**#**

## CHAPTER I

## **INTRODUCTION**

#

#

This research is about the creation of a stock portfolio optimization model that leverages machine learning algorithms to perform financial time-series prediction. This introduction chapter states the motivation, problem statement, objectives of the research, and expected benefits.

**1.1 Motivation**

The motivation for implementing a portfolio optimization model is to have it generate a trading strategy which is profitable, and to suggest a portfolio that is optimal by meeting the specified optimality criteria given by the investor.

Investment decisions routinely involve trade-off and uncertainty. Portfolio-approach to investment promotes diversification to reduce uncertainty by spreading the risk across several securities. Building a portfolio means deciding which security to include in the portfolio and for each security how much capital to allocate. Portfolio theory is a well-established practice in economics and finance, with practical application and theoretical importance in both the industry and academia. A Nobel prize was awarded in 1990 to H.M. Markowitz, M. Miller, and W.F. Sharpe for their work on Modern Portfolio Theory.

Portfolio optimization process is challenging as the process requires advanced calculations and a complex set of data. There have been many quantitative models developed over the years, and yet the problem remains open because the financial market is always evolving. In general, portfolio selection and portfolio optimization processes can be computationally intensive[1], therefore these processes require work to be done by computer in order to compete in the market. Advances in computational techniques (optimization) and machine learning (prediction) have potential to be applied in the problem of portfolio optimization, and their concrete implementation for the problem can provide insights into these adopted technologies or may create innovation that is applicable to other fields.

#

#

**1.2 Problem Statement**

An optimal portfolio is the portfolio that has maximum return while having minimum variance and subjecting to other constraints such as investor preferences and regulatory requirements.

Selecting the asset weights for the portfolio when the return and the variance of each asset is known for all of assets in the investment universe can be solved using several optimization methods. However, estimating the return and the variance for the assets in the future time, framing as a time-series prediction problem, is still an open research problem. In this research we choose to work on financial time-series forecasting problems with the final goal to build an asset returns model from machine learning techniques, and to apply the model to help construct a stock portfolio.

The portfolio optimization model provides representation and encodes relationships of the environment in which the modelled process operates. In this study we limit process model to the following aspects:

1. Only three optimality criteria for the portfolio are specified:

a. Minimum-variance portfolio

b. Maximum return portfolio, with respect to the return in excess of risk-free rate of return

c. Maximum return portfolio, with respect to level of acceptable level of variance

2. Only two time-horizon of investments are considered:

a. Present-time: what are the trades to execute now, given existing historical data.

b. Future-time: what are the trades to execute now, given a forecast about the future has been made.

#

**1.3 Objectives of The Project**

Portfolio optimization scenario in this study implements solutions to the two following subproblems:

A. Portfolio Selection problem:

Given expected returns and variance of each security in the investment universe, how much capital should be allocated to each of the securities so that the selected portfolio is optimal by meeting the investment objective of minimizing expected variance or maximizing expected return for a given expected variance?

B. Stock Prediction problem:

Given historical time-series of stock data, market index, and risk-free interest rates, what is the expected return or expected variance of the stock for next day, next week, and next month?

#The final goal of the research in portfolio optimization is to create a trading strategy that produces an optimal portfolio. With trading strategy defined procedurally and having its inputs obtained by automated means, the end product can be used in an algorithmic trading system.

#

#

**1.4 Scope of the Project**

The goal of this project is to create a portfolio optimization model that uses a combination of machine learning and statistical analysis to develop a trading strategy. This trading strategy is then evaluated with a historical dataset collected during the research.

The investment universe considered in this study solely focuses on Thailand. The securities and assets are those listed in the Stock Market of Thailand or issued in Thai Baht denomination during the period between 2014 and 2020.

The output product is an application program which provides a tool for running the portfolio optimization model created against the historical dataset.

#

#

**1.5 Expected Benefits**

From this research it is hoped that the results can provide more insights into the behavior of the stock market of Thailand from a data analytics perspective. During the period of the research, the market was volatile and it is an opportunity to evaluate how available tools and techniques can help researchers and practitioners in such situations.

For computer science contribution, this research hopes to examine and improve understanding of machine learning algorithms and techniques for financial time-series forecasting and prediction.

The trading strategy created, if proven profitable and robust, may be adopted by the industry.

#

#

**1.6** **Organization of the Document**

This document is organized in the following chapters:

Chapter 1 - Introduction: This chapter provides introduction and motivation of this research. It includes problem statements, objectives of the project, scope, and expected benefits.

Chapter 2 - Background: This chapter contains fundamental knowledge related to this research, background information about theories and techniques referenced, and review of literature and related works.

Chapter 3 - Analysis and Design: This chapter contains the design and specification of the proposed solution.

Chapter 4 - Implementation: This chapter documents the proposed system and solution in detail. It includes design decisions, documentation of the system implementation, experiment setup.

Chapter 5 - Experimental results - TBD

Chapter 6 - Conclusion - This chapter includes

**#**

**ใช้ตัวอักษร Times New Roman**

**ขนาด 10 points**

**เว้น 1 บรรทัด**

**การกำหนดหัวเรื่องเลขหน้า**

**(หน้าที่เป็นเลขคี่ )**

**มุมซ้าย พิมพ์คำว่า**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล**

**มุมขวา พิมพ์ ชื่อย่อปริญญาที่ได้รับ**

**และสาขาวิชาในวงเล็บ**

**และให้ใช้เครื่องหมาย / คั่น**

**โดยเว้น 1 ช่วงตัวอักษร**

**ก่อนและหลังเครื่องหมาย /**

**ใช้ตัวอักษร Times New Roman**

**ขนาด 10 points**

**หน้าที่มีเลขลำดับหน้า เป็นเลขคี่**

**3.75 cm.**

**2.5 cm.**

## CHAPTER II

## MATERIALS AND METHODS

* 1. **ใช้ตัวอักษร Times New Roman**
  2. **ขนาด 14 Points ตัวหนา**

#

**ใช้ตัวอักษร**

**Times New Roman**

**ขนาด 14 Points ตัวหนา**

**ระยะบรรทัดเป็น 1.5 line**

#

Phasellus est nisi, feugiat vel lacus at, semper tempor ex. Nulla egestas turpis nec nibh ullamcorper imperdiet. Sed non nibh a justo auctor efficitur. Donec a enim aliquet, cursus sem sit amet, pellentesque est. Nam non consequat leo, non aliquet leo. Pellentesque rhoncus ligula eget massa finibus mollis. Pellentesque tincidunt quam vitae massa auctor, quis laoreet nunc efficitur. Ut vitae porta ligula.

Vivamus bibendum odio in leo pretium, ac accumsan ante facilisis. Nulla mollis ut mi quis pretium. Ut vitae neque vitae tortor mollis vulputate vel sit amet nulla. Vestibulum dapibus, felis vel varius malesuada, velit mi convallis nunc, mollis iaculis tellus odio at justo. Cras aliquet sollicitudin ligula. Integer viverra felis eget sagittis condimentum. Cras vitae rutrum arcu. Aliquam erat volutpat. Curabitur a mi quam. Phasellus accumsan vitae erat vitae laoreet. Etiam et egestas justo. Fusce in metus dui. Sed eu mi ut lacus varius faucibus.

Donec a interdum libero, ut luctus arcu. In elementum quam tortor, id mollis augue elementum eget. Vivamus vulputate elementum venenatis. Aenean consectetur, sapien vel fermentum porttitor, ex arcu pulvinar est, vel aliquam nisi sem quis magna. Quisque quis metus lacus. Praesent quis mattis lacus. Curabitur nec erat neque. Pellentesque cursus maximus erat sed imperdiet. Vivamus aliquam nisl laoreet ipsum mollis, id pulvinar mauris euismod. Proin ornare lorem in dignissim ornare. Ut molestie urna faucibus sapien viverra, eleifend facilisis lorem semper. Etiam posuere ipsum eu rutrum consequat. Etiam in dolor bibendum, vestibulum tellus id, feugiat augue. In nunc metus, interdum ut enim sit amet, luctus dapibus sapien.

Nam at leo quis sapien aliquet convallis non ac purus. Proin volutpat justo eu felis elementum congue. Nulla rhoncus tellus quis laoreet malesuada. In at elementum libero, et feugiat eros. Etiam et mollis nisi. Proin vitae elit accumsan, tincidunt nibh a, ornare est. Cras ante dui, vulputate vitae urna vel, iaculis venenatis lorem. Integer nec risus diam. Integer hendrerit tortor a dignissim facilisis. Cras vel nulla dignissim, auctor orci a, maximus ipsum. In ut risus pulvinar, pulvinar elit vitae, ultrices nibh. Ut ipsum velit, dapibus sit amet sodales sed, laoreet et mi. Morbi a euismod ex, a facilisis magna. Ut et ex scelerisque, pulvinar ligula sagittis, suscipit velit. Quisque ut mi eu sem tincidunt volutpat.

Fusce rutrum malesuada dolor, quis sodales sapien rutrum vel. Vestibulum ullamcorper nibh urna, placerat bibendum tellus hendrerit quis. In mollis neque lacus, eu posuere augue hendrerit vitae. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Quisque maximus libero quis velit malesuada, nec viverra diam dignissim. Vivamus placerat euismod turpis in venenatis. Nulla et venenatis nisl, eget aliquet nunc. Mauris dapibus lacus sapien. Curabitur tincidunt tincidunt arcu scelerisque sodales. Nam condimentum rutrum justo, at pharetra justo volutpat a. Suspendisse in interdum sem. Vivamus tellus quam, facilisis in neque quis, auctor semper ligula.

Nullam sem purus, elementum nec justo vel, fermentum imperdiet eros. Nullam egestas massa quis velit pulvinar, aliquam lobortis risus blandit. Mauris viverra sem nec bibendum elementum. Ut vitae nulla aliquam, volutpat libero vestibulum, pharetra velit. Aliquam aliquam maximus nulla et eleifend. Donec gravida neque vel dui mattis laoreet. Duis mollis nisi at vulputate dapibus. Donec a mi ex. Aenean sed cursus risus. Vivamus suscipit eu purus non vulputate. Nunc venenatis arcu et arcu pulvinar venenatis facilisis quis enim.

Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Maecenas felis nulla, sollicitudin facilisis turpis nec, condimentum pellentesque mauris. Nulla tempor ultricies elementum. Morbi id enim ligula. Aliquam elementum nibh nisl, eget eleifend leo dictum eu. Nam in ligula tempus, convallis dui id, fermentum quam. Cras placerat consectetur dui, non faucibus lorem aliquet eget. Donec ac nibh nec felis lobortis consequat quis quis lectus. Fusce accumsan tellus sem, a iaculis nulla aliquam non. Mauris id est nec justo bibendum sodales nec a neque. Phasellus luctus vestibulum dui, quis vehicula libero tempor nec. Nam malesuada lorem ut nisl lacinia facilisis. Aliquam a euismod nisi. Ut non scelerisque lacus. Praesent lobortis nunc a urna consectetur vehicula.

Vivamus pellentesque ligula non lacus vestibulum, quis tempus leo finibus. Donec laoreet bibendum quam id efficitur. Donec eleifend nisi ipsum. Ut ut nisl ac nibh ultricies eleifend. Curabitur venenatis a sapien ut molestie. Suspendisse sed porta dui. Aenean vitae purus ligula. Nulla a auctor mi. Etiam ac bibendum tortor. Morbi vitae malesuada lacus, sit amet fringilla purus.

Mauris eu ultrices nunc, nec congue purus. Nullam nisl neque, gravida eu elementum vitae, tincidunt nec neque. Vivamus mollis metus sit amet sodales bibendum. Vivamus porta fringilla feugiat. Aliquam rhoncus augue non dui ullamcorper congue vel id sapien. In hac habitasse platea dictumst. Sed malesuada eget purus ut aliquet. Etiam aliquam, ex ut iaculis egestas, purus tortor commodo velit, sed ullamcorper enim est congue ipsum. Mauris sodales pellentesque scelerisque. Duis nisi nibh, convallis at dui sed, dapibus finibus eros. Vivamus eu quam facilisis, malesuada diam ac, viverra dolor. Nulla sit amet sollicitudin diam. In dictum diam nec pellentesque aliquet.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean fringilla sem facilisis tristique mollis. Integer diam risus, vestibulum ac mollis quis, convallis sit amet metus. Fusce in nisl porta, mattis ligula sit amet, ultrices nulla. Cras tincidunt felis sed massa luctus commodo eu eget tellus. Suspendisse non interdum ipsum. Suspendisse tincidunt sagittis erat a euismod. Donec eget urna non ligula varius auctor eu ac mi. Etiam tempor ligula urna, id auctor nunc tempus id. Duis elementum nisi vitae quam consequat blandit. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Quisque pellentesque accumsan felis, tristique ullamcorper ligula efficitur sed. Pellentesque porttitor, massa vitae laoreet ornare, elit massa volutpat nisl, quis vehicula risus sapien vel leo.

Suspendisse non ullamcorper tortor. In iaculis lectus tortor, id facilisis erat accumsan eu. Nam pulvinar iaculis viverra. Fusce elementum, est finibus pretium aliquet, quam dolor porta odio, ac finibus nunc urna sit amet urna. Morbi vitae augue fringilla, tincidunt eros ac, consectetur libero. Pellentesque tincidunt erat turpis, a imperdiet lectus condimentum vel. Vivamus vitae leo pulvinar felis venenatis hendrerit nec iaculis mauris. Donec nec erat congue, vehicula quam nec, venenatis magna.

Nulla commodo enim quis ex convallis lacinia. In hac habitasse platea dictumst. Nullam in vehicula felis. Sed magna mauris, consectetur ut facilisis quis, rutrum lobortis sem. Curabitur condimentum aliquam nunc in interdum. Aenean gravida hendrerit arcu eu tempor. In tristique vel risus in dignissim. Nunc sit amet pulvinar ante. Integer dictum elit nisi, in porttitor metus efficitur ut. Nullam eleifend risus ut varius lacinia.

Sed imperdiet justo in libero vulputate, ut consequat quam imperdiet. Suspendisse et tristique massa. Morbi eu felis condimentum, posuere eros vel, cursus sem. Maecenas pretium neque tempus tellus ullamcorper, eget faucibus libero dictum. Sed commodo non nisl ac ornare. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Morbi tempus nunc et velit efficitur, in facilisis purus efficitur. Fusce dapibus elementum neque, ut vestibulum nisi consectetur non. Sed nibh felis, euismod et venenatis sit amet, suscipit ut purus. Nunc ut lacus et est sagittis aliquam sed ac sem. Vestibulum eget lobortis ex. Quisque quis semper urna.

Curabitur nec scelerisque est, ac pretium sapien. Proin dignissim libero nisi, ac pellentesque nulla sollicitudin quis. In hac habitasse platea dictumst. Duis aliquet eleifend nisl. Nulla eu imperdiet lacus, eu hendrerit justo. Duis ultricies ex quam, sed luctus lectus bibendum non. Sed a cursus ex. Ut imperdiet feugiat ante ut viverra. Integer eu venenatis felis. Fusce iaculis metus quis arcu dignissim commodo. Praesent tincidunt tempor ex, non semper sem lobortis vitae. Nunc rutrum ultrices lacus. Vestibulum euismod est eu blandit fringilla.

Nunc eget nulla fringilla, blandit lectus quis, accumsan urna. Pellentesque nec viverra orci. Praesent eu augue velit. Aliquam vitae erat ut massa fringilla ornare nec eu est. Praesent tellus diam, laoreet at elementum ac, imperdiet vitae magna. Duis sed diam ut ligula hendrerit maximus. Phasellus ipsum urna, ultricies non mauris sed, mollis gravida orci. Nam ut lectus commodo, vulputate est vitae, egestas mauris. Nullam euismod mauris vel sapien ornare, at dignissim risus posuere. Sed iaculis neque nulla, vel scelerisque nunc semper eu. Nulla et suscipit dui, eget maximus felis. Morbi accumsan purus et scelerisque sollicitudin. Donec rutrum ligula lectus. Maecenas accumsan lectus orci, eget consequat lacus volutpat eget. Praesent et turpis blandit, fermentum nibh et, iaculis dui. Duis iaculis fermentum cursus.

Phasellus suscipit interdum mi, ut dictum purus venenatis efficitur. Nam sed facilisis augue. Donec facilisis cursus lorem, in laoreet mi laoreet sit amet. Curabitur quis pellentesque justo, nec placerat nisl. Pellentesque nec eros sapien. Cras sit amet massa nunc. Duis porta massa ac tortor tincidunt iaculis. Mauris felis nunc, scelerisque vel euismod sed, commodo pharetra est.

Proin elit quam, imperdiet nec mauris et, pulvinar tristique arcu. Aenean nec gravida orci. Etiam id augue risus. Fusce efficitur aliquam ex sit amet malesuada. Donec ut tellus quis nisl ullamcorper cursus. Sed sagittis, tortor at aliquet tincidunt, nisl leo bibendum odio, quis ullamcorper libero augue quis est. Aliquam erat volutpat. Donec dolor lectus, tempus nec tempor a, tristique nec tellus. Curabitur eget sollicitudin dolor. Phasellus tincidunt arcu et lectus ornare vehicula. Praesent tincidunt dolor quis aliquam convallis. Sed sed dignissim lorem, ut eleifend urna. Nulla interdum urna in arcu sodales ultricies. Curabitur odio ante, laoreet quis congue ut, pulvinar maximus justo. Pellentesque posuere tristique nisl at consectetur. Nulla facilisi.

Curabitur magna dolor, sagittis at finibus eu, cursus in nisi. Nulla sed ornare lorem, et sollicitudin odio. Proin aliquam, odio sed fringilla scelerisque, purus mauris lacinia lorem, id pharetra felis orci eget neque. Aenean viverra varius sem, et rhoncus elit hendrerit at. Quisque venenatis tempus congue. Ut ut eros a sem fringilla volutpat. Sed sodales ac leo ut convallis. Duis semper eget augue eget suscipit. Donec elit mauris, convallis quis lacus nec, dapibus sollicitudin ante. Vestibulum et porta sem, finibus ullamcorper magna. Suspendisse imperdiet tempus nunc, eget auctor mauris rhoncus et. Sed vel sapien ac magna egestas dapibus ut et diam. Quisque hendrerit sit amet leo eget auctor.

Mauris aliquet eu justo et congue. Donec ornare lectus mauris, vitae fermentum nisl ultrices vel. Aliquam erat volutpat. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Fusce cursus accumsan tellus a varius. Morbi gravida eu ante eget scelerisque. Aenean aliquam quam nec diam ultrices cursus. Praesent feugiat ut odio sit amet finibus.

Pellentesque cursus sed nulla quis vehicula. Cras lacinia lacus id orci pretium ullamcorper. Etiam eu consectetur lacus, sed fermentum orci. Etiam vitae imperdiet justo, ut malesuada dolor. Nulla vestibulum, enim non volutpat bibendum, massa sem aliquam purus, id porttitor urna nisl eget tortor. Etiam porttitor euismod nunc, at tincidunt purus efficitur nec. Nulla facilisi. Suspendisse potenti. Donec non elit molestie, iaculis est ac, malesuada sem.

Curabitur ac neque eget nunc pretium lacinia a a eros. Sed in sagittis nulla, vel pretium lacus. Suspendisse ultrices ultricies massa, sed tempus metus faucibus quis. Suspendisse rhoncus diam eu dapibus pretium. Sed nec efficitur risus. Etiam tempus sapien malesuada pellentesque eleifend. Nullam hendrerit orci sed nibh sodales, sit amet tincidunt ipsum efficitur.

Nunc id efficitur augue. Cras vehicula sollicitudin purus. Cras dapibus sagittis tincidunt. Duis tincidunt pellentesque magna vitae tincidunt. Ut blandit ac justo ac aliquam. Vivamus non magna sed velit rutrum convallis. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Sed tempus ultricies eleifend. Praesent fringilla arcu sit amet turpis tincidunt, ac viverra enim aliquam. Suspendisse potenti. Suspendisse non orci quis nulla bibendum consectetur. Donec ornare nulla sed lectus consectetur, ut dignissim risus euismod. Mauris mi ligula, eleifend non est elementum, pulvinar egestas nulla. In non egestas eros, non scelerisque dui. Aenean augue lectus, imperdiet vel pulvinar quis, feugiat vel nisi.

Vivamus eu dui nec nisl vulputate convallis sed et nisl. Nulla sagittis egestas tincidunt. Cras iaculis ipsum at diam consectetur pellentesque. Nulla tortor risus, feugiat quis efficitur id, sollicitudin eget ex. Nulla ornare, dolor in porttitor cursus, dui massa suscipit elit, sit amet finibus ipsum magna et dolor. Etiam euismod risus pulvinar libero porta, id porttitor lorem fringilla. Vestibulum convallis suscipit semper. Sed non mauris hendrerit, sagittis ligula id, dignissim elit. Nam at nunc eu dui gravida rhoncus nec nec mi. Donec augue est, pretium et ante ut, molestie ullamcorper dolor. Donec tincidunt, risus at dignissim tristique, arcu nisl dignissim lorem, fringilla elementum leo risus at nunc. Integer varius lorem non mollis pellentesque. Donec non odio in risus luctus aliquet.

Phasellus aliquam sit amet sem id faucibus. Suspendisse faucibus ante erat, at pulvinar neque laoreet eleifend. Vivamus eleifend bibendum neque. Mauris ligula libero, interdum a nunc et, tincidunt bibendum velit. Donec ut nisl vel urna finibus malesuada eu ac turpis. Nam et urna sed massa tempus suscipit. In et hendrerit mauris. Aliquam dui neque, congue et orci eget, sollicitudin efficitur tellus. Maecenas pulvinar ipsum quis erat tristique tincidunt. Sed scelerisque ex id nulla luctus venenatis. Pellentesque id eros ipsum. Nullam dapibus nisl tortor, ac viverra sapien mollis sit amet. Aenean porta vel dolor eu ultrices.

Nullam rhoncus ipsum id nisi pellentesque, in sodales lorem porta. Morbi eget porttitor leo. In vestibulum, magna eget faucibus aliquet, risus dolor blandit sapien, ac mattis mauris ante vel ipsum. Donec id efficitur dolor. Duis ac ante erat. Maecenas fringilla convallis leo vel varius. Phasellus mollis neque ac lorem malesuada, a pellentesque lorem posuere. Phasellus felis sem, suscipit sed efficitur id, tristique ut libero. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Morbi feugiat nisi in nisi tempus, id cursus turpis pretium. Ut elementum interdum quam eget ultrices. Etiam vitae turpis tincidunt, placerat mauris eu, elementum nisl. Donec non elementum purus. Sed sed erat in lectus lacinia mattis sit amet non turpis. Vestibulum augue metus, tempus id tortor a, sagittis viverra lorem. Aliquam erat volutpat.

Donec et feugiat massa. Sed et eros ut dolor faucibus rhoncus. Fusce fermentum mauris a dictum mollis. Nam dictum est massa, vitae porttitor est tincidunt vel. Mauris mollis nec leo sit amet placerat. Nullam fringilla pretium congue. Sed quis magna eu risus cursus placerat.

Nullam sed euismod nunc, eget aliquet neque. Curabitur eu ullamcorper elit. Duis aliquet tincidunt magna eget sollicitudin. Praesent ac cursus ex, a cursus metus. Aenean porta tellus nunc, sed congue enim euismod sed. Curabitur iaculis, neque id dignissim aliquet, diam elit tincidunt nisi, vitae vehicula turpis neque porta tortor. Donec mattis, lacus sit amet vulputate vestibulum, tortor orci lobortis erat, sed tristique sem purus id felis. Aenean sit amet rutrum elit. Aenean ut porttitor enim. Vestibulum ac rutrum lectus. Mauris suscipit orci ligula, et cursus enim ullamcorper blandit. Nunc elementum cursus viverra. Donec in risus eget orci lacinia facilisis. Nullam ac magna vitae est vehicula fermentum ut luctus massa. Nunc ac metus suscipit, rutrum nisl id, dictum nibh. Curabitur ac augue et leo finibus pharetra.

Fusce hendrerit, nulla sed luctus interdum, sem odio mattis sem, at porta purus nisi at sapien. Curabitur facilisis lectus nec libero luctus, sed lobortis lacus gravida. Praesent interdum, libero in scelerisque mollis, ante orci cursus ante, a rutrum risus quam sit amet ligula. Morbi eget est non felis lacinia malesuada eu nec lectus. Nunc vitae metus fermentum, dictum sapien vitae, facilisis ante. Phasellus sollicitudin lacinia egestas. Maecenas in justo sit amet mi maximus lobortis vitae vitae metus. Aliquam nunc lectus, imperdiet ac fermentum a, eleifend ac quam. Curabitur eget varius mauris.

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Nunc egestas sem convallis sapien finibus porta. Nam pharetra massa in mi dictum pretium. Pellentesque in elementum velit. Maecenas sed tortor purus. Mauris nec felis facilisis, scelerisque purus vitae, ultrices odio. Fusce quis laoreet libero.

Pellentesque congue augue arcu, in elementum quam cursus sit amet. Aenean auctor vel nisl quis rhoncus. Etiam sit amet viverra purus. Phasellus lectus metus, cursus id finibus ut, molestie a purus. Morbi et ligula in enim aliquet auctor vel non ipsum. Integer turpis urna, semper ut laoreet ut, suscipit non nisl. Donec venenatis dolor vel augue pharetra, vel lacinia odio imperdiet. Phasellus malesuada velit vitae urna tempor, vel bibendum nisi vehicula. Integer tempus eget purus quis ornare. Quisque urna lorem, posuere vitae pharetra vel, egestas ac leo. Sed consectetur ligula sem, ut consequat felis maximus non. Morbi ex lacus, finibus quis vestibulum quis, imperdiet non massa. Cras eu pretium erat, ac porttitor mauris. Vivamus in vulputate lectus. Duis semper, velit eu gravida ultricies, lacus velit finibus felis, eu aliquet augue arcu sed felis. Vestibulum facilisis ultrices dictum.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Pellentesque vitae vestibulum lacus. Vestibulum porttitor, arcu id tempus egestas, lectus velit accumsan quam, nec tristique nibh dui nec quam. Duis ornare purus in odio iaculis cursus. Fusce imperdiet augue quis ipsum volutpat, sed accumsan ipsum venenatis. Sed non pharetra arcu. Curabitur fermentum nisl accumsan massa congue rhoncus eleifend a lacus. Proin ac urna pretium, tincidunt risus vitae, elementum mi.

Aliquam et enim cursus, commodo sapien sed, sagittis dui. Morbi non elit mi. Sed iaculis accumsan magna nec bibendum. Suspendisse congue pretium quam, vel interdum quam sollicitudin at. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam elementum nulla ac mauris venenatis, quis aliquet tortor malesuada. Nulla facilisi. Nam varius condimentum libero, sed lobortis nibh porttitor eu. In sit amet dictum orci. Praesent nec maximus nisl. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Fusce at bibendum nulla. Fusce sed finibus leo.

**#**

**ใช้ตัวอักษร Times New Roman**

**ขนาด 10 points**

**เว้น 1 บรรทัด**

**การกำหนดหัวเรื่องเลขหน้า**

**(หน้าที่เป็นเลขคี่ )**

**มุมซ้าย พิมพ์คำว่า**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล**

**มุมขวา พิมพ์ ชื่อย่อปริญญาที่ได้รับ**

**และสาขาวิชาในวงเล็บ**

**และให้ใช้เครื่องหมาย / คั่น**

**โดยเว้น 1 ช่วงตัวอักษร**

**ก่อนและหลังเครื่องหมาย /**

**ใช้ตัวอักษร Times New Roman**

**ขนาด 10 points**

**หน้าที่มีเลขลำดับหน้า เป็นเลขคี่**

**3.75 cm.**

**2.5 cm.**

## CHAPTER I

## MATERIALS AND METHODS

* 1. **ใช้ตัวอักษร Times New Roman**
  2. **ขนาด 14 Points ตัวหนา**

#

**ใช้ตัวอักษร**

**Times New Roman**

**ขนาด 14 Points ตัวหนา**

**ระยะบรรทัดเป็น 1.5 line**

#

Vestibulum pharetra iaculis neque sit amet blandit. Integer at volutpat turpis, vitae vulputate dolor. Etiam eu diam vel neque volutpat finibus eget vel ligula. Nullam sed dui in velit dapibus rutrum. In porttitor leo at sapien sollicitudin, ut molestie ex tristique. Sed at euismod nulla. Donec ut leo magna. Quisque imperdiet finibus felis id lobortis. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Proin tincidunt iaculis ipsum vitae faucibus. Praesent dignissim leo non diam mollis iaculis. Nulla in mattis augue, at malesuada ex. Morbi dapibus congue sagittis. Proin ut scelerisque dui. Aliquam varius mollis vestibulum.

Sed auctor elementum lectus non dictum. Integer tempus quam est, sed maximus odio interdum quis. Nunc eu rhoncus est. Quisque felis quam, scelerisque ut massa ac, tristique vestibulum purus. Fusce ultrices ligula ut varius ultrices. Fusce ac feugiat mi, nec elementum tortor. Phasellus sit amet auctor ligula, sed venenatis tellus.

Quisque vel viverra arcu, eget fringilla massa. Donec eleifend enim neque, vel pretium mauris tristique a. Duis et magna eget nunc lobortis sodales ac eget erat. Integer at pretium nulla, eu rutrum metus. In hac habitasse platea dictumst. Fusce gravida id erat eget fermentum. Mauris ac pulvinar odio. Praesent ornare, mauris eu iaculis porta, eros ligula sollicitudin ex, non suscipit metus nunc eu ligula. Nam at ligula dui. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Aliquam luctus dictum accumsan. Donec dignissim lorem id arcu tempus bibendum. In faucibus ex ante, non pellentesque nisi dignissim nec. Donec efficitur diam ut lorem posuere, vel lacinia ligula porta. Morbi pharetra sodales sagittis. Sed lobortis, ex eu porttitor volutpat, massa massa rutrum urna, vitae porttitor ex ex molestie ligula.

Vestibulum sit amet mi urna. Etiam sollicitudin eu sapien sit amet commodo. Mauris sagittis augue enim, ut efficitur sem efficitur ut. Fusce quam sapien, consequat non dolor vel, bibendum rutrum arcu. In consequat tincidunt quam, in hendrerit neque hendrerit a. Vivamus quam massa, sodales sed euismod eu, lobortis sed turpis. Morbi aliquet vel elit sed scelerisque. Vivamus aliquam dui ut ante interdum tristique eu eu nulla. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Ut ligula elit, posuere vitae sem at, porta lacinia risus. Nam efficitur eget neque vel dictum. Suspendisse ligula dolor, laoreet sit amet auctor at, consequat sit amet ex. Praesent vitae urna sed eros condimentum eleifend. Sed fringilla orci urna, nec suscipit dui tristique sit amet. Cras vehicula cursus lorem quis egestas.

Proin tristique, risus quis pharetra lobortis, eros tellus posuere tortor, ut tincidunt enim ligula et dui. Nam pretium erat et tristique iaculis. Sed quis libero quis lorem tempor feugiat. Proin imperdiet auctor maximus. Nunc tincidunt et est sit amet lacinia. Nullam augue neque, varius eu porta at, finibus eget felis. Nulla bibendum commodo varius. Curabitur vehicula neque neque, non rutrum ante dictum egestas. Vivamus congue feugiat odio, malesuada auctor felis blandit ac. Pellentesque quis nisi a leo bibendum congue. Integer nibh ipsum, lobortis eget ornare in, aliquet quis arcu. Phasellus vel posuere nisi. Integer ut metus tincidunt, ornare mi a, gravida dolor. Donec at erat erat. Proin et nisi nibh.

Suspendisse potenti. Mauris pharetra varius odio, vel fermentum arcu rhoncus et. Aenean ac tortor ex. Aenean laoreet tincidunt condimentum. Proin lacinia sit amet turpis varius luctus. Fusce maximus sem eu efficitur tincidunt. Nunc ut dolor imperdiet, sollicitudin ipsum ac, tincidunt urna.

Curabitur efficitur consectetur mauris, id eleifend lorem pharetra a. Vivamus hendrerit dapibus neque sit amet sagittis. Vestibulum viverra in odio id tempus. Nam vel orci lacus. Cras eget elementum lorem, quis facilisis metus. Quisque ac tempus turpis, in pellentesque felis. Vivamus sagittis facilisis elit non congue. Vestibulum sed eros massa.

Nam ac fermentum massa, eget gravida urna. Quisque nec dui non elit laoreet efficitur vitae sit amet elit. Sed dignissim urna varius eros auctor, in imperdiet ante cursus. Mauris sed ante massa. Proin eu laoreet ipsum. Cras sed velit pellentesque, tempus ipsum id, consectetur purus. Integer commodo sagittis eros, sed tempor eros viverra sit amet. Nullam consequat vitae leo eget accumsan. Sed malesuada sodales magna at mollis. Maecenas fermentum turpis nulla, ut vehicula nunc dapibus vel. Donec in est varius, eleifend augue in, tincidunt elit. Nullam at blandit quam, id aliquam urna. Etiam hendrerit mauris vel convallis bibendum. Nullam interdum lacinia lacus, et facilisis nunc facilisis vitae. Curabitur euismod risus vel felis egestas bibendum.

Nullam aliquam lectus eu bibendum sollicitudin. Vivamus rhoncus eu lectus vitae viverra. Vestibulum non lorem nec magna facilisis mattis. In semper risus sit amet odio consequat posuere. Donec justo sem, euismod vel dictum quis, suscipit eu felis. Quisque elit ante, euismod efficitur porta vitae, porttitor a lectus. Praesent nisi dolor, tincidunt et odio eu, facilisis maximus lacus. Praesent sem tortor, lacinia eu tempus nec, scelerisque quis quam. Nam vitae velit ut lorem sodales dapibus a nec odio. Aenean a lectus ipsum. Nulla egestas, augue sed sollicitudin bibendum, augue augue aliquam neque, elementum euismod mauris enim elementum lorem. Maecenas sit amet urna sit amet lacus mollis facilisis.

Nulla facilisi. Aliquam faucibus nibh quis sem vestibulum scelerisque. Proin ex nisl, gravida vitae nibh quis, lobortis egestas quam. Etiam fringilla hendrerit odio eget pretium. Vivamus imperdiet enim ac nisl feugiat iaculis. Nullam efficitur ullamcorper aliquet. Curabitur finibus felis quis dignissim condimentum. Aenean at tristique est. Nunc at orci ante. Nulla ut neque ut erat dapibus congue sit amet a nisi. Mauris vel volutpat nibh. Nam imperdiet libero vel neque dapibus tincidunt. Suspendisse at elementum purus. Nulla sit amet auctor leo, et tincidunt lacus.

Proin vestibulum orci sed aliquet porta. Morbi id purus elit. Nam vel gravida nisl. Integer vitae rutrum nisl. Vivamus eget arcu quis turpis egestas ultricies nec dignissim neque. In euismod tempor nibh, eu ullamcorper nisi scelerisque ut. Maecenas tincidunt sapien at arcu tincidunt sagittis. Vivamus facilisis, velit ac vehicula elementum, nisl lacus ultrices elit, quis aliquet odio odio at est. Proin egestas erat ut ligula pulvinar, sit amet feugiat mi varius. Proin non ante pharetra, ullamcorper purus vel, ornare orci. Pellentesque ornare nibh aliquam ex semper rutrum. Aliquam sed massa vel nisi euismod suscipit. Nullam ullamcorper eleifend aliquam. In hac habitasse platea dictumst. Sed commodo metus et elit finibus, at pellentesque enim sodales.

Phasellus at imperdiet dui. Pellentesque velit mauris, laoreet vitae ultrices sed, vehicula ut diam. Donec non metus ullamcorper, dapibus nibh ac, mollis mauris. Suspendisse sem libero, interdum ac magna eget, consectetur porta arcu. Aenean sem lacus, congue ac feugiat a, tempor sed turpis. Sed pretium lacus ut magna consequat, sit amet gravida tellus tempor. Etiam pharetra rhoncus leo et dapibus. Integer at pulvinar odio, tincidunt tincidunt lacus. Donec et eros consectetur, sagittis lectus a, efficitur dui. Duis cursus, nunc ac tempus feugiat, orci ipsum faucibus sem, ac tristique urna lorem nec tellus. Nullam at ornare risus. Curabitur eget enim enim. Fusce rhoncus nunc in mattis rutrum. Sed semper libero ut pretium mattis. Mauris pretium elit vel nulla sollicitudin malesuada.