

**KETAKSTABILAN LINEAR DAN TAK LINEAR OLAKAN DALAM
LAPISAN BENDALIR YANG DIPANASKAN DARI BAWAH**

RUWAIDIAH BINTI IDRIS

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

KETAKSTABILAN LINEAR DAN TAK LINEAR OLAKAN DALAM
LAPISAN BENDALIR YANG DIPANASKAN DARI BAWAH

RUWAIDIAH BINTI IDRIS

TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH
DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI

2011

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

JULAI 2011


RUWAIDIAH BINTI IDRIS
P45121

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim. Syukur dan puji bagi Allah, Tuhan sekalian alam. Selawat dan salam buat junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W., para sahabat dan seluruh ahli keluarga Baginda. Dengan rasa rendah diri, dilafazkan kesyukuran ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan inayahNya dengan kekuatan, keimanan, taufik dan hidayah yang dikurniakan olehNya, saya telah dapat menyiapkan karya ini walaupun masih terdapat banyak kelemahannya.

Penghargaan tak terhingga saya rakamkan buat penyelia saya, Prof. Dr. Ishak Hashim diatas segala tunjuk ajar, buah fikiran, bimbingan, nasihat dan teguran yang membina sepanjang saya berada di kampus tercinta ini. Segala ilmu dan bakti yang dicurahkan oleh beliau, InsyaAllah akan saya semadikan sepanjang hayat. Sesungguhnya Allah jualah yang akan membalas segala jasa dan budi baik beliau.

Ribuan terima kasih saya ucapkan kepada pihak Universiti Malaysia Terengganu diatas pembiayaan sepanjang pengajian saya.

Buat suami tersayang, terima kasih tidak terhingga dirakamkan atas segala pertolongan, nasihat, teguran dan semangat yang diberikan apabila diri ini terasa tidak mampu untuk meneruskannya. Kepada kedua ibu dan bapa, terima kasih tidak terhingga diucapkan atas segala sokongan dan doa yang tidak pernah putus dari kalian sedari aku kecil hingga dewasa. Juga buat adik-adik yang dikasihi, terima kasih kerana turut memberi semangat dan bantuan dikala aku memerlukan.

Tidak lupa juga jutaan terima kasih ditujukan kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya Raziana, Malina, Habibis, Nasir, Jadallah, Khaled dan rakan-rakan yang lain atas nasihat, teguran dan perkongsian ilmu sepanjang pengajian ini. Semoga Allah jualah yang membalas segala kebaikan kalian.

Akhir sekali, penghargaan ini juga ditujukan kepada semua staf di Pusat Pengajian Sains Matematik diatas segala bantuan dan kerjasama yang diberikan dan menjadikan suasana pembelajaran amat kondusif.

DEDIKASI

Khas buat puteri-puteriku, Sufiatulatifah dan Rabiatul Mardhiah.

LINEAR AND NONLINEAR INSTABILITIES OF CONVECTION IN A FLUID LAYER HEATED FROM BELOW

Instabilities of convection in fluid play an important role in industry, engineering processes and nature. In this thesis, the effects of non-uniform temperature gradient profile on convective instabilities have been studied theoretically by considering micropolar fluid, viscoelastic fluid with high porosity medium and ferromagnetic fluid. In addition, the transition to chaos convection in a fluid-saturated porous medium and in a double-diffusive fluid was investigated. In the micropolar fluid problem, several combinations of boundary conditions such as free-free, rigid-free, rigid-rigid isothermal and a lower rigid isothermal with upper free adiabatic boundary are considered. Only the first three isothermal boundary combinations considered above are taken into account in the case of viscoelastic fluid. In the ferromagnetic fluid problem, a lower rigid isothermal with an upper non-deformable free surface fully adiabatic boundary condition was assumed. The problems on the effects of non-uniform temperature gradient profile on convection are solved using a single-term Galerkin method. The influences of various parameters on the onset of convection were analysed. Five different reference steady-state temperature profiles were considered and their influences on the onset of convection were discussed. Depending on the need, the temperature gradient profile can be decided to either advance or delay convection process. In micropolar and viscoelastic fluids, it was found that the most stable boundary combination is the rigid-rigid boundary. The presence of microelements in the micropolar fluid layer is to stabilize the system. The effect of elasticity in viscoelastic fluid with high porosity medium destabilized the system, but the presence of porosity particles stabilized the system. The influence of feedback control in ferromagnetic fluid were also considered in this study. The results showed that increasing the value of feedback control parameter increased the critical Rayleigh number and hence stabilized the system. The results obtained from a truncated Galerkin technique showed that, for porous medium fluid considered in the chaos problem, the transition from steady state to chaos was via Hopf bifurcation. This produces the limit cycle that can be associated with homoclinic explosion at a slightly subcritical value of the Rayleigh number. In particular, it was shown that the presence of a magnetic field could delay the chaos convection in the porous medium.

ABSTRAK

Ketakstabilan olakan dalam bendalir memainkan peranan yang penting dalam industri, kejuruteraan dan alam semulajadi. Dalam tesis ini, kesan ketakseragaman profil asas kecerunan suhu terhadap ketakstabilan olakan dikaji secara teori dengan mempertimbangkan bendalir mikrokutub, bendalir likat-kenyal dengan media berliang yang tinggi dan bendalir feromagnet. Selanjutnya, kajian mengenai peralihan kepada olakan kalut dalam lapisan bendalir media berliang tepu. Dalam masalah bendalir mikrokutub, beberapa gabungan sempadan berkonduktor seperti sempadan bebas-bebas, tegar-bebas, tegar-tegar dan juga gabungan sempadan bawah tegar berkonduktor dan atas bebas berpenambat dipertimbangkan. Hanya tiga gabungan sempadan berkonduktor yang pertama dipertimbangkan dalam kes bendalir likat-kenyal. Manakala bagi bendalir feromagnet, diandaikan bahawa syarat sempadan bawah adalah tegar berkonduktor dan permukaan sebelah atas bebas tak terancang dan berpenambat sepenuhnya. Masalah kesan ketakseragaman profil asas suhu ke atas olakan diselesaikan menggunakan kaedah Galerkin sebutan tunggal. Pengaruh beberapa parameter terhadap permulaan olakan telah dianalisis. Lima profil suhu rujukan dipertimbangkan dan pengaruhnya terhadap olakan juga telah dibincangkan. Pemilihan profil kecerunan suhu yang sesuai adalah bergantung pada keperluan sama ada untuk mempercepatkan atau melambatkan proses olakan. Bagi bendalir mikrokutub dan likat-kenyal didapati bahawa sistem dengan gabungan sempadan tegar-tegar adalah paling stabil. Kehadiran unsur-unsur mikro dalam bendalir mikrokutub menjadikan sistem lebih stabil. Kesan kekenyalan dalam bendalir likat-kenyal dengan media berliang yang tinggi menyebabkan sistem menjadi tak stabil, namun begitu ia distabilkan dengan kehadiran unsur keberliangan dalam bendalir tersebut. Pengaruh kawalan suap balik dalam olakan bendalir feromagnet juga dipertimbangkan dalam kajian ini. Keputusan menunjukkan peningkatan nilai parameter kawalan, akan meningkatkan nilai kritikal nombor Rayleigh dengan itu menstabilkan sistem tersebut. Keputusan yang diperolehi menggunakan kaedah pangkasan Galerkin bagi masalah kekalutan dalam media berliang, menunjukkan bahawa perubahan daripada keadaan mantap ke keadaan kalut adalah melalui percabangan Hopf. Keadaan ini menghasilkan kitaran had yang boleh disekutukan dengan letusan homoklinik pada nilai subkritikal yang kecil bagi nombor Rayleigh. Juga didapati bahawa kehadiran medan magnet membantu memperlambatkan proses olakan kalut dalam bendalir media berliang.