

Abstract of thesis presented to Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy

**APPROXIMATE ANALYTICAL APPROACH FOR
NONLINEAR BOUNDARY LAYER THIN FILM
FLOW AND HEAT TRANSFER ANALYSIS
OVER A STRETCHING SURFACE**

ALI REHMAN

JANUARY 2021

Main Supervisor : Associate Professor Zabidin Salleh, Ph.D

Co-Supervisor : Associate Professor Taza Gul Safi, Ph.D

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics

The aim of this thesis is to construct mathematical model for nonlinear differential equation of boundary layer flow over a stretching surface and find its approximate analytical solution. The analytical approximate method named Optimal Homotopy Asymptotic Method (OHAM) is used for the approximate analytical solution. The convergence of the OHAM for particular problems is also discussed. The series solution for both velocity and temperature profiles are calculated by using OHAM. It is an influential approximate analytical technique and various researchers employed OHAM-BVPh 2.0 technique for several flow problems. After implementing the boundary layer approximation on thin film flow model equations, we obtain a set of partial differential equations (PDEs). These equations were transformed into a set of non-dimensional nonlinear ordinary differential equations (ODEs) through suitable self-similar alteration method. The dimensional form of coupled nonlinear ODEs one for velocity and other for temperature were obtained through OHAM-BVPh 2.0 package. Furthermore, the impact of the model factors which are involved in velocity and temperature profiles are displayed numerically and graphically. Also the flow problem is discussed geometrically. The skin friction coefficient and Nusselt number is discussed in table form. In 1995, in the ASME Winter Annual Conference, Choi introduced the term of nanofluid. As the consideration of thermal assets, it is the core issue with traditional type of heat carrying fluids such as ethylene glycol, water, oil

and lubricants. They lack in larger heat transport features. Nanofluid has invented revolutionary modification in the field of fluid dynamics to enhance the thermal conductivity of conventional fluids. This research work has some useful and practical applications, for example distillation and separation of bio-molecules, biosensors, atomic system cooling, manufacture of glass fiber, thermal storing, in solar water boiler, in the field of defense, MRI, thermal absorption process, drug delivery, transportation (thermal management of vehicle and cooling of engine), polymer processing, food engineering, physical comparison, injection, and molding biophysical. Applications of nanotechnology, analysts and engineers have challenged such huge numbers of questions, recognizing with heat transmission fluids. Still with the development of nanometer sized particles and its uses in the heat transfer fluids have overall improved thermal conductivity.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

**PENDEKATAN ANALISIS PENGHAMPIRAN UNTUK ALIRAN FILEM
NIPIS LAPISAN SEMPADAN TAK LINEAR DAN ANALISIS
PEMINDAHAN HABA PADA SUATU
PERMUKAAN MEREKANG**

ALI REHMAN

JANUARI 2021

Penyelia Utama : Profesor Madya Zabidin Salleh, Ph.D

Penyelia Bersama : Profesor Madya Taza Gul Safi, Ph.D

Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Informatik

Tujuan tesis ini adalah untuk membina model matematik untuk persamaan pembezaan tak linear aliran lapisan sempadan pada suatu permukaan meregang dan mencari penyelesaian analisisnya. Kaedah penghampiran analisis yang bernama Kaedah Asimptotik Homotopi Optimum (KAHO) digunakan untuk penyelesaian analisis penghampiran ini. Penumpuan KAHO ini untuk masalah tertentu juga dibincangkan. Siri penyelesaian untuk profil halaju dan suhu dihitung dengan menggunakan KAHO. Ini adalah teknik analisis penghampiran yang berpengaruh dan ramai penyelidik menggunakan teknik OHAM-BVPh 2.0 untuk pelbagai masalah aliran. Setelah melaksanakan penghampiran lapisan sempadan pada persamaan model aliran filem tipis, kita memperolehi satu set persamaan pembezaan separa (PPS). Persamaan-persamaan ini dijelmakan menjadi satu set persamaan pembezaan biasa (PPB) tak berdimensi melalui kaedah pemindaan serupa-diri yang sesuai. Bentuk berdimensi bagi PPB tak linear yang terganding satu untuk halaju dan yang lain untuk suhu diperolehi melalui pakej OHAM-BVPh 2.0. Selanjutnya, kesan faktor model yang terlibat dalam profil halaju dan suhu dipaparkan secara berangka dan grafik. Masalah aliran juga dibincangkan secara geometri. Pekali geseran kulit dan nombor Nusselt dibincangkan dalam bentuk jadual. Pada tahun 1995, dalam Persidangan Tahunan Musim Sejuk ASME, Choi telah memperkenalkan istilah nanobendalir. Sebagai pertimbangan bagi aset terma, ini merupakan isu utama dengan bendalir membawa haba jenis tradisional seperti etilena glikol, air, minyak

dan pelincir. Mereka kekurangan ciri dalam pengangkutan haba yang lebih besar. Nanobendalir telah melahirkan revolusi pengubahsuaian dalam bidang dinamik bendalir untuk meningkatkan kekonduksian terma bagi bendalir konvensional. Karya penyelidikan ini mempunyai beberapa aplikasi yang berguna dan praktikal, misalnya penyulingan dan pemisahan bio-molekul, biosensor, penyejukan sistem atom, pembuatan gentian kaca, penyimpanan haba, dandang air suria, dalam bidang pertahanan, MRI, proses penyerapan haba, penghantaran ubat, pengangkutan (pengurusan haba kenderaan dan penyejukan enjin), pemprosesan polimer, kejuruteraan makanan, perbandingan fizikal, suntikan, dan pengacuan biofizik. Aplikasi nanoteknologi, penganalisis dan jurutera telah mencabar sebilangan besar soalan, mengenali dengan bendalir penghantaran haba. Masih dengan pengembangan zarah berukuran nanometer dan penggunaannya dalam bendalir pemindahan haba secara keseluruhan meningkatkan kekonduksian terma.