Akan ada N barang yang terjual dalam lelang satu per satu. Setiap barang memiliki harga penawaran awal S dan harga target T . Penawar pertama harus menawar dengan harga yang lebih tinggi daripada S . Penawar berikutnya akan menawar dengan harga yang lebih tinggi dan akan terus seperti ini sampai harga mencapai setidaknya T . Kasus penawar terakhir memenangkan barang itu. Kemudian penawaran barang berikutnya dimulai. Untuk setiap penawaran akan ditentukan pemenangnya dari jumlah barang yang dikumpulkan diantara kedua penawar. Jika keduanya memenangkan jumlah barang yang sama maka seri diantara mereka.

Karena penawar hanya dilakukan oleh Alice dan Bob maka untuk menentukan siapa yang bisa mendapatkan suatu item dalam lelang dapat menggunakan algoritma teori game untuk diimplementasikan sebagai solusi permasalahan ini. Algoritma teori game merupakan algoritma gabungan dari teori game dengan ilmu komputer yang mengandung unsur logika dan strategi dalam memahami dan merancang algoritma yang strategis untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Algoritma teori game memiliki karakteristik khusus yaitu menggunakan strategi model matematis dalam penyelesaiannya dimana keberhasilan seorang pemain dalam membuat pilihan tergantung pada pilihan orang lain (Halim & Halim, 2013). Selain itu, untuk menentukan penawar yang bisa mendapatkan suatu item dalam lelang dilihat dari strategi yang dibuat untuk mendapatkan barang tersebut dan bergantung pada penawaran orang lain. Sehingga untuk menyelesaikan permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* menggunakan pendekatan yang sama dalam permasalahan *NIM Game* dimana menentukan pemenang dalam permainannya menggunakan operator bit *XOR*.

Topik tugas akhir ini mengacu pada penerapan algoritma teori game dengan menggunakan operator *XOR* untuk menentukan penawar yang bisa mendapatkan barang dalam lelang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan algoritma teori game pada persoalan penentuan penawar yang mendapatkan barang dalam lelang?
2. Bagaimana implementasi algoritma teori game pada persoalan penentuan penawar yang mendapatkan barang dalam lelang studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*?

3. Bagaimana hasil dari kinerja algoritma teori game pada penyelesaian permasalahan studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini memiliki beberapa batasan, di antaranya sebagai berikut:

1. Pengaplikasian teori game pada problem *SPOJ 27491 : Bidding Game*.
2. Pembuktian kebenaran didasarkan pada hasil *submission* di sistem penilaian daring *Sphere Online Judge*.
3. Implementasi meliputi menentukan penawar yang mendapatkan barang dalam lelang, tanpa menampilkan visualisasi dari konfigurasi-konfigurasi tersebut.
4. Implementasi menggunakan bahasa pemrograman C++.

Batasan pada *Sphere Online Judge*:

1. N sebagai banyaknya item yang dilelang dengan rentang antara 1 sampai 100.
2. S sebagai harga awal suatu item dalam pelelangan dengan rentang antara 10 sampai 100.
3. T sebagai harga target suatu item dalam pelelangan dengan rentang antara 100 sampai 100000.
4. Harga awal S kurang dari sama dengan harga target T .
5. L sebagai persentase kenaikan minimum dalam jumlah tawaran dimana lebih dari sama dengan 10.
6. H sebagai persentase kenaikan maksimum dalam jumlah tawaran dimana lebih besar dari persentase kenaikan minimum L dan kurang dari sama dengan 50.
7. Selisih nilai H dengan nilai L lebih dari sama dengan 10.
8. Batas maksimum waktu perangkat lunak berjalan adalah 2 detik.
9. Batas memori perangkat lunak adalah 1536 MB.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penerapan algoritma teori game pada persoalan penentuan penawar yang mendapatkan barang dalam lelang.
2. Melakukan implementasi algoritma teori game pada persoalan penentuan penawar yang mendapatkan barang dalam lelang studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*.
3. Mengevaluasi kinerja algoritma teori game pada penyelesaian permasalahan studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu memberikan pemahaman serta penjelasan mencari desain algoritma yang efisien untuk penyelesaian permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*.
2. Mampu memberikan pemahaman serta penjelasan analisis algoritma teori game pada penyelesaian permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*.
3. Memberikan hasil uji coba dari implementasi algoritma teori game yang akan dilakukan.

1.6 Tahapan Tugas Akhir

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan proposal tugas akhir yang berisi permasalahan pada *Sphere Online Judge* pada studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game* serta gagasan solusi penyelesaian permasalahan menggunakan algoritma teori game.

1.6.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi dan studi literatur yang relevan untuk dijadikan referensi dalam melakukan pengerjaan tugas akhir. Informasi didapatkan dari materi-materi yang berhubungan dengan algoritma teori game. Informasi tersebut didapatkan dari buku, internet, dan materi kuliah yang berhubungan dengan metode yang akan digunakan. Studi literatur yang digunakan adalah studi algoritma teori game.

1.6.3 Desain dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan desain rancangan algoritma yang digunakan dalam solusi untuk pemecahan masalah *Sphere Online Judge* pada studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*.

1.6.4 Implementasi Algoritma

Pada tahap ini dilakukan implementasi dari desain rancangan algoritma dalam solusi untuk pemecahan masalah *Sphere Online Judge* pada studi kasus *SPOJ 27491 : Bidding Game*.

1.6.5 Uji Coba Kebenaran

Pada tahap ini dilakukan uji coba kebenaran implementasi yang dilakukan pada sistem penilaian daring *Sphere Online Judge*.

1.6.6 Penyusunan Buku Tugas Akhir

Pada tahapan ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi algoritma yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan Buku Tugas Akhir

Buku tugas akhir ini merupakan laporan secara lengkap mengenai tugas akhir yang telah dikerjakan baik dari sisi teori, rancangan, maupun implementasi sehingga memudahkan bagi pembaca dan juga pihak yang ingin mengembangkan lebih lanjut. Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar dapat dilihat seperti dibawah ini.

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, dan tujuan pembuatan tugas akhir. Selain itu, tahapan pengerjaan tugas akhir dan sistematika penulisan laporan tugas akhir juga dijelaskan didalamnya.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini.

Bab III Metodologi

Bab ini berisi tentang desain algoritma yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan. Serta berisi analisis strategi penyelesaian permasalahan. Serta penjelasan implementasi dalam bahasa pemrograman C++ berdasarkan desain algoritma yang telah dilakukan pada tahap desain.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi uji coba kebenaran implementasi yang dilakukan pada sistem penilaian daring *Sphere Online Judge*.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab terakhir yang menjelaskan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan dan saran untuk pengembangan perangkat lunak ke depannya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan mengenai teori-teori dasar yang digunakan dalam tugas akhir. Pada bagian awal, bab ini menjelaskan mengenai deskripsi permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* pada *Sphere Online Judge* (Neloy, 2016), kemudian deskripsi permasalahan Bidding, dilanjutkan dengan menjelaskan strategi penyelesaian permasalahan lalu deskripsi umum teori yang akan digunakan pada tugas akhir ini.

2.1 Deskripsi Permasalahan

Permasalahan pada *Sphere Online Judge 27491 : Bidding Game* terdapat dua pengusaha kaya bernama Alice dan Bob yang sama memiliki passion pada koleksi barang antik. Suatu hari ada berita mengenai barang antik berharga yang akan di lelang. Akan ada N barang yang terjual dalam lelang satu per satu. Setiap barang memiliki harga penawaran awal S dan harga target T . Penawar pertama harus menawar dengan harga yang lebih tinggi daripada S . Penawar berikutnya akan menawar dengan harga yang lebih tinggi dan akan terus seperti ini sampai harga mencapai setidaknya T . Kasus penawar terakhir memenangkan barang itu. Kemudian penawaran barang berikutnya dimulai. Namun ada satu lagi batasan mengenai seberapa banyak salah satu dari mereka dapat meningkatkan penawaran. Jika tawaran terakhir adalah B , maka penawar harus menaikkan harga setidaknya $L\%$, tetapi tidak dapat menaikkan tawaran lebih dari $H\%$. Untuk tawaran pertama, kenaikan tawaran dihitung terhadap harga awal S . Jumlah tawaran harus selalu berupa bilangan bulat.

2.1.1 Parameter Masukan

Parameter masukan pada permasalahan *Sphere Online Judge 27491 : Bidding Game* adalah seperti di bawah ini.

1. Baris pertama berisi bilangan integer yang mewakili jumlah kasus uji yang harus diikuti ($K \leq 100$).
2. Baris kedua terdiri dari tiga buah integer, yaitu jumlah barang N yang dijual dalam lelang ($N \leq 100$), persentase peningkatan minimum L dalam jumlah penawaran dan persentase peningkatan maksimum H dalam jumlah penawaran ($10 \leq L < H \leq 50$) untuk setiap kasus uji K dimana selisih persentase peningkatan maksimum H dengan persentase peningkatan minimum L lebih dari sama dengan 10 ($H - L \geq 10$).
3. Baris terakhir terdiri dari dua buah integer, yaitu harga tawaran awal S ($10 \leq S \leq 100$) dan harga tawaran target T ($100 \leq T \leq 100000$) dari N barang dimana harga tawaran awal S kurang dari sama dengan harga tawaran target ($S \leq T$).

```
Input:
3
1 10 50
100 150
2 10 50
100 120
100 130
3 10 20
100 120
100 130
100 150
```

Gambar 2.1 Contoh Masukan Permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*

2.1.2 Keluaran Permasalahan

Keluaran program dari permasalahan *Sphere Online Judge 27491 : Bidding Game* adalah satu baris dengan nama pemenang "Alice" atau "Bob". Jika keduanya memenangkan jumlah barang yang sama maka keluaran programnya adalah "Draw".

```
output:
Alice
Draw
Alice
```

Gambar 2.2 Contoh Keluaran Permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*

2.2 Deskripsi Permasalahan Bidding

Bidding adalah sebuah permainan penawaran barang dengan penawar bertaruh harga paling tinggi dari penawar lainnya. Pemenang dari permainan akan mendapatkan barang tersebut jika sampai penawaran terakhir suatu barang tidak ada lagi penawar yang dapat menaikkan harga penawaran.

Dalam permasalahan ini hanya terdapat dua penawar dalam *Bidding Game*. Akan ada N item yang terjual dalam lelang satu per satu. Setiap item memiliki harga penawaran awal S dan harga target T . Penawar pertama harus menawar dengan harga yang lebih tinggi daripada S . Penawar berikutnya akan menawar dengan harga yang lebih tinggi dan akan terus seperti ini sampai harga mencapai setidaknya T . Kasus penawar terakhir memenangkan item itu. Kemudian penawaran item berikutnya dimulai. Untuk setiap penawaran akan ditentukan pemenangnya dari jumlah item yang dikumpulkan diantara kedua penawar. Jika keduanya memenangkan jumlah item yang sama maka seri diantara mereka.

2.2.1 Perbedaan Bidding pada Tugas Akhir

Berikut adalah perbedaan pada *Bidding* yang ada dalam tugas akhir dengan pada umumnya:

1. Jumlah penawar. Pada tugas akhir hanya terdapat dua penawar sedangkan pada umumnya jumlah penawar tidak terbatas. Hal tersebut dikarenakan pada tugas akhir berfokus kepada penentuan pemenang di antara keduanya (Alice dan Bob) dilihat dari jumlah barang yang diperoleh setiap penawaran.
2. Harga target. Pada umumnya di setiap penawaran suatu barang hanya diberikan informasi harga awal dari barang tersebut yang kemudian penawar satu sama lain saling

menawar harga sampai tidak ada lagi penawar yang dapat menaikkan harga penawaran terakhir. Pada tugas akhir di setiap penawaran barang diberikan harga awal dan juga harga target dimana ketika penawar sudah mencapai atau mendekati harga target dan penawar lain tidak dapat menaikkan harga lagi maka penawar terakhir yang mendapatkan barang. Jadi harga target menjadi batasan untuk penawar menaikkan harga.

3. Kenaikan harga penawaran. Pada umumnya penawar bisa menaikkan harga sesuai keinginan penawar selama harga penawaran lebih dari harga penawaran sebelumnya. Pada tugas akhir ketika harga penawaran mencapai sekian maka penawar harus menaikkan harga penawaran setidaknya sekian persen tetapi tidak dapat menaikkan harga penawaran lebih dari sekian persen.

2.2.2 Alur dan Aturan Permainan Bidding

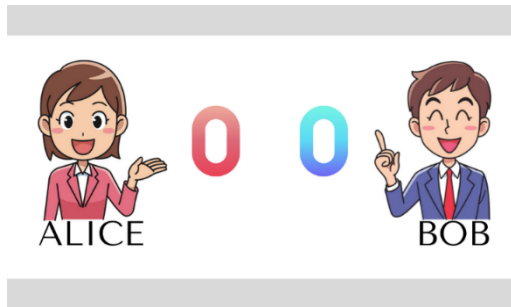
Berikut adalah alur dan aturan *Bidding Game* pada tugas akhir ini:

1. Setiap penawaran barang hanya dilakukan oleh dua orang penawar yaitu Alice dan Bob.
2. Alice memulai penawaran untuk barang pertama dan kemudian penawaran berlanjut secara bergantian antara Alice dan Bob.
3. Setiap penawaran barang diberikan informasi mengenai harga awal S dan harga target T dari tiap barang.
4. Setiap penawaran barang, penawar pertama harus menaikkan penawaran harga yang lebih tinggi dari harga awal S . Penawar berikutnya harus menawar harga yang lebih tinggi dari penawar sebelumnya. Dan akan terus berlanjut hingga harga penawaran mencapai minimal harga target T . Jumlah penawaran harga selalu bilangan bulat.
5. Jika penawaran terakhir adalah B , maka penawar harus menaikkan harga penawaran setidaknya $L\%$, tetapi tidak dapat menaikkan harga penawaran lebih dari $H\%$.
6. Jika harga penawaran barang mencapai minimal harga target T , maka penawar terakhir yang memenangkan barang tersebut dan akan menjadi penawar kedua untuk barang berikutnya.
7. Untuk setiap kasus uji akan ditentukan pemenangnya antara Alice atau Bob. Jika keduanya memenangkan jumlah barang yang sama maka seri diantara mereka.

2.2.3 Simulasi Permainan Bidding

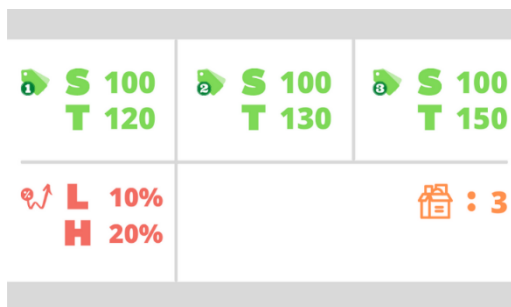
Dalam permasalahan ini terdapat tiga kasus uji. Berikut adalah salah satu contoh simulasi pada *Bidding Game*:

1. Dalam sebuah pelelangan barang terdapat dua pengusaha kaya yaitu Alice dan Bob akan mengikuti *Bidding Game*. Pada permainan ini, Alice dan Bob akan saling bersaing untuk mengumpulkan barang antik sebanyak-banyaknya. Sebelum penawaran dimulai, keduanya dalam kondisi belum mengumpulkan barang antik sama sekali (kondisi awal masing-masing 0 buah). Mereka akan mulai melakukan penawaran barang pertama yang dimulai oleh Alice. Gambar 2.3 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



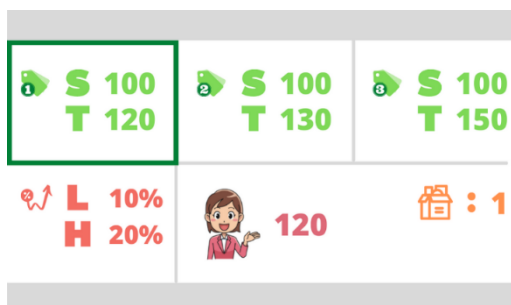
Gambar 2.3 Ilustrasi Poin 1 Simulasi Permainan *Bidding Game*

2. Dalam kasus ini terdapat tiga kali proses pelelangan barang. Untuk kasus uji ketiga dimana terdapat 3 barang yang akan dijual dalam lelang. Dengan harga awal S dan harga target T untuk barang pertama 100 dan 120, untuk barang kedua 100 dan 130 serta untuk barang ketiga 100 dan 150. Dan persentase kenaikan minimum L dalam jumlah tawaran serta persentase kenaikan maksimum H dalam jumlah tawaran adalah 10% dan 20%. Karena kondisi awal semua penawar (Alice dan Bob) sama-sama belum mengumpulkan barang, maka kedua penawar berusaha mendapatkan barang tersebut. Gambar 2.4 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.4 Ilustrasi Poin 2 Simulasi Permainan *Bidding Game*

3. Untuk barang pertama dimulai oleh Alice sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, Alice menaikkan harga penawaran sebesar 20% dari harga awal. Gambar 2.5 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.5 Ilustrasi Poin 3 Simulasi Permainan *Bidding Game*

4. Karena penawar selanjutnya yaitu Bob tidak dapat menaikkan harga penawaran untuk barang pertama maka yang mendapatkan barang pertama adalah Alice. Selanjutnya untuk penawaran berikutnya dimulai oleh Bob. Gambar 2.6 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.6 Ilustrasi Poin 4 Simulasi Permainan *Bidding Game*

5. Untuk barang kedua dimulai oleh Bob sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, Bob menaikkan harga penawaran sebesar 10% dari harga awal karena pada penawaran barang pertama belum berhasil mendapatkan barang. Gambar 2.7 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.

1 S 100 T 120	2 S 100 T 130	3 S 100 T 150
L 10% H 20%	110 	: 2



Gambar 2.7 Ilustrasi Poin 5 Simulasi Permainan *Bidding Game*

6. Karena penawar selanjutnya yaitu Alice tidak dapat menaikkan harga penawaran untuk barang kedua maka yang mendapatkan barang kedua adalah Bob. Selanjutnya untuk penawaran berikutnya dimulai oleh Alice. Gambar 2.8 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.





Gambar 2.8 Ilustrasi Poin 6 Simulasi Permainan *Bidding Game*

7. Untuk barang terakhir dimulai oleh Alice sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, Alice menaikkan harga penawaran sebesar 20% dari harga awal karena pada penawaran dua barang sebelumnya Alice dan Bob sudah mengumpulkan barang dengan masing-masing satu barang. Gambar 2.9 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.

1 S 100 T 120	2 S 100 T 130	3 S 100 T 150
↗ L 10% ↘ H 20%	 120	 : 3



Gambar 2.9 Ilustrasi Poin 7 Simulasi Permainan *Bidding Game*

8. Penawaran selanjutnya untuk barang terakhir oleh Bob dengan menaikkan harga penawaran sebesar 10% dari penawaran sebelumnya yang dilakukan oleh Bob. Gambar 2.10 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.

1 S 100 T 120	2 S 100 T 130	3 S 100 T 150
↗ L 10% ↘ H 20%	132 	 : 3

Gambar 2.10 Ilustrasi Poin 8 Simulasi Permainan *Bidding Game*

9. Penawaran selanjutnya untuk barang terakhir oleh Alice dengan menaikkan harga penawaran sebesar 20% dari penawaran sebelumnya yang dilakukan oleh Alice. Gambar 2.11 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.

1 S 100 T 120	2 S 100 T 130	3 S 100 T 150
↗ L 10% ↘ H 20%	 150	 : 3

Gambar 2.11 Ilustrasi Poin 9 Simulasi Permainan *Bidding Game*

10. Karena penawar selanjutnya yaitu Bob tidak dapat menaikkan harga penawaran untuk barang terakhir maka yang mendapatkan barang terakhir adalah Alice. Sehingga pemenang dari pelelangan untuk kasus uji ketiga adalah Alice karena mengumpulkan barang paling banyak daripada Bob. Gambar 2.12 menunjukkan kondisi akhir dari permainan pelelangan ini.



Gambar 2.12 Ilustrasi Poin 10 Simulasi Permainan *Bidding Game*

2.3 Analisis dan Strategi Penyelesaian

Dalam permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* hanya terdapat dua penawar dalam permainan yaitu Alice dan Bob. Penyelesaian dari permasalahan ini adalah menentukan pemenang dari penawaran dengan mengumpulkan barang paling banyak dari penawar lainnya. Agar penawar dapat mengumpulkan barang dari setiap penawaran, penawar harus berusaha mendapatkan barang dengan cara melakukan penawaran harga hingga penawar lain tidak dapat melakukan penawaran harga kembali. Penentuan harga penawaran bisa didapatkan dengan model matematis. Dengan cara ini pemenang dari setiap penawaran dapat ditentukan karena setiap penawar pasti berusaha untuk mendapatkan barang penawaran dan salah satu dari kedua penawar yang mendapatkannya. Solusi tersebut merupakan gambaran dari teori game yang digunakan dalam penyelesaian pada permasalahan *Bidding Game* dimana setiap pemain selalu memilih pilihan paling optimal yang tersedia baginya. Selain itu penyelesaian permasalahan *Bidding Game* menggunakan pendekatan yang sama dalam permasalahan *NIM Game*. *NIM Game* merupakan permainan dimana dua pemain secara bergantian mengambil objek dari beberapa tumpukan secara bergantian dimana strategi yang digunakan dalam penyelesaiannya yaitu nim-sum atau dikenal dengan *XOR*. Berdasarkan kesamaan dari jumlah pemain dan aturan bermain keduanya maka dalam menentukan pemenang di setiap permainannya menggunakan operator bit *XOR*.

Dari contoh uji kasus yang sudah dijelaskan pada subbab 2.1, diperoleh petunjuk yang dapat membantu penyelesaian permasalahan ini. Terlihat bahwa pada permasalahan ini, dalam menentukan harga penawaran dipengaruhi oleh persentase kenaikan harga yang juga dipengaruhi oleh jumlah barang yang sudah dikumpulkan oleh penawar saat menawar harga. Sehingga strategi penyelesaian permasalahan ini adalah penentuan persentase kenaikan harga penawaran.

2.3.1 Penentuan Persentase Kenaikan Harga Penawaran

Dalam menentukan persentase kenaikan harga penawaran mengacu pada harga target dari suatu barang. Hal tersebut menjadi penentu bagi penawar bisa atau belum bisa mendapatkan barang penawaran. Alasannya sebagai berikut.

- Jika proses pencarian nilai penawaran barang berakhir sampai harga target barang tidak kurang dari harga awal dan dilakukan berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum maka penawar sekarang mendapatkan barang tersebut. Hal tersebut terjadi karena penawar lainnya sudah tidak dapat melakukan penawaran.
- Jika proses pencarian nilai penawaran barang dilakukan berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran minimum dan masih memungkinkan ada harga penawaran

lain maka penawar sekarang belum bisa mendapatkan barang. Hal tersebut terjadi karena masih memungkinkan ada harga penawaran lain sehingga dilakukan pencarian nilai penawaran kembali sampai penawar mendapatkan barang penawaran.

Untuk mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dari suatu barang, maka dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$t = \frac{100 \times (t - 1)}{(100 + L)} + 1 \quad (2.1)$$

atau

$$t = \frac{(100 \times t - 1)}{(100 + H)} + 1 \quad (2.2)$$

Dari persamaan 2.1 dan 2.2, yang dilakukan adalah mendapatkan semua nilai penawaran dari suatu barang berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran dengan menurunkan harga target barang sampai tidak kurang dari harga awal. Dalam mendapatkan semua nilai penawaran berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran suatu barang dapat ditentukan dari besaran angka yang digunakan dalam menurunkan harga target. Sehingga dapat ditentukan dengan bentuk persamaan berikut.

$$t = \frac{100 \times (t - 1)}{(100 + L)} + 1 = \frac{100t - 100}{100 + L} + 1 \approx \frac{(t - 1)}{(1 + L\%)} + 1$$

atau

$$t = \frac{(100 \times t - 1)}{(100 + H)} + 1 = \frac{100t - 1}{100 + H} + 1 \approx \frac{(t - 1\%)}{(1 + H\%)} + 1$$

Terlihat bahwa dalam menurunkan harga target berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran suatu barang memiliki perbedaan dalam besaran angka yang digunakan dalam pengurangannya. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh persentase kenaikan harga penawaran yang digunakan dalam mendapatkan semua nilai penawaran dari suatu barang.

Selain itu, dalam mendapatkan semua nilai penawaran dari suatu barang juga berdasarkan jumlah barang yang dimiliki penawar saat melakukan penawaran mempengaruhi dalam mendapatkan semua nilai penawaran untuk menentukan persentase kenaikan harga penawaran dari suatu barang. Sehingga terdapat dua kondisi untuk mendapatkan semua nilai penawaran dengan melihat jumlah barang yang dimiliki penawar sebagai berikut.

2.3.1.1 Jumlah Barang Penawar Sekarang Lebih Besar dari Penawar Lainnya

Kondisi ini terpenuhi ketika penawar sekarang mendapatkan kesempatan menjadi penawar pertama untuk barang kedua dan barang kelipatan genap berikutnya karena dalam penawaran barang sebelumnya belum berhasil mengumpulkan barang. Misalnya dalam uji kasus yang ada, jika jumlah barang penawar A lebih besar dari jumlah barang penawar B sekarang ($A > B$) maka yang dilakukan dalam mendapatkan nilai penawaran pertama barang tersebut berdasarkan persentase kenaikan harga

penawaran minimum. Yang berarti mendapatkan nilai penawaran dengan menurunkan harga target barang diawali menggunakan persamaan 2.1 yaitu $t = \frac{100 \times (t-1)}{(100+L)} + 1$.

Seperti pada salah satu contoh uji kasus ketiga dari soal terdapat 3 barang yang akan dilelang. Untuk barang pertama sudah didapatkan oleh penawar sebelumnya sehingga masuk pada kondisi $A > B$. Berikut adalah masukan untuk barang kedua dalam penawaran.

Tabel 2.1 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Kedua

N ke-2	L : 10	H : 20
S : 100	T : 130	

Dari masukan untuk barang kedua dalam mendapatkan nilai penawaran dari barang tersebut dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran minimum. Sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \frac{100 \times (t-1)}{(100+L)} + 1 &\approx \frac{(t-1)}{(1+L\%)} + 1 \\
 \frac{100 \times (130-1)}{(100+10)} + 1 &\approx \frac{(130-1)}{(1+10\%)} + 1 \\
 \frac{12900}{110} + 1 &\approx \frac{129}{1,1} + 1 \\
 117,27 + 1 &\approx 117,27 + 1 \\
 &118,27 \\
 &118
 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh dalam pencarian nilai penawaran pertama barang untuk barang kedua yang dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran minimum adalah 118. Karena masih memungkinkan ada harga penawaran lain maka dilakukan pencarian nilai penawaran kembali untuk barang kedua oleh penawar lainnya sampai harga target barang tidak kurang dari harga awal barang dan didapatkan pemenang dari barang tersebut.

2.3.1.2 Jumlah Barang Penawar Sekarang Sama dengan Penawar Lainnya

Kondisi ini terpenuhi ketika penawar sekarang mendapatkan kesempatan menjadi penawar pertama untuk barang pertama dan barang kelipatan ganjil berikutnya karena dalam penawaran barang tersebut jumlah barang masing-masing penawar berjumlah sama (seimbang). Misalnya dalam uji kasus yang ada, jika jumlah barang penawar A sama dengan jumlah barang penawar B sekarang ($A = B$) maka yang dilakukan dalam mendapatkan nilai penawaran pertama barang tersebut berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum. Yang berarti menurunkan harga target barang diawali menggunakan persamaan 2.2 yaitu $t = \frac{(100 \times t-1)}{(100+H)} + 1$.

Seperti pada salah satu contoh uji kasus ketiga dari soal terdapat 3 barang yang akan dilelang. Untuk barang pertama karena semua penawar belum mengumpulkan barang sehingga masuk pada kondisi $A = B$. Berikut adalah masukan untuk barang pertama dalam penawaran.

Tabel 2.2 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Pertama

N ke-1	L : 10	H : 20
S : 100	T : 120	

Dari masukan untuk barang pertama dalam mendapatkan nilai penawaran dari barang tersebut dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum. Sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \frac{(100 \times t - 1)}{(100 + H)} + 1 &\approx \frac{(t - 1\%)}{(1 + H\%)} + 1 \\
 \frac{(100 \times 120 - 1)}{(100 + 20)} + 1 &\approx \frac{(120 - 1\%)}{(1 + 20\%)} + 1 \\
 \frac{11999}{120} + 1 &\approx \frac{119,99}{1,2} + 1 \\
 99,99 + 1 &\approx 99,99 + 1 \\
 &100,99 \\
 &100
 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh dalam pencarian nilai penawaran pertama barang untuk barang pertama yang dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum adalah 100. Karena hasilnya sama dengan harga awal barang maka pencarian nilai penawaran barang pertama berakhir dan didapatkan pemenang dari barang tersebut.

Untuk barang ketiga karena dalam penawaran barang sebelumnya masing-masing penawar sudah mengumpulkan 1 barang dan juga untuk barang kelipatan ganjil berikutnya masing-masing penawar sudah mengumpulkan barang dengan jumlah yang sama sehingga masuk pada kondisi A = B. Berikut adalah masukan untuk barang pertama dalam penawaran.

Tabel 2.3 Tabel Masukan Uji Kasus Ketiga Barang Ketiga

N ke-3	L : 10	H : 20
S : 100	T : 150	

Dari masukan untuk barang ketiga dalam mendapatkan nilai penawaran dari barang tersebut dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum. Sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \frac{(100 \times t - 1)}{(100 + H)} + 1 &\approx \frac{(t - 1\%)}{(1 + H\%)} + 1 \\
 \frac{(100 \times 150 - 1)}{(100 + 20)} + 1 &\approx \frac{(150 - 1\%)}{(1 + 20\%)} + 1 \\
 \frac{14999}{120} + 1 &\approx \frac{149,99}{1,2} + 1 \\
 124,99 + 1 &\approx 124,99 + 1 \\
 &125,99 \\
 &125
 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh dalam pencarian nilai penawaran pertama barang untuk barang ketiga yang dimulai berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum adalah 125. Karena masih memungkinkan ada harga penawaran lain maka dilakukan pencarian nilai penawaran kembali untuk barang ketiga oleh penawar lainnya sampai harga target barang tidak kurang dari harga awal barang dan didapatkan pemenang dari barang tersebut.

Beberapa kondisi yang sudah dijelaskan digunakan sebagai pencarian nilai penawaran pertama barang. Untuk pencarian nilai penawaran selanjutnya berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran kebalikan dari pencarian nilai penawaran sebelumnya sampai harga target barang tidak kurang dari harga awal. Misalnya dalam pencarian nilai penawaran pertama barang berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum maka untuk pencarian nilai penawaran selanjutnya berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran minimum. Dan juga sebaliknya jika dalam pencarian nilai penawaran pertama barang berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran minimum maka untuk pencarian nilai penawaran selanjutnya berdasarkan persentase kenaikan harga penawaran maksimum.

Setelah pencarian nilai penawaran harga dari suatu barang berakhir maka didapatkan kebenaran dari kesempatan penawar bisa atau tidak bisa mendapatkan barang. Dari nilai kebenaran ini akan dilakukan pengoperasian operator bit *XOR* dengan keadaan jumlah barang yang dimiliki oleh kedua penawar untuk menentukan hasil akhir dari kedua penawar yang mendapatkan barang penawaran.

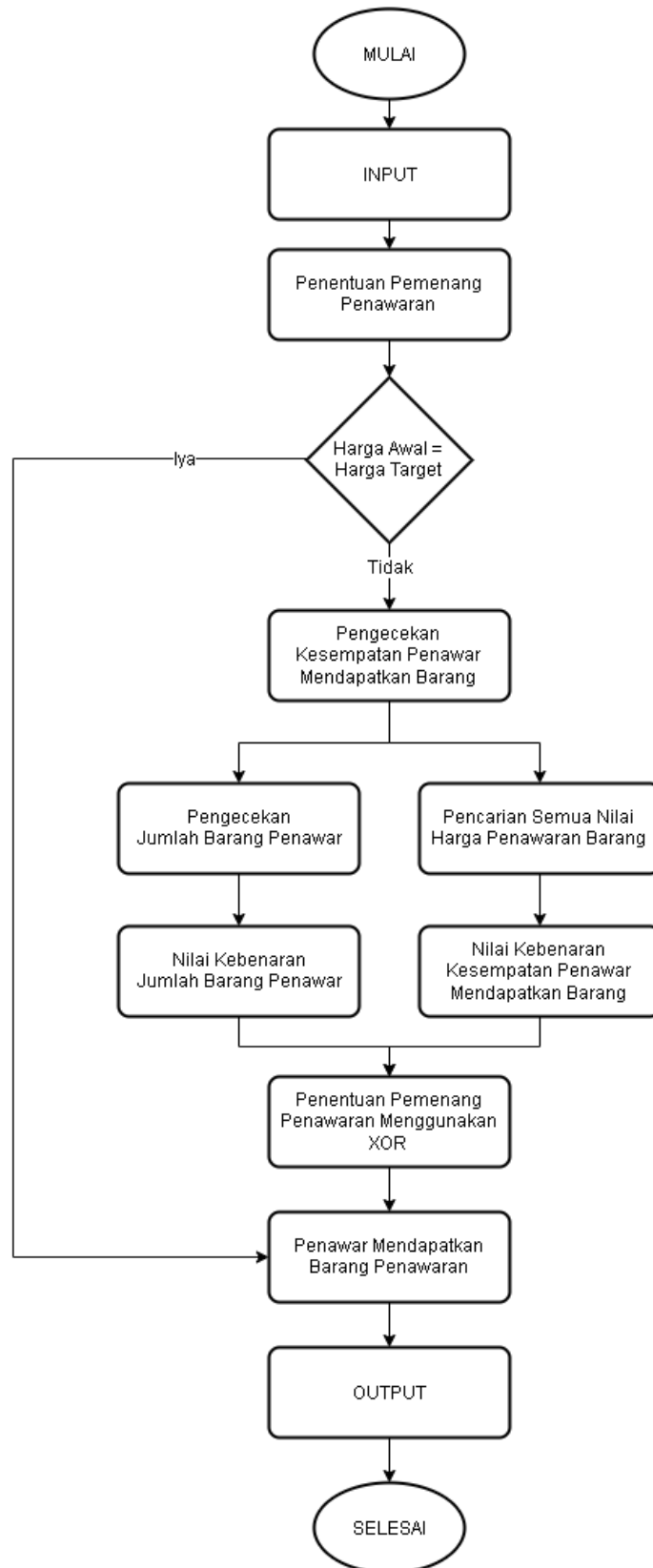
2.3.2 Pemrosesan Masukan dan Keluaran

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai pemrosesan masukan hingga pemrosesan keluaran. Pada pemrosesan masukan didapatkan harga awal dan harga target untuk setiap barang yang dilelang serta persentase kenaikan harga penawaran minimum dan maksimumnya. Dari parameter masukan ini kemudian dilakukan pencarian pemenang dari penawaran suatu barang dengan melihat proses penawaran barang oleh penawar pada pemrosesan keluaran. Proses penawaran barang mencari setiap harga penawaran mulai dari harga awal hingga harga target dengan melihat persentase kenaikan harga penawaran serta jumlah barang yang sudah didapatkan oleh penawar saat menawarnya. Berikut adalah penjelasan pemrosesan masukan hingga pemrosesan keluaran serta kondisi yang mungkin terjadi saat proses penawaran barang:

1. Jumlah barang yang dilelang, persentase kenaikan minimum dan maksimum serta harga awal dan harga target barang sebagai masukan. Dan juga kondisi awal semua penawar yang masih belum mengumpulkan barang sebagai inisiasi awal setiap pelelangan barang.
2. Dilakukan pengecekan harga awal dengan harga target barang.
 - a. Jika harga awal barang sama dengan harga target barang maka penawar sekarang yang mendapatkan barang.
 - b. Jika harga awal barang tidak sama dengan harga target barang maka dilakukan pengecekan kesempatan penawar sekarang mendapatkan barang yang sedang dilelang.
3. Dalam pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang terdapat beberapa proses sebagai berikut.
 - a. Pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berdasarkan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar.

- i. Jika jumlah barang yang dimiliki penawar sekarang lebih dari jumlah barang penawar berikutnya, maka kesempatan penawar lainnya untuk mendapatkan barang yang sedang dilelang lebih besar daripada penawar sekarang.
 - ii. Jika jumlah barang yang dimiliki penawar sekarang kurang dari sama dengan jumlah barang penawar berikutnya, maka semua penawar mendapatkan kesempatan yang sama dalam penawaran barang yang sedang dilelang.
 - b. Pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berdasarkan harga awal barang dan harga target barang.
 - i. Jika harga awal barang lebih dari sama dengan harga target barang, maka pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berakhir dan penawar sekarang mendapatkan barang. Jika tidak memenuhi maka dilanjutkan dengan pengecekan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar.
 - ii. Jika jumlah barang yang dimiliki penawar sekarang lebih dari jumlah barang penawar berikutnya, penawar melakukan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang dengan menurunkan harga target penawaran menggunakan persentase kenaikan minimum. Dan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang masih berlanjut.
 - iii. Jika jumlah barang yang dimiliki penawar sekarang kurang dari jumlah barang penawar berikutnya, penawar melakukan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang dengan menurunkan harga target penawaran menggunakan persentase kenaikan maksimum. Dan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang masih berlanjut.
 - c. Hasil dari kedua pengecekan diatas dilakukan operasi *XOR* untuk menentukan hasil akhir dari kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang.
4. Penawar yang memiliki jumlah barang paling banyak menjadi pemenang pelelangan sebagai keluaran. Jika jumlah barang yang dimiliki oleh kedua penawar sama makaimbang sebagai keluaran.

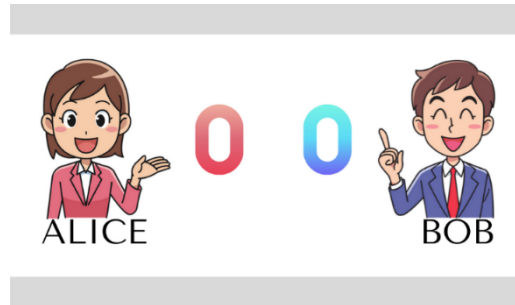
Gambar 2.13 menunjukkan pemrosesan masukan hingga pemrosesan keluaran dari penjelasan diatas berdasarkan kasus uji soal.



Gambar 2.13 Pemrosesan Masukan dan Keluaran

Dari Gambar 2.13, berikut adalah simulasi pemrosesan masukan hingga pemrosesan keluaran salah satu contoh uji kasus dari permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*:

1. Dalam sebuah pelelangan barang terdapat dua pengusaha kaya yaitu Alice dan Bob akan mengikuti *Bidding Game*. Pada permainan ini, Alice dan Bob akan saling bersaing untuk mengumpulkan barang antik sebanyak-banyaknya. Sebelum penawaran dimulai, keduanya dalam kondisi belum mengumpulkan barang antik sama sekali (kondisi awal masing-masing 0 buah). Mereka akan mulai melakukan penawaran barang pertama yang dimulai oleh Alice. Gambar 2.14 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



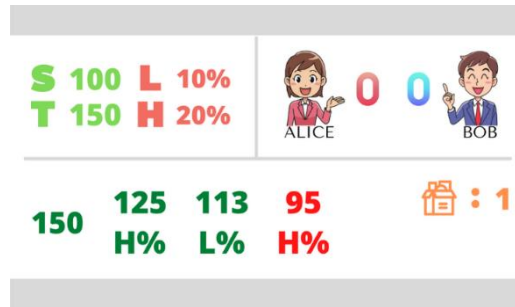
Gambar 2.14 Simulasi Poin 1 Permainan *Bidding Game*

2. Dalam kasus ini terdapat tiga kali proses pelelangan barang. Untuk uji kasus ketiga dimana terdapat 3 barang yang akan dijual dalam lelang. Dengan harga awal S dan harga target T untuk barang pertama 100 dan 120, untuk barang kedua 100 dan 130 serta untuk barang ketiga 100 dan 150. Dan persentase kenaikan minimum L dalam jumlah tawaran serta persentase kenaikan maksimum H dalam jumlah tawaran adalah 10% dan 20%. Karena kondisi awal semua penawar (Alice dan Bob) sama-sama belum mengumpulkan barang, maka kedua penawar berusaha mendapatkan barang tersebut. Gambar 2.15 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.

1	S 100 T 120	2	S 100 T 130	3	S 100 T 150
	L 10% H 20%				$\text{📦} : 3$

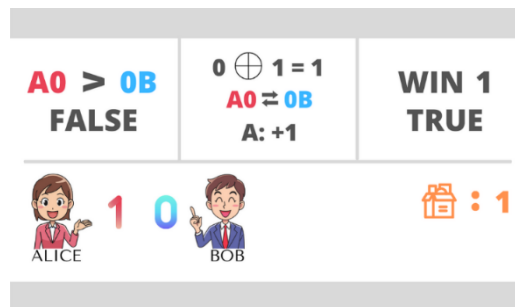
Gambar 2.15 Simulasi Poin 2 Permainan *Bidding Game*

3. Untuk penentuan pemenang dari suatu barang dimulai dari barang yang terakhir dimasukkan dalam program sehingga barang pertama yaitu barang dengan harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 150. Dan untuk penawaran barang pertama dimulai oleh Alice sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, didapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20%. Gambar 2.16 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



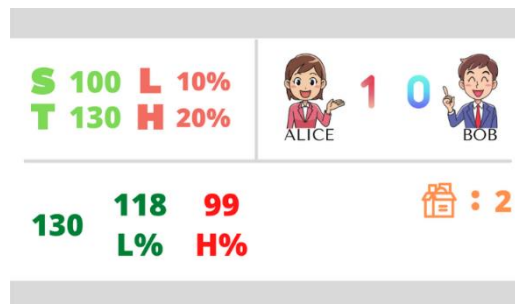
Gambar 2.16 Simulasi Poin 3 Permainan *Bidding Game*

4. Dalam penentuan semua nilai kenaikan harga penawaran didapatkan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang pertama yang kemudian dilakukan operasi bit *XOR* dengan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berdasarkan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar. Variabel A untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar pertama yaitu Alice dan variabel B untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar kedua yaitu Bob. Sehingga yang mendapatkan barang pertama adalah Alice dan jumlah barang yang dimiliki Alice menjadi 1. Selanjutnya untuk penawaran berikutnya dimulai oleh Bob. Gambar 2.17 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



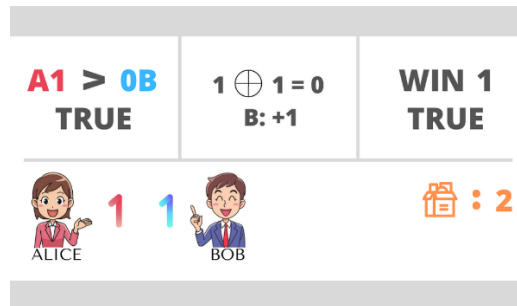
Gambar 2.17 Simulasi Poin 4 Permainan *Bidding Game*

5. Untuk barang kedua yaitu barang dengan harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 130. Dan untuk penawaran barang kedua dimulai oleh Bob sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, didapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20%. Gambar 2.18 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



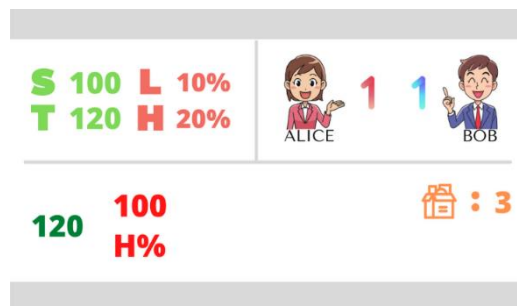
Gambar 2.18 Simulasi Poin 5 Permainan *Bidding Game*

6. Dalam penentuan semua nilai kenaikan harga penawaran didapatkan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang kedua yang kemudian dilakukan operasi bit *XOR* dengan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berdasarkan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar. Variabel A untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar pertama yaitu Bob dan variabel B untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar kedua yaitu Alice. Sehingga yang mendapatkan barang kedua adalah Bob dan jumlah barang yang dimiliki Bob menjadi 1. Selanjutnya untuk penawaran berikutnya dimulai oleh Alice. Gambar 2.19 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



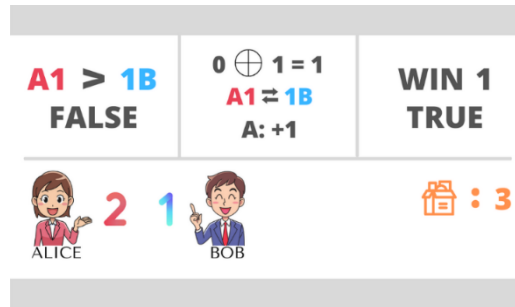
Gambar 2.19 Simulasi Poin 6 Permainan *Bidding Game*

7. Untuk barang ketiga yaitu barang dengan harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 120. Dan untuk penawaran barang kedua dimulai oleh Alice sebagai penawar pertama. Pada simulasi ini, didapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20%. Gambar 2.20 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.20 Simulasi Poin 7 Permainan *Bidding Game*

8. Dalam penentuan semua nilai kenaikan harga penawaran didapatkan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang ketiga yang kemudian dilakukan operasi bit *XOR* dengan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang berdasarkan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar. Variabel A untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar pertama yaitu Alice dan variabel B untuk menyimpan jumlah barang yang dimiliki oleh penawar kedua yaitu Bob. Sehingga yang mendapatkan barang ketiga adalah Alice dan jumlah barang yang dimiliki Alice menjadi 2. Gambar 2.21 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.21 Simulasi Poin 8 Permainan *Bidding Game*

9. Hasil akhir dari uji kasus ketiga didapatkan Alice sebagai pemenang karena mengumpulkan barang lebih banyak daripada Bob. Gambar 2.22 menunjukkan ilustrasi dari poin ini.



Gambar 2.22 Simulasi Poin 9 Permainan *Bidding Game*

Hasil dari pemrosesan diatas adalah Alice. Keluaran ini sama dengan keluaran permasalahan kasus uji ketiga pada subbab 2.1.

2.4 Deskripsi Umum Teori

Pada subbab ini, akan dijelaskan berbagai landasan teori secara umum yang digunakan untuk melakukan pendekatan terhadap penyelesaian permasalahan.

2.4.1 Teori Game

Teori Game adalah model matematis dari situasi strategis (tidak harus permainan memiliki arti umum dari 'permainan') di mana keberhasilan seorang pemain dalam membuat pilihan tergantung pada pilihan orang lain. Banyak masalah pemrograman yang melibatkan teori game diklasifikasikan sebagai Permainan Zero-Sum yaitu cara matematis untuk mengatakan bahwa jika satu pemain menang, maka pemain lain kalah. Pertanyaan umum yang diajukan dalam masalah kontes pemrograman terkait dengan teori game adalah apakah pemain awal dari permainan kompetitif dua pemain memiliki langkah kemenangan dengan asumsi bahwa kedua pemain melakukan permainan sempurna. Artinya, setiap pemain selalu memilih pilihan paling optimal yang tersedia baginya (Halim & Halim, 2013).

2.4.2 NIM Game

NIM Game merupakan game kombinatorial, dimana dua pemain secara bergantian mengambil objek dari beberapa tumpukan secara bergantian. Satu-satunya aturan adalah setiap pemain harus mengambil setidaknya satu objek pada giliran mereka, tetapi mereka boleh mengambil lebih dari satu objek dalam satu putaran, selama mereka semua berasal dari

tumpukan yang sama. Strategi yang digunakan dalam penyelesaiannya yaitu nim-sum dimana dikenal sebagai *XOR* oleh para ilmuwan komputer (Singh, 2019).

2.4.3 *XOR*

XOR adalah gerbang logika digital yang memberikan keluaran benar (1 / HIGH) ketika jumlah masukan sebenarnya ganjil. Sebuah gerbang *XOR* mengimplementasikan Eksklusif OR. Artinya, keluaran yang benar akan dihasilkan jika satu, dan hanya satu, dari masukan ke gerbang yang benar. Jika kedua masukan salah (0 / LOW) atau keduanya benar, hasil keluaran salah (Rosen, 2019).

Tabel 2.4 Tabel Kebenaran *XOR* 2 Proposisi

Tabel Kebenaran <i>XOR</i> 2 Proposisi		
p	q	$p \oplus q$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

2.4.4 Online Judge

Online judge adalah sebuah sistem daring yang menyediakan sejumlah permasalahan pada teknologi informasi. Sistem akan mengevaluasi sumber kode yang diunggah oleh peserta dengan data uji yang disediakan oleh pembuat soal. Kemudian sistem akan memutuskan apakah sumber kode berhasil memenuhi seluruh persyaratan yang diminta oleh pembuat soal dalam bentuk verdict. Terdapat banyak contoh *Online Judge*, yang digunakan untuk melakukan uji coba pada Tugas Akhir ini ialah sesuai soal terkait pada *Sphere Online Judge*.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan mengenai desain algoritma serta implementasi algoritma berupa kode program yang digunakan dalam strategi penyelesaian permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* pada *Sphere Online Judge*.

3.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang dirancang berupa sebuah aplikasi berbasis konsol, menggunakan masukan standar sebagai masukan sistem. Input berupa beberapa baris integer yang telah didefinisikan pada subbab 2.1. Input ini nantinya akan diproses sehingga didapatkan kondisi awal dari permasalahan yang akan diselesaikan. Solusi didapatkan dengan memproses kondisi tersebut sehingga didapatkan keluaran yang telah didefinisikan pada subbab 2.1 dengan menggunakan algoritma yang dijelaskan pada subbab 2.3.

3.2 Desain Umum Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai gambaran secara umum dari algoritma yang akan dirancang. Sistem ini akan diawali dengan menerima masukan berupa nilai K yang menyatakan banyaknya kasus uji. K baris berikutnya masing-masing berisi nilai N , L , H . Nilai masukan ini mengikuti batasan yang telah didefinisikan pada subbab 1.3. Setelah menerima masukan, maka masukan tersebut akan diolah untuk menentukan pemenang dari penawaran suatu barang dan hasilnya ditampilkan pada layar sesuai format keluaran permasalahan.

3.2.1 Desain Global Variable

Pada subbab ini akan dijelaskan variabel yang digunakan pada sistem. Variabel bersifat global untuk memudahkan penggunaan variabel pada fungsi. Indeks pada array dimulai dari 0. Tabel berikut menjelaskan variabel yang digunakan pada sistem.

Tabel 3.1 Tabel Penjelasan Global Variable

Nama	Tipe	Penjelasan
MAXN	<i>cons integer</i>	Nilai konstanta yang digunakan sebagai indeks dari array
K	<i>integer</i>	Jumlah kasus uji
N	<i>integer</i>	Jumlah barang yang dilelang
L	<i>integer</i>	Persentase kenaikan minimum harga penawaran
H	<i>integer</i>	Persentase kenaikan maksimum harga penawaran
A	<i>integer</i>	Variabel untuk menyimpan jumlah barang Penawar Pertama yang didapat dalam pelelangan
B	<i>integer</i>	Variabel untuk menyimpan jumlah barang Penawar Kedua yang didapat dalam pelelangan
S	<i>array of integer</i>	Harga tawaran awal
T	<i>array of integer</i>	Harga tawaran target

3.2.2 Desain Fungsi Main

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai fungsi MAIN. Fungsi MAIN merupakan bagian fungsi utama yang menerima masukan, memproses, dan menampilkan masukan tersebut. Didalam fungsi MAIN juga dilakukan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang dengan memanggil fungsi WIN. Fungsi INPUT merupakan fungsi

untuk menerima masukan, dan fungsi PRINT merupakan fungsi untuk menampilkan hasil. Berikut merupakan Pseudocode 3.1 dari fungsi MAIN.

Pseudocode Fungsi MAIN	
1.	$K \leftarrow \text{INPUT } ()$
2.	for $i \leftarrow 1, K$ do
3.	$N, L, H \leftarrow \text{INPUT } ()$
4.	for $j \leftarrow 1, N$ do
5.	$S[j], T[j] \leftarrow \text{INPUT } ()$
6.	end for
7.	$A \leftarrow 0$
8.	$B \leftarrow 0$
9.	for $j \leftarrow N, 1$ do
10.	if $S[j] = T[j]$ or $(A > B)^{\wedge} \text{win}(A > B, S[j], T[j])$ then
11.	swap(A, B)
12.	$A \leftarrow A + 1$
13.	else
14.	$B \leftarrow B + 1$
15.	end if
16.	end for
17.	if $A > B$ then
18.	PRINT (Alice)
19.	else if $A < B$ then
20.	PRINT (Bob)
21.	else
22.	PRINT (Draw)
23.	end if
24.	end for
25.	return 0

Pseudocode 3.1 Fungsi Main

3.2.3 Desain Fungsi Win

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai fungsi WIN. Fungsi WIN bertanggung jawab untuk pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang. Fungsi WIN diawali dengan pengecekan harga awal barang dan harga target barang sesuai penjabaran pada subbab 2.3.2. Jika tidak memenuhi dalam pengecekan berdasarkan harga barang maka dilanjutkan dengan pengecekan jumlah barang yang dimiliki masing-masing penawar. Dalam pengecekan berdasarkan jumlah barang penawar mempengaruhi kesempatan penawar dalam mendapatkan barang dengan menurunkan harga target penawaran menggunakan persentase kenaikan minimum atau maksimum sesuai dengan yang telah dijabarkan pada subbab 2.3.1. Berikut adalah tabel masukan, proses, dan keluaran dari fungsi WIN serta Pseudocode 3.2 dari fungsi WIN.

Tabel 3.2 Masukan, Proses dan Keluaran Fungsi Win

Masukan	Proses	Keluaran
Berupa nilai kebenaran $A > B$ yang direpresentasikan dalam bit, bilangan bulat S , bilangan bulat T	Melakukan pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang	Hasil pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang berupa nilai kebenaran yang direpresentasikan dalam bit

Pseudocode Fungsi WIN	
Input: nilai kebenaran $A > B$, S , T	
Output: Hasil pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang	
1.	if $s \geq t$ then
2.	return b
3.	if b then
4.	return $\text{win}(0, s, 100 * (t-1) / (100+L) + 1)$
5.	end if
6.	return $\text{win}(1, s, (100 * t-1) / (100+H) + 1)$

Pseudocode 3.2 Fungsi Win

3.3 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi dengan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Spesifikasi Lingkungan Implementasi

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1.	Perangkat Keras	<ul style="list-style-type: none"> Processor Intel(R) Core(TM) i5-3210 CPU @ 2.50GHz Random Access Memory 4GB DDR3
2.	Perangkat Lunak	<ul style="list-style-type: none"> Sistem Operasi Windows 10 Pro 64-bit Bahasa Pemrograman C++ Integrated Development Environment Dev-C++ 5.11

3.4 Implementasi Program Utama

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai implementasi program utama. Program ini merupakan program yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*. Program diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ karena dalam pengimplementasian algoritma solusi dibutuhkan batas waktu dan memori yang sangat terbatas untuk komputasi yang besar.

3.4.1 Penggunaan Library

Implementasi algoritma ini membutuhkan dua *Header* yaitu *iostream* dan *algorithm* seperti yang terlihat pada Kode Sumber 3.1 berikut.

```
1. #include<iostream>
2. #include<algorithm>
```

Kode Sumber 3.1 Header Program Utama

Header iostream berisi fungsi-fungsi standar operasi input output yang digunakan oleh bahasa C++. *Header algorithm* mendefinisikan kumpulan fungsi yang dirancang khusus untuk digunakan pada rentang elemen. Dimana rentang elemen berupa urutan objek apapun yang dapat diakses melalui iterator atau pointer, seperti array atau turunan dari beberapa wadah STL.

3.4.2 Preprocessor

Preprocessor yang digunakan dalam implementasi program utama dapat dilihat pada Kode Sumber 3.2 berikut.

```
1. using namespace std;
2. const int MAXN=1e2+5;
3. int K, N, L, H, A, B;
4. int S[MAXN], T[MAXN];
```

Kode Sumber 3.2 Preprocessor Program Utama

Preprocessor `using namespace std` digunakan agar tidak perlu menambahkan `std::` di setiap awal baris kode. Untuk variabel yang dideklarasikan pada kode sumber diatas sudah dijelaskan pada subbab 3.2.1.

3.4.3 Implementasi Fungsi Main

Fungsi main merupakan implementasi algoritma yang dirancang pada subbab 3.2.2 berupa pseudocode. Implementasi fungsi main dapat dilihat pada Kode Sumber 3.3 berikut.


```

1. int main(){
2.     ios_base::sync_with_stdio(0);
3.     cin.tie(0); cout.tie(0);
4.
5.     cin>>K;
6.     for(int i=1; i<=K; i++){
7.         cin>>N>>L>>H;
8.         for(int j=1; j<=N; j++){
9.             cin>>S[j]>>T[j];
10.        }
11.        A=0;
12.        B=0;
13.        for(int j=N; j>=1; j--){
14.            if (S[j]==T[j] || ((A>B) ^ win(A>B, S[j], T[j]))){
15.                swap(A,B);
16.                A++;
17.            }
18.            else{
19.                B++;
20.            }
21.        }
22.        if (A>B) {
23.            cout<<"Alice\n";
24.        }
25.        else if (A<B) {
26.            cout<<"Bob\n";
27.        }
28.        else {
29.            cout<<"Draw\n";
30.        }
31.    }
32.    return 0;
33. }

```

Kode Sumber 3.3 Implementasi Fungsi Main

`ios_base::sync_with_stdio(0)` digunakan untuk mempercepat waktu ketika menggunakan operasi `cin` dan `cout`. Variabel pembantu A dan B dikosongkan terlebih dahulu ($A=0$ dan $B=0$) sebelum digunakan setiap penentuan pemenang dalam penawaran barang.

3.5 Implementasi Fungsi

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai implementasi fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*. Fungsi yang digunakan adalah fungsi `win`. Fungsi `win` merupakan implementasi algoritma yang dirancang pada subbab 3.2.3 berupa pseudocode. Fungsi ini digunakan untuk pengecekan kesempatan penawar dalam mendapatkan barang yang sedang dilelang diawali dengan pengecekan harga awal barang dan harga target barang sesuai penjabaran pada subbab 2.3.2. Implementasi fungsi `win` dapat dilihat pada Kode Sumber 3.4 berikut.

```
1. bool win(bool b,int s,int t){  
2.     if (s>=t) {  
3.         return b;  
4.     }  
5.     if (b) {  
6.         return win(0,s,100*(t-1)/(100+L)+1);  
7.     }  
8.  
9.     return win(1,s,(100*t-1)/(100+H)+1);  
10. }
```

Kode Sumber 3.4 Implementasi Fungsi Win

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang uji coba dan analisis dari implementasi yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

4.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba yang digunakan untuk uji kebenaran pada situs penilaian daring *SPOJ*, yaitu kluster Cube dengan spesifikasi pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba *SPOJ*

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1.	Perangkat Keras	<ul style="list-style-type: none">• <i>Processor</i> Intel Xeon E3-1220 v5 (5 CPUs)• <i>Memory</i> 1536MB
2.	Perangkat Lunak	<ul style="list-style-type: none">• <i>Compiler</i> GCC 8.3.0

Lingkungan uji coba yang digunakan untuk melakukan uji coba kinerja menggunakan komputer pribadi penulis memiliki spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1.	Perangkat Keras	<ul style="list-style-type: none">• <i>Processor</i> Intel(R) Core(TM) i5-3210 CPU @ 2.50GHz• <i>Random Access Memory</i> 4GB DDR3
2.	Perangkat Lunak	<ul style="list-style-type: none">• Sistem Operasi Windows 10 Pro 64-bit• Bahasa Pemrograman C++• <i>Integrated Development Environment</i> Dev-C++ 5.11

4.2 Skenario Uji Coba

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai skenario yang akan digunakan dalam melakukan pengujian terhadap implementasi yang dibuat untuk permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*.

Uji coba kebenaran akan dilakukan dengan melihat umpan balik yang diberikan oleh *Sphere Online Judge* setelah kode sumber yang dikirimkan. *Sphere Online Judge (SPOJ)* akan mengecek kebenaran dari kode sumber yang dikirim dengan memasukkan kasus uji dengan parameter yang telah didefinisikan pada subbab 2.2. Uji coba kinerja akan dilakukan dengan mengirimkan kode sumber hasil implementasi program ke situs penilaian daring *SPOJ* sebanyak 10 kali kemudian menganalisa performa dari umpan balik yang diberikan.

4.2.1 Evaluasi Kebenaran

Evaluasi dilakukan dengan mengecek masukan yang diberikan dengan keluaran yang dihasilkan dari implementasi program yang sudah sesuai dengan contoh keluaran pada permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*. Terdapat contoh masukan dan keluaran dari kasus uji pada permasalahan sebagai berikut.

Tabel 4.3 Tabel Uji Coba

Masukan	Keluaran
3	Alice
1 10 50	Draw
100 150	Alice
2 10 50	
100 120	
100 130	
3 10 20	
100 120	
100 130	
100 150	

Pada program implementasi yang dibuat, sistem akan membaca sebuah masukan yaitu 3(K) sebagai jumlah kasus uji. Lalu, sistem akan masuk ke dalam perulangan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan jumlah barang yang dilelang(N) dan persentase kenaikan minimum harga penawaran(L) serta persentase kenaikan maksimum harga penawaran(H) masing-masing barang yang kemudian sistem membaca masukan harga awal barang (S) dan harga target barang(T). Untuk perulangan pertama sistem membaca 3 buah masukan yaitu 1 barang yang dilelang, 10% kenaikan minimum harga penawaran dan 50% kenaikan maksimum harga penawaran. Selanjutnya masih dalam perulangan pertama sistem akan membaca 2 masukan yaitu harga awal barang 100 dan harga target barang 150. Untuk perulangan kedua sistem membaca 3 buah masukan yaitu 2 barang yang dilelang, 10% kenaikan minimum harga penawaran dan 50% kenaikan maksimum harga penawaran. Selanjutnya masih dalam perulangan kedua sistem akan membaca 2 masukan untuk setiap barang yang dilelang yaitu harga awal barang 100 dan harga target barang 120 untuk barang pertama, harga awal barang 100 dan harga target barang 130 untuk barang kedua. Untuk perulangan ketiga sistem akan membaca 3 buah masukan yaitu 3 barang yang dilelang, 10% kenaikan minimum harga penawaran dan 20% kenaikan maksimum harga penawaran. Selanjutnya masih dalam perulangan ketiga sistem akan membaca 2 masukan untuk setiap barang yang dilelang yaitu harga awal barang 100 dan harga target barang 120 untuk barang pertama, harga awal barang 100 dan harga target barang 130 untuk barang kedua dan juga harga awal barang 100 dan harga target barang 150 untuk barang ketiga.

Untuk penentuan pemenang dari suatu barang dimulai dari barang yang terakhir dimasukkan dalam program sehingga penentuan pertama dimulai dengan masukan pada perulangan ketiga yang dimulai oleh Alice. Sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 150. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Ketiga

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:3, N:3)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 150	125 dengan H : 20%	1
	113 dengan L : 10%	0
	95 dengan H : 20%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 0 > B : 0	FALSE (0)	Hasil Penentuan 0 ⊕ 1 = 1 (TRUE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Pertukaran Jumlah Barang	A : 0	B : 0
Jumlah Barang Penawar	ALICE : 1	BOB : 0

Masih dengan masukan pada perulangan ketiga yang dimulai oleh Bob, sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 130. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Kedua

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:3, N:2)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 130	118 dengan L : 10%	0
	99 dengan H : 20%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 1 > B : 0	TRUE (1)	Hasil Penentuan 1 ⊕ 1 = 0 (FALSE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Jumlah Barang Penawar	ALICE : 1	BOB : 1

Masih dengan masukan pada perulangan ketiga yang dimulai oleh Alice, sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 20% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 120. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Ketiga Barang Pertama

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:3, N:1)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 120	100 dengan H : 20%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 1 > B : 1	FALSE (0)	Hasil Penentuan 0 ⊕ 1 = 1 (TRUE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Pertukaran Jumlah Barang	A : 1	B : 1
Hasil Akhir Jumlah Barang Penawar	ALICE : 2	BOB : 1

Untuk pemenang pada uji kasus perulangan ketiga adalah Alice karena mengumpulkan barang paling banyak daripada Bob. Kemudian dilanjutkan untuk penentuan pemenang dari suatu barang dengan masukan pada perulangan kedua yang dimulai oleh Alice kembali.

Penentuan pemenang dari suatu barang dengan masukan pada perulangan kedua. Sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 50% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 130. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Kedua Barang Kedua

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:2, N:2)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 130	87 dengan H : 50%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 0 > B : 0	FALSE (0)	Hasil Penentuan 0 ⊕ 1 = 1 (TRUE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Pertukaran Jumlah Barang	A : 0	B : 0
Jumlah Barang Penawar	ALICE : 1	BOB : 0

Masih dengan masukan pada perulangan kedua yang dimulai oleh Bob, sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 50% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 120. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Kedua Barang Pertama

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:2, N:1)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 120	109 dengan L : 10%	0
	73 dengan H : 50%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 1 > B : 0	TRUE (1)	Hasil Penentuan 1 ⊕ 1 = 0 (FALSE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Hasil Akhir Jumlah Barang Penawar	ALICE : 1	BOB : 1

Untuk pemenang pada uji kasus perulangan kedua adalah Draw karena Alice dan Bob mengumpulkan barang dengan jumlah yang sama. Kemudian dilanjutkan untuk penentuan pemenang dari suatu barang dengan masukan pada perulangan pertama yang dimulai oleh Alice kembali.

Penentuan pemenang dari suatu barang dengan masukan pada perulangan pertama. Sistem akan mendapatkan semua nilai kenaikan harga penawaran dengan persentase kenaikan harga minimum dan maksimum masing-masing 10% dan 50% dari harga awal barang dan harga target barang masing-masing 100 dan 150. Kemudian sistem mendapatkan penentuan pemenang penawar yang mendapatkan barang dengan melakukan operasi bit *XOR* antara jumlah barang masing-masing penawar dengan kesempatan penawar mendapatkan barang yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Penentuan Pemenang Penawaran Kasus Uji Pertama Barang Pertama

Penentuan Semua Nilai Kenaikan Harga Penawaran (K:1, N:1)		
Harga Target Barang (T) dengan Persentase Kenaikan Harga Penawaran Barang (L / H)		Kesempatan Penawar Mendapatkan Barang (WIN)
Harga Target : 150	100 dengan H : 50%	1
Penentuan Pemenang Barang		
A : 0 > B : 0	FALSE (0)	Hasil Penentuan 0 ⊕ 1 = 1 (TRUE)
WIN	TRUE (1)	
Penentuan Pemenang Penawaran Barang		
Pertukaran Jumlah Barang	A : 0	B : 0
Hasil Akhir Jumlah Barang Penawar	ALICE : 1	BOB : 0

Untuk pemenang pada uji kasus perulangan pertama adalah Alice karena mengumpulkan barang paling banyak daripada Bob. Dan proses penentuan pemenang dari suatu barang dimulai dari barang berakhir.

Selanjutnya sistem akan mengeluarkan pemenang di setiap penawaran dalam perulangan uji kasus secara urut sesuai dengan keluaran permasalahan berikut.

Tabel 4.10 Keluaran Sistem

Alice Draw Alice

4.2.2 Uji Coba Kebenaran

Uji coba kebenaran dilakukan dengan mengirimkan kode hasil implementasi program ke situs penilaian daring *Sphere Online Judge*. Permasalahan yang diselesaikan adalah *SPOJ 27491 : Bidding Game*. Setelah mengirimkan kode sumber maka akan mendapatkan umpan balik dari Sphere Online Judge seperti Gambar 4.1 berikut.

29666729	2022-06-09 10:31:03	Bidding Game	accepted edit delete it	0.01	5.3M	C++
----------	---------------------	--------------	----------------------------	------	------	-----

Gambar 4.1 Hasil Pengujian Uji Coba Kebenaran *Bidding Game* pada Situs Penilaian *Sphere Online Judge*

RANK	DATE	USER	RESULT	TIME	MEM	LANG
1	2016-08-08 10:20:04	SourSpinach	accepted	0.00	2.6M	C++ 4.3.2
2	2020-06-10 12:12:21	Rully Soelaiman	accepted	0.00	4.4M	C++ 4.3.2
3	2022-06-09 10:31:03	daffasyarif	accepted	0.01	5.3M	C++
4	2016-07-23 11:43:09	[Rampage] Blue.Mary	accepted	1.78	3.5M	C++ 4.3.2

Gambar 4.2 Peringkat pada Situs Penilaian *Sphere Online Judge* Permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*

Dari hasil uji coba yang dilakukan kode sumber mendapatkan umpan balik Accepted. Waktu yang diperlukan program adalah 0.01 detik dan memori yang dibutuhkan program adalah 5.3 MB. Hasil uji coba diatas membuktikan bahwa implementasi yang dilakukan telah berhasil menyelesaikan permasalahan menentukan penawar yang bisa mendapatkan barang dalam lelang.

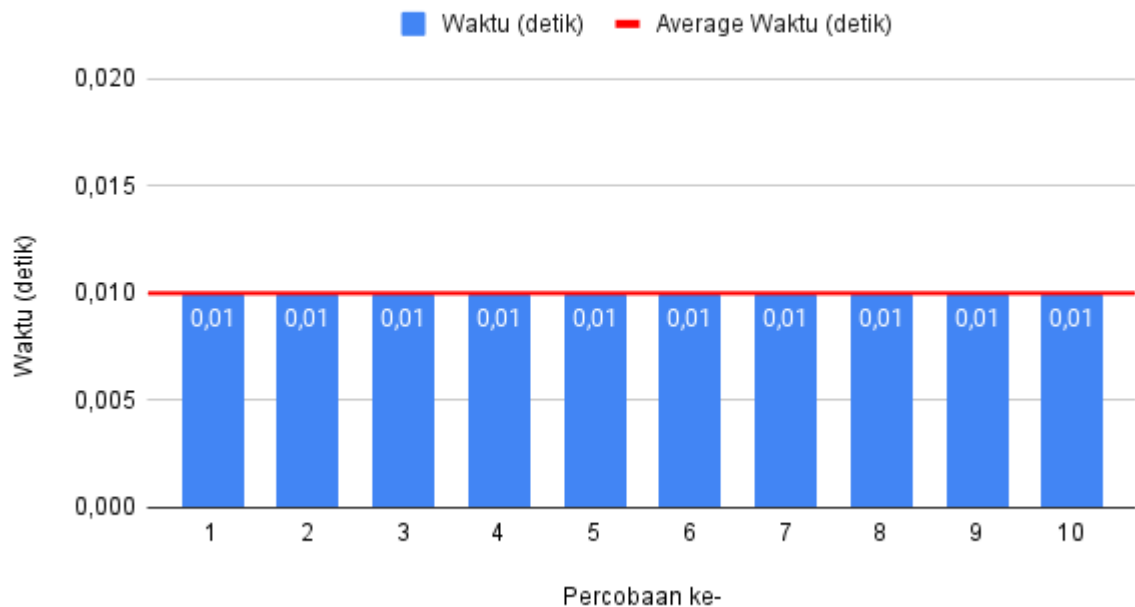
4.2.3 Uji Coba Kinerja

Setelah itu kode sumber yang sama akan dikirimkan sampai 10 kali untuk melihat variasi waktu dan memori yang dibutuhkan. Hasil uji coba dengan mengirimkan kode sumber sebanyak 10 kali dapat dilihat pada Tabel 4.11, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 berikut.

Tabel 4.11 Tabel Waktu dan Memori Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada *Sphere Online Judge*

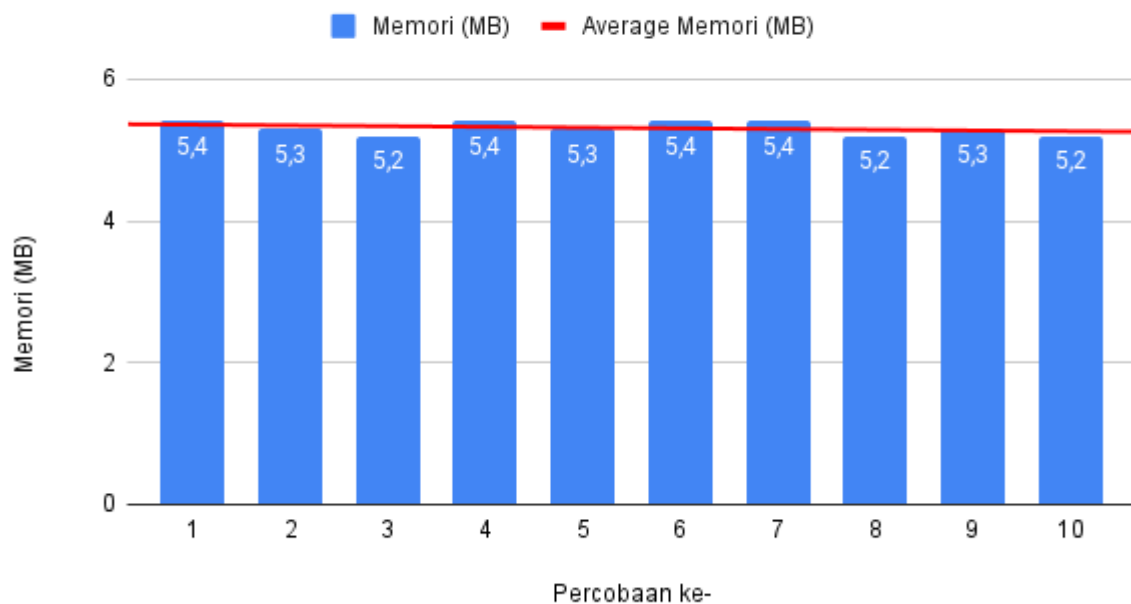
Percobaan ke-	Waktu (detik)	Memori (MB)
1	0.01	5,4
2	0.01	5,3
3	0.01	5,2
4	0.01	5,4
5	0.01	5,3
6	0.01	5,4
7	0.01	5,4
8	0.01	5,2
9	0.01	5,3
10	0.01	5,2

Waktu Hasil Uji Coba 10x SPOJ 27491 : Bidding Game



Gambar 4.3 Grafik Waktu Hasil Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada *Sphere Online Judge*

Memori Hasil Uji Coba 10x SPOJ 27491 : Bidding Game



Gambar 4.4 Grafik Memori Hasil Uji Coba Kebenaran 10 Kali pada *Sphere Online Judge*

Dari hasil uji coba kebenaran sebanyak 10 kali pada *Sphere Online Judge*, maka dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan program adalah 0,1 detik dan rata-rata memori yang dibutuhkan program adalah 5.31 MB.

4.3 Analisis dan Kesimpulan Umum

Pada subbab ini akan dijabarkan analisis umum dan kesimpulan umum dari topik yang telah dibahas sebelumnya.

Dari uji coba kebenaran yang sudah dijelaskan pada subbab 4.2 terlihat bahwa solusi yang dibawakan untuk permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* adalah benar. Dengan benarnya solusi yang ditawarkan, maka penggunaan teori game dengan operasi bit *XOR* dalam penyelesaian permasalahan terbukti benar.

Dari uji coba kinerja untuk permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* yang sudah dijelaskan pada subbab 4.2, dengan hasil uji coba yang dapat dilihat pada gambar diatas dari 10 kali pengumpulan kode berkas ke situs penilaian daring *SPOJ* didapatkan waktu yang sama 0.01 detik untuk semua pengujian serta didapatkan memori minimum 5.2 MB dan memori maksimum 5.4 MB.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari hasil uji coba yang telah dilakukan serta saran-saran tentang pengembangan yang dapat dilakukan terhadap tugas akhir ini di masa yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Dari analisis dan uji coba yang dilakukan terhadap implementasi algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* dapat diselesaikan dengan menerapkan algoritma teori game menggunakan operator bit *XOR* untuk menentukan penawar yang bisa mendapatkan barang dalam penawaran.
2. Permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* dengan batasan pada permasalahan dapat diselesaikan menggunakan pendekatan algoritma teori game menggunakan operator bit *XOR* dengan waktu 0.01 detik, memori minimum 5.2 MB dan memori maksimum 5.4 MB.

5.2 Saran

Pada tugas akhir ini tentunya terdapat kekurangan serta nilai-nilai yang dapat penulis ambil. Berikut adalah saran-saran yang dapat diambil melalui tugas akhir ini:

1. Materi yang ada pada tugas akhir ini dapat digunakan sebagai bahan riset untuk mencari optimasi yang lebih lanjut di kemudian hari.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Halim, S., & Halim, F. (2013). Game Theory. In S. Halim, & F. Halim, *Competitive Programming 3 The New Lower Bound of Programming Contests* (p. 226).
- Neloy, R. Z. (2016, July 22). *BIDGAME - Bidding Game*. Retrieved June 09, 2022, from Sphere Online Judge: <https://www.spoj.com/problems/BIDGAME/>
- Rosen, K. H. (2019). Logic and Bit Operations. In K. H. Rosen, *Discrete Mathematics and Its Applications Eight Edition* (p. 12). New York: McGraw-Hill Education.
- Singh, U. (2019, January 31). *Exploring The Game of NIM*. Retrieved June 21, 2022, from OpenGenusIQ: <https://iq.opengenus.org/game-of-nim/>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Berikut merupakan lampiran hasil uji coba kode program pada permasalahan *SPOJ 27491 : Bidding Game* sebanyak 10 kali.

29668168	■	2022-06-09 16:53:29	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.2M	CPP
29668164	■	2022-06-09 16:52:44	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.3M	CPP
29668162	■	2022-06-09 16:51:47	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.2M	CPP
29668159	■	2022-06-09 16:51:03	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.4M	CPP
29668154	■	2022-06-09 16:50:30	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.4M	CPP
29668146	■	2022-06-09 16:48:13	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.3M	CPP
29668145	■	2022-06-09 16:47:30	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.4M	CPP
29668120	■	2022-06-09 16:41:38	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.2M	CPP
29668118	■	2022-06-09 16:40:49	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.3M	CPP
29668115	■	2022-06-09 16:39:54	Bidding Game	accepted edit ideone.it	0.01	5.4M	CPP

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Muhammad Daffa' Aflah Syarif merupakan anak kedua dari lima bersaudara yang lahir di Surabaya tanggal 06 Oktober 1999. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Margorejo III Surabaya (2006-2012), MTs Negeri Rungkut Surabaya (2012-2015), MA Negeri Surabaya (2015-2018). Penulis melanjutkan studi dengan berkuliah pada program sarjana (S-1) di Departemen Teknik Informatika ITS. Selama kuliah di Teknik Informatika ITS, penulis mengambil bidang minat Algoritma dan Pemrograman (AP) sekaligus menjadi bagian dari admin laboratorium Algoritma dan Pemrograman (ALPRO). Selain itu, penulis pernah menjadi asisten dosen untuk beberapa mata kuliah seperti Dasar Pemrograman, Struktur Data, Analisis & Perancangan

Sistem Informasi, Program Komputer, Manajemen Proyek Perangkat Lunak, Probabilitas & Statistika, Pemrograman Berbasis Kerangka Kerja, Rekayasa Kebutuhan, Teori Graf & Otomata. Penulis juga memiliki ketertarikan dalam dunia desain yang mendorong penulis mengikuti Program Kementerian Pendidikan & Kebudayaan yaitu Magang Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kampus Merdeka Batch 2 di perusahaan Skilvul secara daring sebagai UI/UX Designer. Selain itu, ketertarikan dalam dunia desain juga membuat penulis pernah menjadi anggota Tim Desain Logo Informatika ITS. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan diantaranya sebagai staf Kaderisasi & Pemetaan Mahasiswa (KDPM) HMTC “MEMBARA” ITS serta menjadi ketua HMTC “PROGRESIF” ITS. Selain aktif dalam organisasi, penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan diantaranya sebagai staf Branding ITS OPEN BADMINTON ITS pada tahun 2019, staf Publikasi Offline Humas Schematics pada tahun 2019, staf Surveyor GERIGI ITS pada tahun 2019, Ketua CAMPUS EXPO MAN Surabaya pada tahun 2019, serta Kepala Distrik Mentor GERIGI ITS pada tahun 2020. Saat ini penulis sedang menjalankan bisnis Huwaydaa Wedding Planner sebagai Direktur dan juga menjadi pengajar privat dan Al-Qur'an di TPQ Al Muhajirin. Jika ada hal yang ingin disampaikan mengenai kritik dan saran dalam penulisan buku ini dapat menghubungi melalui surel di daffaafiah6@gmail.com.