

Aliran Titik Genangan Terhadap Permukaan Meregang dalam Bendalir Mikropolar dengan Fluks Haba Permukaan Boleh Ubah

(Stagnation-point Flow towards a Stretching Surface Immersed in a Micropolar Fluid with Prescribed Surface Heat Flux)

NOR AZIZAH YACOB & ANUAR ISHAK*

ABSTRAK

Aliran lapisan sempadan mantap dua matra bersebelahan titik genangan pada permukaan meregang dalam bendalir mikropolar dengan fluks haba permukaan boleh ubah dikaji. Halaju regangan dan halaju aliran bebas diandaikan berubah secara linear dari titik genangan. Persamaan dalam bentuk persamaan pembezaan separa dijemakan kepada persamaan pembezaan biasa menggunakan penjelmaan keserupaan dan diselesaikan secara berangka menggunakan skim beza-terhingga yang dikenali sebagai kaedah kotak Keller. Kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang dipertimbangkan. Lapisan sempadan terbentuk apabila halaju aliran bebas melebihi halaju regangan, sebaliknya, lapisan sempadan yang terbalik terbentuk apabila halaju aliran bebas kurang daripada halaju regangan. Keputusan berangka menunjukkan bahawa daya seretan berkurangan bagi bendalir mikropolar berbanding dengan bendalir Newtonan, dan ini seterusnya mengurangkan kadar pemindahan haba pada permukaan.

Kata kunci: Bendalir mikropolar; lapisan sempadan; regangan permukaan; titik genangan

ABSTRACT

The steady two dimensional boundary layer flow adjacent to the stagnation point on a stretching surface immersed in a micropolar fluid was investigated. The stretching and the free stream velocities were assumed to vary linearly from the stagnation point. The governing partial differential equations were transformed into ordinary differential equations before being solved numerically by a finite-difference scheme known as the Keller box method. Both assisting and opposing flows were considered. The boundary layer was formed when the free stream velocity exceeds the stretching velocity, whereas the inverted boundary layer was formed when the free stream velocity is less than the stretching velocity. The numerical results showed that the shear force decreased for micropolar fluid compared to Newtonian fluid, and in consequence decreased the heat transfer rate at the surface.

Keywords: Boundary layer; micropolar fluid; stagnation point; stretching surface

PENGENALAN

Aliran lapisan sempadan terhadap helaian meregang mempunyai banyak kegunaannya seperti dalam proses penyejukan dan penyemperitan serta pembuatan kertas (Kumaran et al. 2009). Crane (1970) adalah penyelidik pertama yang mengkaji aliran disebabkan oleh regangan plat. Halaju regangan diandaikan berubah secara linear dari titik tetap pada plat tersebut. Chiam (1994) mengkaji aliran titik genangan terhadap plat yang diregang dengan mempertimbangkan halaju regangan sama dengan halaju aliran bebas, dan mendapati bahawa lapisan sempadan tidak terbentuk berhampiran dengan plat. Seterusnya Mahapatra dan Gupta (2002) mengkaji masalah yang serupa tetapi mengandaikan bahawa halaju regangan tidak sama dengan halaju aliran bebas. Mereka mendapati bahawa apabila halaju aliran bebas melebihi halaju regangan, lapisan sempadan terbentuk. Manakala apabila halaju aliran bebas kurang daripada halaju regangan, lapisan sempadan terbalik terbentuk. Lok et al. (2007)

mengkaji aliran genangan serong terhadap permukaan yang diregang dalam bendalir likat tak mampat, dengan suhu permukaan malar. Mereka mendapati lapisan sempadan terbentuk berhampiran dengan kawasan genangan.

Teori bendalir mikropolar mula diperkenalkan oleh Eringen (1966, 1972). Teori ini mengambil kira kewujudan kesan mikroskopik dalam unsur bendalir dan boleh menerangkan sifat bendalir tak Newtonan seperti cecair hablur, darah haiwan, zarah ampaian, minyak pelincir dan polimer. Sejak itu, banyak penyelidikan dibuat berkaitan dengan bendalir mikropolar. Takhar et al. (1998) mengkaji kesan daya keapungan pada aliran dan pemindahan haba dalam bendalir mikropolar terhadap helaian yang diregang. Hayat et al. (2008) mengkaji olakan campuran pada aliran mantap dua matra terhadap helaian yang diregang secara tak linear dalam bendalir mikropolar. Cheng dan Zong (2008) menganalisis ciri aliran dan pemindahan haba bagi olakan bebas terhadap plat tegak dalam bendalir mikropolar berstrata terma.

Nazar et al. (2004) mengkaji aliran mantap terhadap titik genangan pada permukaan yang diregang dalam bendalir mikropolar tanpa mengambil kira aspek pemindahan haba. Ishak et al. (2006) mengkaji aliran titik genangan pada permukaan tegak yang diregang dalam bendalir likat dengan mempertimbangkan suhu permukaan boleh berubah dan mengandaikan halaju di luar lapisan sempadan dan suhu pada permukaan berubah secara linear dengan jarak dari titik genangan. Seterusnya Ishak et al. (2008a) mengkaji masalah yang sama dengan memperluaskan kajian ini kepada bendalir mikropolar dengan mengambil kira kesan magnet pada bendalir. Dimotivasikan oleh kajian di atas, kajian ini mengkaji pembentukan lapisan sempadan berdekatan dengan titik genangan pada plat tegak yang diregang dalam bendalir mikropolar dengan fluks haba permukaan ditetapkan.

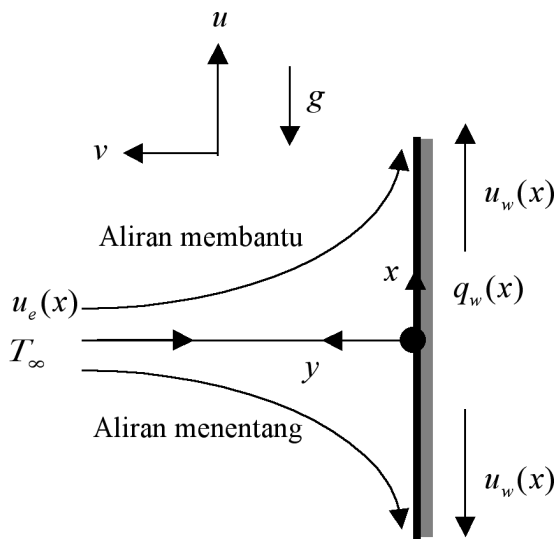
FORMULASI MASALAH

Pertimbangkan aliran mantap dua matra terhadap titik genangan pada plat tegak yang diregang dalam bendalir mikropolar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Halaju regangan $u_w(x)$, halaju aliran bebas $u_e(x)$ dan fluks haba permukaan $q_w(x)$ diandaikan berubah secara linear dari titik genangan, iaitu $u_w(x) = ax$, $u_e(x) = bx$ dan $q_w(x) = cx$ dengan a , b dan c adalah pemalar. Dengan andaian ini bersamasama dengan penghampiran Boussinesq dan penghampiran lapisan sempadan, persamaan menakluk diberi oleh

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \tag{1}$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = u_e \frac{du_e}{dx} + \frac{\mu + \kappa}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\kappa}{\rho} \frac{\partial N}{\partial y} \pm g\beta(T - T_\infty), \tag{2}$$

$$\rho j \left(u \frac{\partial N}{\partial x} + v \frac{\partial N}{\partial y} \right) = \gamma \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} - \kappa \left(2N + \frac{\partial u}{\partial y} \right), \tag{3}$$



RAJAH 1. Sistem koordinat dan model fizikal

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}, \tag{4}$$

tertakluk kepada syarat sempadan

$$u = u_w(x), v = 0, N = m_0 \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{q_w}{k} \text{ pada } y = 0, \tag{5}$$

$$u \rightarrow u_e(x), N \rightarrow 0, T \rightarrow T_\infty \text{ apabila } y \rightarrow \infty,$$

dengan u dan v masing-masing adalah komponen halaju sepanjang paksi x dan y . N adalah mikroputaran, g pecutan graviti, T suhu bendalir, μ kelikatan dinamik, κ kelikatan vorteks, ρ ketumpatan bendalir, β pekali kembangan terma, j mikroinersia, γ kelikatan kecerunan putaran, T_∞ suhu persekitaran, dan m_0 adalah pemalar dengan $0 \leq m_0 \leq 1$. Nilai $m_0 = 0$ merupakan kes ketumpatan zarah adalah cukup berdekatkan dengan permukaan jasad tidak boleh berputar. Nilai $m_0 = 1/2$ menggambarkan kepekatkan yang rendah (Ahmadi 1976), manakala $m_0 = 1$ menurut Peddieson (1972), merujuk kepada lapisan sempadan gelora. Dalam kajian ini hanya kes $m_0 = 1/2$ akan dipertimbangkan. Tatatanda “+” dan “-” dalam persamaan (2) masing-masing merujuk kepada aliran membantu (daya keapungan membantu pembentukan lapisan sempadan) dan aliran menentang (daya keapungan menentang pembentukan lapisan sempadan).

Bagi mendapatkan penyelesaian keserupaan, penjelasan keserupaan berikut diperkenalkan:

$$\eta = \left(\frac{u_e}{v x} \right)^{1/2} y, \psi = (v x u_e)^{1/2} f(\eta), N = u_e \left(\frac{u_e}{v x} \right)^{1/2} h(\eta), \theta(\eta) = \frac{(T - T_\infty) k}{q_w} \left(\frac{u_e}{v x} \right)^{1/2} \tag{6}$$

dengan $\nu = \mu/\rho$ adalah kelikatan kinematik, ψ adalah fungsi strim yang ditakrifkan sebagai $u = \partial \psi / \partial y$, dan $v = -\partial \psi / \partial x$, yang memenuhi persamaan (1). Menurut Ahmadi (1976), dalam sesetengah kes kesan mikrostruktur mungkin tidak ketara dan jumlah putaran N menjadi halaju sudut. Maka boleh diandaikan kelikatan kecerunan putaran γ diberikan oleh

$$\gamma = (\mu + \kappa/2)j = \mu(1 + K/2)j, \tag{7}$$

dengan $K = \kappa/\mu$ adalah parameter bahan dan $j = v/a$ adalah panjang rujukan (Nazar et al. 2004).

Gantikan persamaan (6) ke dalam persamaan (2) – (4), diperoleh persamaan pembezaan biasa seperti berikut:

$$(1 + K) f''' + f f'' - f'^2 + \varepsilon^2 + K h' \pm \lambda \theta = 0, \tag{8}$$

$$\left(1 + \frac{K}{2} \right) h'' + f h' - f' h - K(2h + f'') = 0, \tag{9}$$

$$\frac{1}{Pr} \theta'' + f \theta' - f' \theta = 0, \tag{10}$$

tertakluk kepada syarat sempadan

$$f(0) = 0, f'(0) = 1, h(0) = -m_0 f''(0), \theta'(0) = -1, f'(\infty) = \varepsilon, h(\infty) = 0, \theta(\infty) = 0, \tag{11}$$

dengan $\varepsilon = b/a$ adalah parameter nisbah halaju, tandaan (') menunjukkan pembezaan terhadap η dan λ adalah parameter olakan campuran yang diberikan oleh

$$\lambda = \frac{Gr_x}{Re_x^{5/2}} = g\beta \frac{cv^{1/2}}{ka^{5/2}}, \tag{12}$$

dengan $Gr_x = g\beta(q_w x/k)x^3/v^2$ dan $Re_x = u_w x/v$ masing-masing adalah nombor Grashof dan nombor Reynolds setempat.

Kuantiti fizikal yang dikaji adalah pekali geseran kulit C_f dan nombor Nusselt setempat Nu_x yang diberikan oleh

$$C_f = \frac{\tau_w}{\rho u_w^2/2}, \quad Nu_x = \frac{xq_w}{k(T_w - T_\infty)}, \tag{13}$$

yang τ_w adalah tegasan ricih permukaan dan q_w adalah fluks haba permukaan yang diberikan oleh

$$\tau_w = \left[(\mu + \kappa) \frac{\partial u}{\partial y} + \kappa N \right]_{y=0}, \quad q_w = -k \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0}, \tag{14}$$

dengan k adalah kekonduksian terma. Seterusnya dengan menggunakan (6), diperoleh

$$\frac{1}{2} C_f Re_x^{1/2} = [1 + (1 - m_0)K] f''(0), \quad Nu_x / Re_x^{1/2} = \frac{1}{\theta(0)}. \tag{15}$$

HASIL DAN PERBINCANGAN

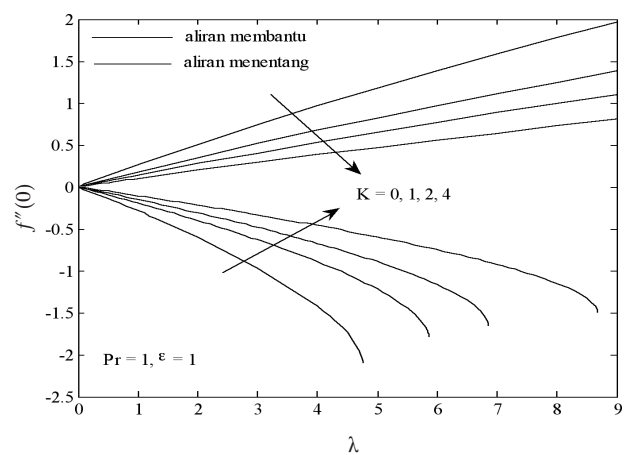
Persamaan pembezaan biasa tak linear (8), (9) dan (10) yang tertakluk kepada syarat sempadan (11) diselesaikan secara berangka menggunakan skim beza-terhingga tersirat yang dikenali sebagai kaedah kotak Keller seperti yang diterangkan oleh Cebeci dan Bradshaw (1988). Bagi menyokong keputusan berangka yang diperoleh dengan kaedah ini, perbandingan dibuat dengan keputusan yang dilaporkan oleh Elbashbeshy (1998) dan Ishak et al. (2008b) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Didapati hasil perbandingan adalah sangat memuaskan.

JADUAL 1. Nilai $Nu_x/Re_x^{1/2}$ bagi beberapa nilai Pr apabila $\varepsilon = 0, \lambda = 0$ dan $K = 0$

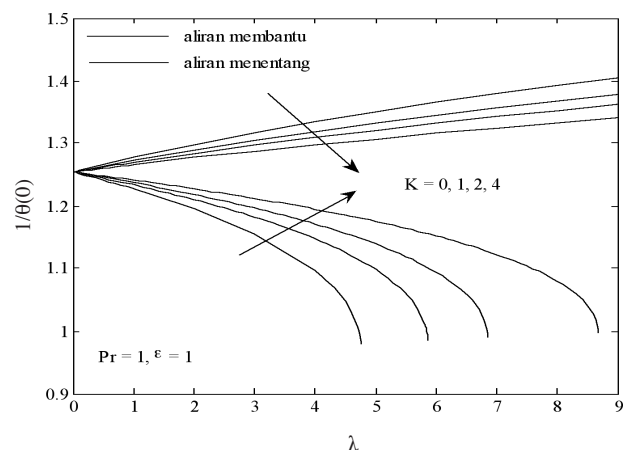
	Pr = 1	Pr = 10
Elbashbeshy (1998)	1.0	3.7202
Ishak et al. (2008a)	1.0000	3.7205
Kajian ini	1.0000	3.7205

Rajah 2 menunjukkan perubahan pekali geseran kulit $f''(0)$ terhadap λ untuk beberapa nilai K , manakala perubahan nombor Nusselt setempat $1/\theta(0)$ yang berpadanan diberikan dalam Rajah 3. Berdasarkan Rajah 2, magnitud pekali geseran kulit $|f''(0)|$ berkurang apabila K bertambah bagi kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang. Oleh itu, magnitud daya seretan berkurang dengan pertambahan nilai K . Dapat juga diperhatikan dalam

Rajah 2 dan 3 bagi suatu nilai K , apabila λ bertambah, kedua-dua pekali geseran kulit dan nombor Nusselt setempat bertambah bagi aliran membantu, manakala keadaan sebaliknya berlaku bagi aliran menentang. Ini adalah kerana parameter daya keapungan positif (aliran membantu $\lambda > 0$) akan menghasilkan kecerunan tekanan yang meningkatkan pergerakan bendalir seterusnya meningkatkan kadar pemindahan haba pada permukaan. Sebaliknya nilai negatif parameter keapungan (aliran menentang $\lambda < 0$) memberikan kecerunan tekanan yang bertentangan, yang menyebabkan pergerakan bendalir semakin perlahan seterusnya mengurangkan nombor Nusselt setempat seperti yang dinyatakan oleh Chen (1998).



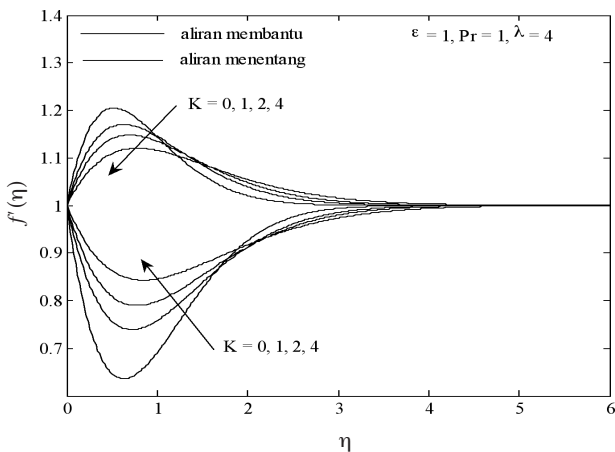
RAJAH 2. Pekali geseran kulit $f''(0)$ sebagai fungsi λ bagi beberapa nilai K apabila $\varepsilon = 1$ dan $Pr = 1$



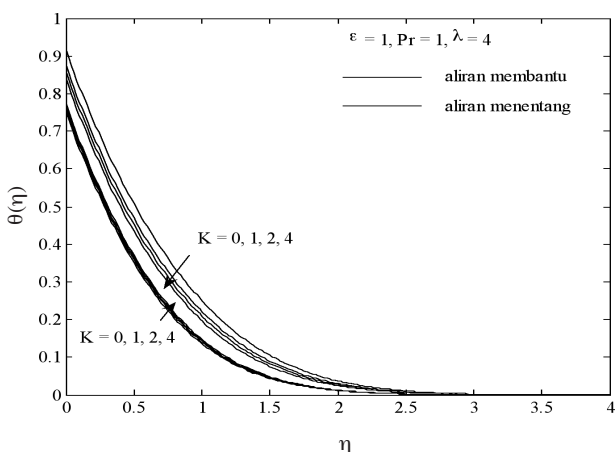
RAJAH 3. Nombor Nusselt setempat $1/\theta(0)$ sebagai fungsi λ bagi beberapa nilai K apabila $\varepsilon = 1$ dan $Pr = 1$

Rajah 4–6 masing-masing menunjukkan profil halaju, profil suhu dan profil mikroputaran bagi $\varepsilon = 1, Pr = 1$ dan $\lambda = 4$. Rajah 4 menunjukkan halaju bertambah berhampiran dengan permukaan plat dan mencapai halaju maksimum sebelum berkurangan untuk mencapai nilai malar di luar

lapisan sempadan bagi aliran membantu, manakala keadaan sebaliknya berlaku bagi aliran menentang. Kesan terhadap profil halaju adalah lebih ketara bagi bendalir Newtonian ($K = 0$) berbanding dengan bendalir mikropolar. Suhu dalam lapisan sempadan semakin berkurang dengan pertambahan jarak dari permukaan untuk kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Fenomena ini berlaku disebabkan oleh bendalir tersebut menukarkan haba yang diterima dari permukaan kepada bentuk tenaga lain seperti tenaga kinetik, seterusnya ini menyebabkan suhu semakin menurun apabila jarak dari permukaan bertambah. Rajah 5 juga menunjukkan suhu permukaan $\theta(0)$ meningkat apabila nilai K bertambah bagi aliran membantu. Dengan demikian nombor Nusselt setempat $1/\theta(0)$ yang mewakili kadar pemindahan haba pada permukaan berkurang apabila K bertambah. Manakala keadaan sebaliknya berlaku bagi aliran menentang.



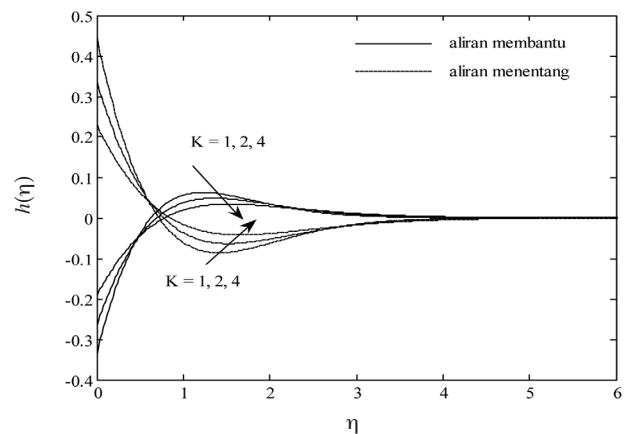
RAJAH 4. Profil halaju $f'(\eta)$ bagi beberapa nilai K apabila $\epsilon = 1, \lambda = 4$ dan $Pr = 1$



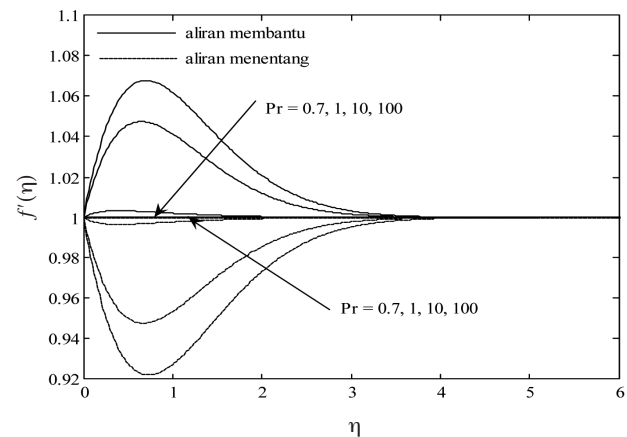
RAJAH 5. Profil suhu $\theta(\eta)$ bagi beberapa nilai K apabila $\epsilon = 1, \lambda = 4$ dan $Pr = 1$

Dalam Rajah 6 boleh dilihat kesan mikroputaran lebih dominan pada kawasan yang berhampiran dengan permukaan. Semakin besar nilai K , semakin kuat kesan

mikroputaran pada kawasan berhampiran dengan permukaan bagi aliran membantu. Keadaan sebaliknya berlaku bagi aliran menentang. Kesan nombor Prandtl Pr terhadap profil halaju, profil suhu dan profil mikroputaran ditunjukkan dalam Rajah 7–9. Dapat diperhatikan bahawa kecerunan halaju pada permukaan berkurang apabila nombor Prandtl bertambah. Ini kerana apabila Pr meningkat, kelikatan bendalir bertambah dan resapan terma akan berkurang seterusnya menyebabkan aliran bendalir semakin perlahan. Nilai nombor Pr yang besar hampir tidak memberi kesan terhadap halaju bendalir seperti yang digambarkan dalam Rajah 7.

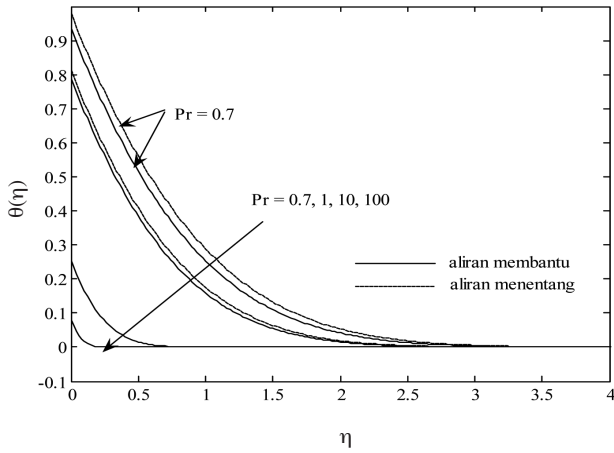


RAJAH 6. Profil mikroputaran $h(\eta)$ bagi beberapa nilai K apabila $\epsilon = 1, \lambda = 4$ dan $Pr = 1$

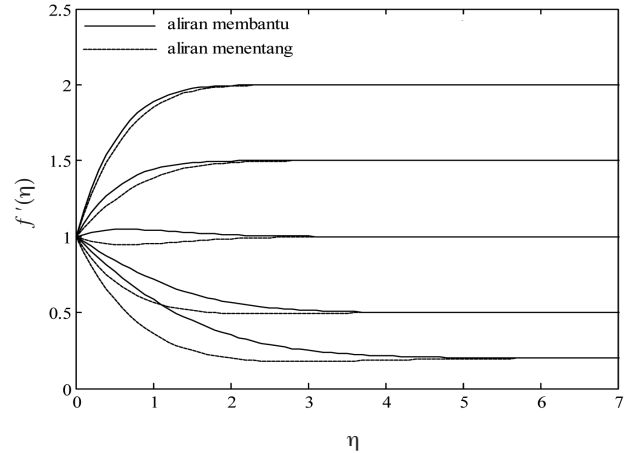


RAJAH 7. Profil halaju $f'(\eta)$ bagi beberapa nilai Pr apabila $\epsilon = 1, \lambda = 4$ dan $K = 1$

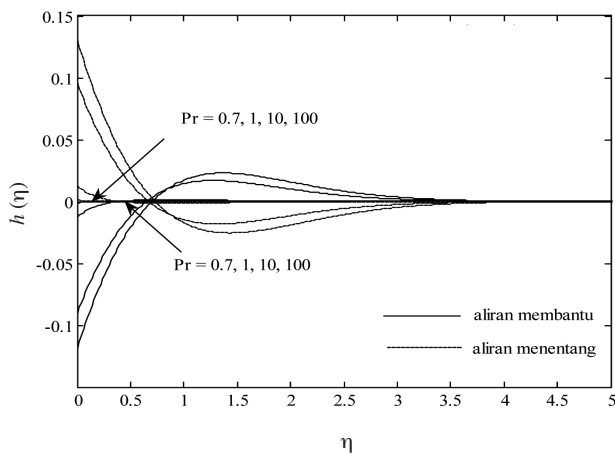
Rajah 8 menunjukkan ketebalan lapisan sempadan terma semakin berkurang apabila nombor Pr bertambah dan kecerunan suhu pada permukaan meningkat bagi kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang. Apabila nombor Pr semakin besar, kesan perubahan suhu adalah hampir sama bagi aliran membantu dan aliran menentang. Keadaan yang sama dapat dilihat bagi kesan mikroputaran dalam Rajah 9. Kesan nisbah parameter



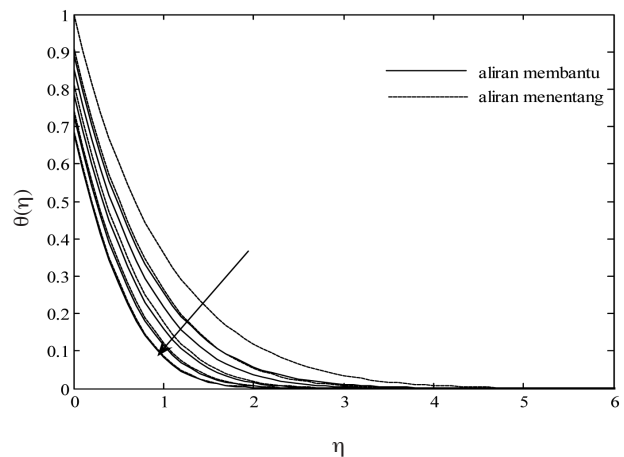
RAJAH 8. Profil suhu $\theta(\eta)$ bagi beberapa nilai Pr apabila $\varepsilon = 1$, $\lambda = 4$ dan $K = 1$



RAJAH 10. Profil halaju $f'(\eta)$ bagi beberapa nilai ε apabila $Pr = 1$, $\lambda = 4$ dan $K = 1$



RAJAH 9. Profil mikroputaran $h(\eta)$ bagi beberapa nilai Pr apabila $\varepsilon = 1$, $\lambda = 4$ dan $K = 1$



RAJAH 11. Profil suhu $\theta(\eta)$ bagi beberapa nilai ε apabila $Pr = 1$, $\lambda = 4$ dan $K = 1$

halaju ε terhadap profil halaju dan profil suhu dapat dilihat dalam Rajah 10 dan 11. Apabila $\varepsilon > 1$ gerakan terikan berhampiran dengan kawasan pegun bertambah, ini menyebabkan pecutan aliran bebas bertambah seperti yang dinyatakan oleh Mahapatra dan Gupta (2002). Seterusnya keadaan ini menyebabkan ketebalan lapisan sempadan berkurang dengan pertambahan nilai ε . Didapati bagi $\varepsilon < 1$ aliran membentuk struktur lapisan sempadan terbalik. Keadaan ini wujud disebabkan oleh halaju regangan bx pada permukaan melebihi halaju aliran bebas ax . Rajah 11 menunjukkan ketebalan lapisan sempadan terma berkurang apabila ε bertambah bagi kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang.

KESIMPULAN

Aliran mantap dua matra terhadap titik genangan pada plat tegak yang diregang dalam bendalir mikropolar dengan fluks haba permukaan boleh ubah dikaji secara

teori. Persamaan terjemakan yang tak linear diselesaikan secara berangka menggunakan kaedah kotak Keller. Halaju regangan dan halaju bendalir di luar lapisan sempadan diandaikan berubah secara linear dengan jarak dari titik genangan. Kesan parameter nisbah halaju ε , nombor Prandtl Pr , parameter keapungan λ dan parameter bahan K terhadap ciri aliran bendalir dan pemindahan haba dibincangkan. Kedua-dua aliran membantu dan aliran menentang dipertimbangkan. Bendalir mikropolar menunjukkan pengurangan daya seretan jika dibandingkan dengan bendalir Newtonan, seterusnya menyebabkan penurunan kadar pemindahan haba pada permukaan.

PENGHARGAAN

Kajian ini dibiayai sebahagiannya oleh geran FRGS (Kod Projek: UKM-S7-07-FRGS0029-2009) daripada Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia

RUJUKAN

- Ahmadi, G. 1976. Self-similar solution of incompressible micropolar boundary layer flow over a semi-infinite plate. *Int. J. Eng. Sci.* 14: 639-646.
- Cebeci, T. & Bradshaw, P. 1988. *Physical and Computational Aspects of Convective Heat Transfer*. New York: Springer-Verlag.
- Chen, C.H. 1998. Laminar mixed convection adjacent to vertical, continuously stretching sheets. *Heat Mass Transfer* 33: 471-476.
- Cheng, L.C. & Zong, Y.L. 2008. Free convection on a vertical plate with uniform and constant heat flux in a thermally stratified micropolar fluid. *Mech. Res. Commun.* 35: 421-427.
- Chiam, T.C. 1994. Stagnation-point flow towards a stretching plate. *J. Phys. Soc. Japan* 63: 2443-2444.
- Crane, L.J. 1970. Flow past a stretching plate. *J. Appl. Math. Phys. (ZAMP)* 21: 645-647.
- Elbashbeshy, E.M.A. 1998. Heat transfer over a stretching surface with variable surface heat flux. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 31:1951-1954.
- Eringen, A.C. 1966. Theory of micropolar fluids. *J. Math. Mech.* 16: 1-18.
- Eringen, A.C. 1972. Theory of thermomicropolar fluids. *J. Math. Anal. Appl.* 38: 480-496.
- Hayat, T., Abbas, Z. & Javed, T. 2008. Mixed convection flow of a micropolar fluid over a non-linearly stretching sheet. *Phys. Lett. A.* 372: 637-647.
- Ishak, A., Nazar, R. & Pop, I. 2008a. Heat transfer over a stretching surface with variable heat flux in micropolar fluids. *Phys Lett. A.* 372: 559-561.
- Ishak, A., Nazar, R. & Pop, I. 2006b. Mixed convection boundary layers in the stagnation-point flow towards a stretching vertical sheet. *Meccanica* 41: 509-518.
- Ishak, A, Nazar, R & Pop, I. 2008b. Magnetohydrodynamic (MHD) flow of a micropolar fluid towards a stagnation point on a vertical surface. *Comput. Math. Appl.* 56: 3188-3194.
- Kumaran, V., Banerjee, A.K., Vanav Kumar, A. & Vajravelu, K. 2009. MHD flow past a stretching permeable surface. *Appl. Math Comput.* 210: 26-32.
- Lok, Y.Y., Amin, N. & Pop, I. 2007. Mixed convection flow near a non-orthogonal stagnation point towards a stretching vertical plate. *Int. J. Heat Mass Transfer* 50: 4855-4863.
- Mahapatra, T.R. & Gupta, A.S. 2002. Heat transfer in stagnation-point flow towards a stretching sheet. *Heat Mass Transfer* 38: 517-521.
- Nazar, R., Amin, N., Filip, D. & Pop, I. 2004. Stagnation flow of a micropolar fluid towards a stretching sheet. *Int. J. Non-Linear Mech.* 39: 1227-1235.
- Peddieson, J. 1972. An application of the micropolar fluid model to the calculation of turbulent shear flow. *Int. J. Eng. Sci.* 10: 23-32.
- Takhar, H.S., Agarwal, R.S., Bhargava, R. & Jain, S. 1998. Mixed convection flow of a micropolar fluid over a stretching sheet. *Heat Mass Transfer* 34: 213-219.

Nor Azizah M. Yacob
Fakulti Sains Komputer dan Matematik
Universiti Teknologi MARA, Pahang
Lintasan Semarak
26400, Bandar Jengka
Pahang, D.M.
Malaysia

Anuar Mohd Ishak*
Pusat Pengajian Sains Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: anuar_mi@ukm.my

Diserahkan: 15 Mei 2009
Diterima: 26 Ogos 2009