

DIFUSI PADA LAPISAN BATAS ANTARA DUA FLUIDA YANG DIPANASKAN

Ewisahrani^{1*}, Eva Nursa'ban², dan Fathurrahmaniah³

¹⁻³ STKIP Harapan Bima, Bima, Indonesia

*Email: ewisahrani88@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur koefisien difusi pada peristiwa konveksi dan menentukan nilai koefisien difusi. Sebagai sampel digunakan larutan NaCl dan air. Proses difusi larutan NaCl ke air dilakukan dengan pemanasan. Untuk mengamati difusi larutan NaCl digunakan cahaya laser. Cahaya laser ditembakkan lurus menembus larutan NaCl dan air yang ada di dalam beaker glass. Sebagai sensor cahaya digunakan LDR yang dipasang sejajar dengan cahaya laser. Besarnya intensitas cahaya laser yang diterima LDR berpengaruh terhadap nilai tahanan. Untuk membaca tegangan keluaran digunakan sensor tegangan vernier yang dipasang pada kaki LDR, sehingga nilai tegangan dapat terbaca pada Logger Pro. Analisis data dengan fitting data menurut polinomial orde 8 grafik waktu terhadap tegangan. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai koefisien difusi pada larutan NaCl 10 gram/ml, 15 gram/ml, pada berbagai $t = 200s, 400s, 600s, dan 800s$ untuk setiap posisi laser didapatkan bahwa nilai koefisien difusi pada peristiwa konveksi tidak tetap. Ini menunjukkan bahwa difusi sangat dipengaruhi oleh suhu dan massa jenis. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa aliran larutan NaCl tidak dalam keadaan tunak.

Kata kunci: Koefisien Difusi, Larutan NaCl, Air, Logger Pro

Abstract

This research aimed to measuring the diffusion coefficient in convection events and determine the diffusion coefficient value. As the samples, NaCl solution and water were used. The diffusion process of NaCl solution into water was carried out by heating. To observe the diffusion of NaCl solutions, laser light was used. The laser light was shot straight through the NaCl solution and water inside the beaker glass. As a light sensor, LDR, which was mounted parallel to the laser light, was used. The amount of laser light intensity received by the LDR influences the resistance value. To read the output voltage, a Vernier voltage sensor was installed on the LDR foot, so that the voltage value can be read on the Pro Logger. The data were analysed using data fitting according to order 8 polynomial time graph of voltage. Based on findings, the diffusion coefficient value in 10 gram/ml, 15 gram/ml, was obtained at various $t = 200s, 400s, 600s, and 800s$ for each laser position. It was found that the diffusion coefficient in convection events was not fixed. This shows that diffusion is strongly influenced by temperature and density. The variety of diffusion coefficient values indicates that the flow of NaCl solution is not in a steady state.

Keywords: Diffusion Coefficient, NaCl Solution, Water, Logger Pro

PENDAHULUAN

Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahnya molekul-molekul zat dari bagian yang berkonsentrasi tinggi kebagian yang berkonsentrasi rendah. Perbedaan konsentrasi yang ada pada dua larutan disebut gradient konsentrasi. Proses difusi minimal melibatkan dua zat, salah satu zat berkonsentrasi lebih tinggi dari pada zat lainnya atau dalam kondisi belum setimbang (Campabell, 2008).

Difusi yang paling sering terjadi adalah difusi molekuler. Difusi ini terjadi jika terbentuk

perpindahan dari sebuah lapisan molekul yang diam dari solid atau fluida. Difusi molekuler dapat didefinisikan sebagai perpindahan atau pergerakan suatu molekul melewati suatu fluida dengan pergerakan yang acak. Sehingga dapat dibayangkan suatu molekul yang bergerak lurus kemudian bergerak dengan acak akibat tabrakan dengan molekul yang lain. Karena pergerakan melekul berlangsung dalam gerakan acak, maka pergerakan molekul sering disebut sebagai *Random-Walk Process*. Laju difusi dapat dinaikkan dengan cara pengadukan sehingga

kondisi kesetimbangan dapat lebih cepat tercapai.

Dalam difusi, dikenal koefisien difusi. Koefisien difusi merupakan suatu parameter yang menyatakan besarnya gradien konsentrasi pembawa muatan. Koefisien ini nilainya tidak tetap seperti konstanta pada umumnya. Hal ini terjadi karena nilai koefisien difusi dipengaruhi oleh ukuran partikel, ketebalan membran, luas area, jarak antara dua konsentrasi dan suhu. Semakin besar koefisien difusi, maka proses difusi akan terjadi lebih cepat. Model dasar yang digunakan dalam penelitian difusi biasanya adalah hukum Fick, namun bentuknya akan bervariasi sesuai dengan asumsi-asumsi peneliti (Trihandaru, dkk, 2012).

Penelitian tentang penentuan nilai koefisien difusi sudah beberapa kali dilakukan dengan metode lain dan jenis sampel yang lain, di antaranya yaitu penelitian Trihandaru, dkk (2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai difusivitas larutan gula dalam air tenang menggunakan sinar laser. Dalam penelitian ini digunakan hubungan antara bertambahnya waktu dengan perubahan indeks bias air karena adanya difusi gula. Perubahan indeks bias diketahui dengan lintasan cahaya laser yang ditembakkan ke air selama 7 hari. Difusi larutan gula dalam air tenang sangat lambat karena ukuran molekulnya yang besar. Hasil penelitian menunjukkan besarnya nilai difusivitas sangat rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa transport gula lebih dominan melalui fenomena lain, seperti konveksi.

Penelitian lain tentang penentuan nilai koefisien difusi dengan jenis sampel yang lain di antaranya, yaitu penelitian yang pernah dilakukan oleh Dwi Sulistianingsih (2014). Penelitian ini penentuan koefisien difusi dengan menggunakan bahan air dan minyak. Penelitian ini dilakukan dengan pemanasan dan untuk mengamati difusi air digunakan cahaya laser yang ditembakkan lurus menembus

minyak yang ada di dalam beaker glass dan kemudian dianalisis dengan fitting data menurut polinomial orde 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien difusi setiap posisi laser berbedabeda-beda.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, perlu dilakukan kajian dan penelitian yang lebih mendalam terkait peristiwa konveksi dapat mempercepat terjadinya difusi. Konveksi adalah proses di mana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain (Tripler, 1998). Konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar. Untuk konveksi sendiri ada yang dinamakan dengan konveksi yang dipaksakan dan konveksi alami. Contoh pada peristiwa konveksi yang pada umumnya yang sering dijumpai yaitu sebuah panci air yang dipanaskan di atas kompor, arus konveksi terjadi sementara air yang dipanaskan di bagian bawah panci naik karena massa jenis (kerapatan)-nya berkurang dan digantikan oleh air yang lebih dingin di atas, dan contoh lainnya ketika sebatang kayu diceburkan ke dalam air akan terapung ke atas karena massa jenis kayu lebih kecil dari massa jenis air. Oleh karena itu peneliti bermaksud meneliti dan menerapkan konsep difusi pada peristiwa konveksi sebagai salah satu alternatif media pembelajaran percobaan atau eksperimen yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum.

Parameter yang dapat di amati pada peristiwa difusi di antaranya yaitu terjadinya gelembung-gelembung kecil pada lapisan batas, terjadinya gelombang larutan garam pada lapisan batas, dan peristiwa tercampurnya larutan garam dan air. Penelitian ini memanfaatkan *software* Logger Pro dalam *tracking* dan *fitting* data. *Microcomputer Based Laboratory (MBL)* lebih unggul digunakan karena data yang diperoleh mudah dalam pembacaannya dan pengambilan sampel data sebanyak yang diinginkan sehingga tingkat

ketelitiannya tinggi. Di samping ketelitiannya, data dapat ditampilkan dalam bentuk kurva, sehingga dapat memperjelas hubungan antara variabel yang dibaca sensor. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian penentuan koefisien difusi pada peristiwa konveksi antara dua fluida yang dipanaskan dengan memanfaatkan *Logger Pro*. Berdasarkan hal itu, peneliti merasa perlu untuk dibuat alat eksperimen penentuan nilai koefisien difusi pada larutan garam terhadap air dengan cara dipanaskan. Konsentrasi pada larutan garam di variasi untuk mengetahui perbedaan nilai koefisien difusi pada proses konveksi. Untuk difusi zat cair yang akan digunakan adalah air (aquades) yang mudah menguap sehingga proses difusi mudah untuk dilihat, larutan yang digunakan adalah larutan mudah terurai ion-ionnya di dalam air sehingga proses difusi mudah untuk diamati. Dengan adanya penelitian ini, dapat menambah alat eksperimen di laboratorium yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum, sehingga konsep fisika tentang difusi bisa terserap dengan baik oleh mahasiswa.

Berdasarkan uraian di atas penulis mencoba melakukan penelitian dengan mengangkat judul penelitian “Pengukuran Koefisien Difusi Pada Lapisan Batas Antara Dua Fluida Yang Dipanaskan.”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dan pengambilan data dilakukan di laboratorium dasar. Alat penelitian yang digunakan yaitu, penggaris, laser dioda, adaptor, LDR (*Light Dependent Resistor*), sensor tegangan, kabel penghubung/ kabel kuning, *Interface*, magnetic stik, neraca timbangan, *Beaker glass* Pyrex 1000 ml, kompor listrik, tissue, pewarna makanan, laptop Toshiba C640. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dan garam dapur (NaCl). Air dan garam dapur

(NaCl) digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini yang akan dipanaskan untuk mengetahui koefisien difusi. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti prosedur penelitian sebagai berikut, menyiapkan alat dan bahan penelitian yang digunakan, menyusun alat dan bahan menjadi sistem perangkat penelitian, mengatur posisi laser dan LDR agar sejajar, sehingga cahaya laser dapat diterima dengan tepat pada piringan LDR, mengukur posisi laser yang tertangkap di LDR dengan penggaris, posisi laser diukur dari dasar larutan NaCl, membuka perangkat lunak *Logger Pro 3.8.6* pada laptop, mengatur skala pada sumbu X, sumbu Y dan jumlah data yang akan diambil, memanaskan larutan garam dan air sampai benar-benar mendidih, pada saat yang bersamaan klik tombol *Collect* pada *Logger Pro*, sehingga grafik tegangan akan tampil di *Logger Pro*, melakukan analisis data dengan mengikuti langkah-langkah metode analisis data. Data yang diperoleh dari proses eksperimen selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan nilai koefisien difusi dengan metode analisis, Menentukan nilai koefisien difusi (D) dengan menggunakan persamaan (2) dengan konsentrasi (C), serta arah difusi terhadap sumbu X bukan terhadap sumbu Y maka persamaan untuk menganalisis koefisien difusi yaitu :

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

dengan D adalah koefisien difusi, $\frac{\partial C}{\partial t}$ adalah variasi konsentrasi terhadap waktu, $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ adalah diferensial kedua terhadap posisi laser terhadap konsentrasi.

Proses prakteknya parameter konsentrasi (C) dapat dirubah dengan tegangan (V) pada LDR,

$$\frac{\partial V}{\partial t} = D \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \quad (2)$$

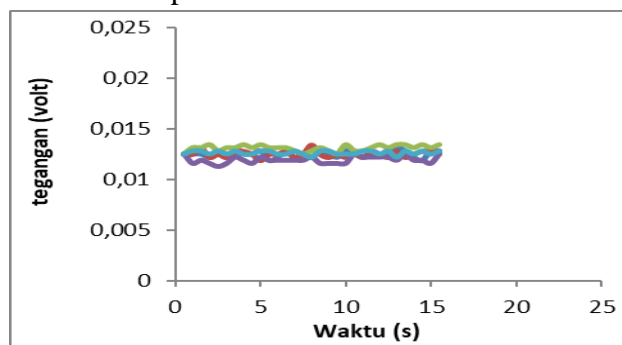
Karena V sebagai besaran t , maka persamaan (7) dapat ditulis:

$$\frac{\partial V(t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 V(x)}{\partial x^2} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data koefisien difusi dilakukan dengan menyusun rangkaian eksperimen, sensor tegangan dan *LabQuest* untuk input data kemudian disambungkan ke komputer menggunakan *software logger pro*. Hasil penelitian dari proses difusi pada lapisan batas antara dua fluida yang di panaskan.

Ketika *beaker glass* diisi air kemudian disinari dengan laser (pointer) maka seharusnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh setiap sensor akan sama. Nyatanya tidak sama sehingga perlu dilakukan kalibrasi. Caranya diambil salah satu nilai tegangan kemudian yang lain menjadi disamakan dengan menambah atau mengurangi terhadap selisih antara keduanya. Kalibrasi diikuti pada sensor ke 4 karena datanya relatif lebih stabil pada rentang waktu 0 sampai 15 detik.



Gambar 1. Akuisisi data tegangan terhadap waktu setelah dikalibrasi

Dari gambar grafik di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan linear, hal ini berarti sensor cahaya LDR dapat bekerja dengan baik dan konversi konsentrasi ke tegangan valid.

Posisi 5 buah laser diukur dari dasar gelas larutan NaCl dan air (larutan NaCl berada di

bagian bawah sedangkan air berada di bagian atas) dengan menggunakan penggaris. Posisi laser menunjukkan tebal lapisan NaCl sebelum dipanaskan. Hasil pengukuran posisi laser dari bawah (dasar) ke atas adalah:

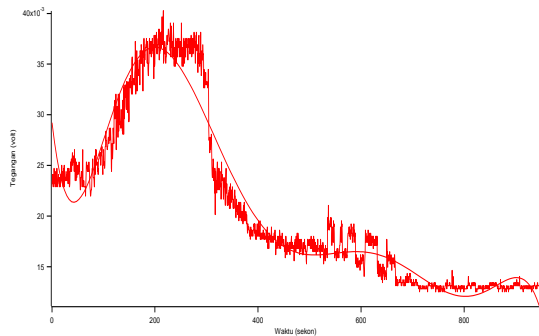
Tabel 1. Pengukuran posisi laser

Laser nomor	Posisi laser (cm)
1	1,50 ± 0,05
2	2,50 ± 0,05
3	3,40 ± 0,05
4	4,50 ± 0,05
5	6,50 ± 0,05

Cairan di dalam *beaker glass* dipanasi dari bawah sehingga terjadi konveksi panas. Bersamaan dengan ini semua laser yang berada di depan gelas di on kan sehingga sinar laser menembus cairan. Pemanasan dilakukan selama 1000 s sehingga cairan dalam beaker glass mendidih. Bersamaan dengan ini sensor tegangan mengukur tegangan LDR yang ditempatkan di belakang gelas lurus dengan sinar laser menangkap intensitas sinar laser yang mengenainya. Pada kondisi keruh maka tegangan LDR tinggi sedangkan ketika cairan bening maka tegangan LDR rendah. Oleh karena itu terjadinya konveksi air garam dengan air yang silih berganti menjadikan tegangan LDR naik dan turun.

Pada bagian dibawah diberikan data tegangan LDR pada tiap-tiap posisi pada berbagai waktu. Data tersebut selanjutnya dicari kesesuaiannya dengan fungsi tertentu. Semakin bergolak aliran cairan semakin besar derajat fungsi polinial yang dibutuhkan. Dari profil data yang diperoleh hanya polinomial orde 8 yang memiliki kesesuaian dengan titik-titik data waktu-tegangan.

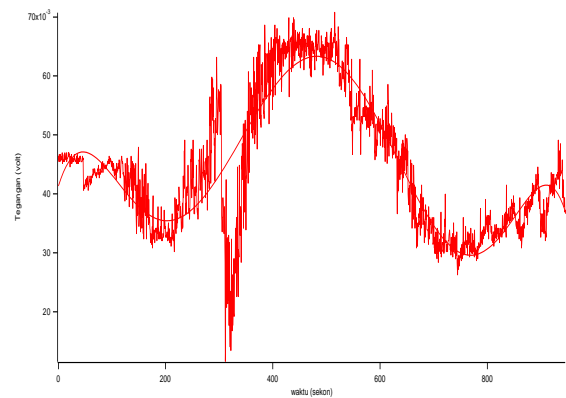
1. Grafik nilai polinomial waktu terhadap tegangan larutan NaCl 10 gram
 - a. Sensor 1 dengan posisi 1,5 cm dari dasar larutan NaCl



Gambar 2. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 1

Dari gambar 2 tampak adanya kurva yang menonjol dari waktu 0 sampai sekitar 400s kemudian setelah kurva berangsur-angsur turun sampai tegangan sekitar 10 V. Pada tegangan yang meninggi menandakan bahwa pada saat itu sensor 1 menerima sinar laser yang menembus larutan garam sehingga tegangannya naik. Pemanasan dilakukan sejak awal, namun pada range waktu 0 s.d. 400s ini panas garam belum mampu menghasilkan konveksi air yang berada di lapisan atas untuk turun sehingga larutan menjadi jernih. Pada range waktu 400s s.d. 700s panas larutan sudah sedemikian rupa sehingga larutan garam yang berada di bawah mampu mendifusi ke air yang berada di bagian atas sehingga terjadi percampuran antara larutan garam dan air. Dalam konveksi pada dua jenis cairan, kedua cairan akan saling campur terlebih dulu. Setelah keduanya bercampur kemudian cairan yang lebih dingin akan turun ke bawah sedangkan larutan yang panas akan naik ke atas. Campuran antara larutan garam dan air ini menghasilkan larutan yang lebih jernih dibanding dengan larutan garam, kemudian turun ke bawah sehingga diamati oleh sensor 1 tegangan sensor menjadi rendah (sekitar 10 V).

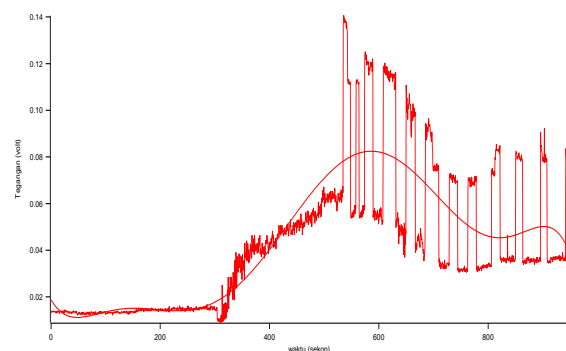
b. Sensor 2 dengan posisi 2,5 cm



Gambar 3. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 2

Dari gambar 3 tampak kurva yang menonjol telah bergeser dari waktu 0 sampai sekitar 400 s pada sensor 1 menuju ke 200 s s.d. 700 s. Pergeseran puncak tegangan ke posisi yang lebih kanan ini menunjukkan bahwa air garam telah bergerak dari bawah ke atas sehingga sensor 2 menangkap data tegangan yang tinggi. Setelah itu air yang dari atas telah berhasil turun menggeser posisi larutan garam sehingga sensor 2 menangkap tegangannya turun lagi.

c. Sensor 3 dengan posisi 3,4 cm



Gambar 4. Kurva tegangan untuk sensor 3

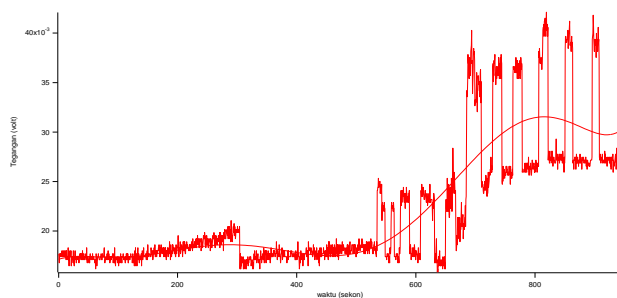
Sensor ini berada di atas bidang batas antara air dan garam sehingga pada kondisi awal sinar laser mengenai air. Oleh karena itu tegangan LDR kecil.

Dari kurva pada gambar 4 tampak kondisi air dari waktu 0 sampai 250s tampak lurus dan belum menunjukkan perubahan. Ini berarti pada rentang waktu ini belum terjadi

konveksi panas dari garam ke air. Namun setelah pemanasan selama 400s dan seterusnya kurva menaik dari sebelumnya hingga tinggi maksimum 0.14 volt. Ini artinya pada posisi 3 larutan mengalami kondisi yang paling keruh yang menunjukkan bahwa larutan garam telah mengalir sampai ke lokasi 3. Selanjutnya mulai 550s dan seterusnya sampai 800s kurva tampak bergolak naik turun.

Hal ini menunjukkan cairan telah mendidih sehingga terjadi siklus aliran antara air dan air garam. pada satu waktu air garam naik dari bawah ke atas dan air turun dari atas ke bawah. Ketika air garam naik ke air maka cairan menjadi keruh dan tegangan LDR naik.

d. Sensor 4 dengan posisi 4,5 cm

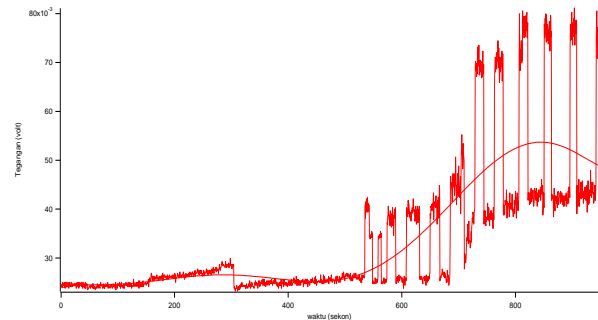


Gambar 4. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 4

Sensor ke 4 ini berada di tengah sehingga pada kondisi awal sinar laser mengenai air. Oleh karena itu tegangan LDR kecil. Pada gambar 24 tampak kurva kondisi air dari waktu 0 sampai 400s kurva tampak lurus dan belum menunjukkan perubahan karena pada waktu tersebut belum terjadinya konveksi, sehingga pada waktu 480s sampai sudah terjadi konveksi larutan dimana ditunjukkan adanya perubahan posisi kurva, pada waktu 800s tampak kurva mengalami proses difusi dengan ditandai adanya posisi kurva yang naik turun, ketika air garam naik ke air maka cairan menjadi keruh dan tegangan LDR naik. dan dengan demikian

maka semakin lama larutan akan terus berkonveksi terhadap air dan terjadinya pencampuran antara larutan NaCl terhadap air.

e. Sensor 5 dengan posisi 6,5 cm

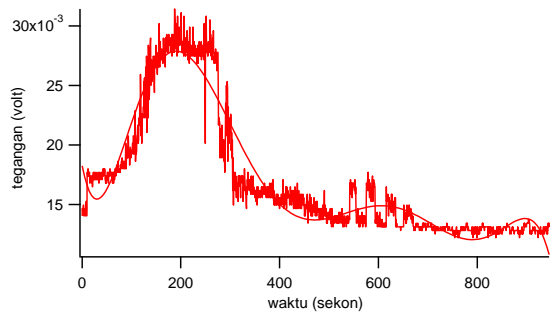


Gambar 5. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 5

Sensor ini berada paling atas sendiri sehingga dapat terlihat bahwa kondisi awal sinar laser mengenai air. Oleh karena itu tegangan LDR kecil. Dari gambar 25 tampak kurva kondisi air dari waktu 0 sampai waktu 500s kurva tampak lurus dan tidak menunjukkan perubahan karena pada posisi tersebut belum terjadi konveksi panas, sehingga pada waktu 550s sudah terjadi konveksi panas dengan ditunjukkan adanya perubahan posisi kurva yang dimana kurva mengalami pergolakan. Hal ini menunjukkan cairan telah mendidih sehingga terjadi siklus aliran antara air dan air garam. pada satu waktu air garam naik dari bawah ke atas dan air turun dari atas ke bawah. Ketika air garam naik ke air maka cairan menjadi keruh dan tegangan LDR naik. sehingga pada waktu 800s tampak kurva mengalami proses difusi dengan ditandai adanya posisi kurva yang naik turun, dan semakin lama larutan garam dan air mengalami pencampuran.

2. Grafik nilai polinomial waktu terhadap tegangan untuk larutan NaCl 15 gram

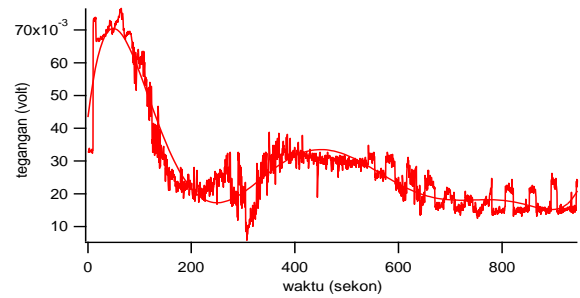
a. Sensor 1 dengan posisi 1,5 cm dari dasar larutan NaCl



Gambar 6. kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 1

Gambar 6 tampak adanya kurva yang menonjol dari waktu 0 sampai 200s kemudian kurva berangsur-angsur turun. Pada tegangan yang meninggi menandakan bahwa pada saat itu sensor 1 menerima sinar laser yang menembus larutan garam sehingga tegangannya naik. Pemanasan dilakukan sejak awal, namun pada range waktu 0 s.d. 400s ini panas garam belum mampu menghasilkan konveksi air yang berada di lapisan atas untuk turun sehingga larutan menjadi jernih. Pada range waktu 400s s.d. 750s panas larutan sudah sedemikian rupa sehingga larutan garam yang berada di bawah mampu mendifusi ke air yang berada di bagian atas sehingga terjadi percampuran antara larutan garam dan air. Dalam konveksi pada dua jenis cairan, kedua cairan akan saling campur terlebih dulu. Setelah keduanya bercampur kemudian cairan yang lebih dingin akan turun ke bawah sedangkan larutan yang panas akan naik ke atas. Campuran antara larutan garam dan air ini menghasilkan larutan yang lebih jernih dibanding dengan larutan garam.

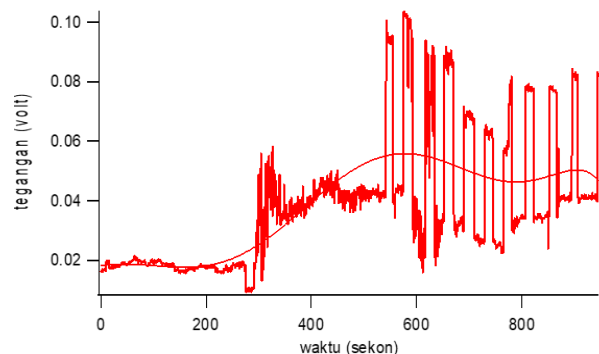
b. Sensor 2 dengan posisi 2,5 cm



Gambar 7. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 2

Sensor 2 gambar 7 tampak adanya kurva yang menonjol dari waktu 0 sampai 200s kemudian kurva berangsur-angsur turun. Pada tegangan yang meninggi menandakan bahwa pada saat itu sensor 2 menerima sinar laser yang menembus larutan garam sehingga tegangannya naik. Pada range waktu 400s panas larutan mampu mendifusi ke air yang berada di bagian atas sehingga terjadi percampuran antara larutan garam dan air. Dalam konveksi pada dua jenis cairan, kedua cairan akan saling campur terlebih dulu. Setelah keduanya bercampur kemudian cairan yang lebih dingin akan turun ke bawah sedangkan larutan yang panas akan naik ke atas. Campuran antara larutan garam dan air ini menghasilkan larutan yang lebih jernih dibanding dengan larutan garam.

c. Sensor 3 dengan posisi 3,4 cm

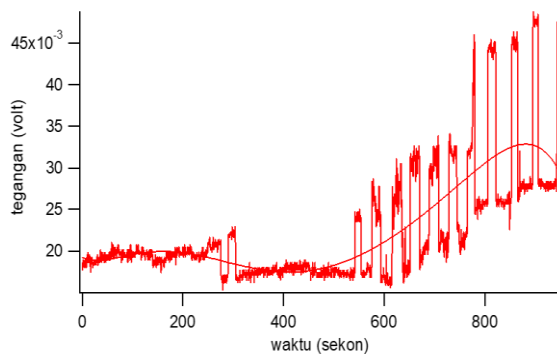


Gambar 8. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 3

Sensor 3 tampak kurva kondisi air dari waktu 0 sampai 250s belum adanya konveksi sehingga pada kurva tampak lurus dan

belum menunjukkan perubahan, sehingga pada waktu 300s sampai 450s sudah terjadi konveksi larutan dengan ditunjukkan adanya perubahan posisi kurva, waktu 800s tampak kurva menunjukkan adanya proses difusi dengan ditandai adanya posisi kurva yang naik turun, sehingga semakin lama kondisi tersebut mengalami difusi yang dimana larutan garam dan air terus mengalami pencampuran.

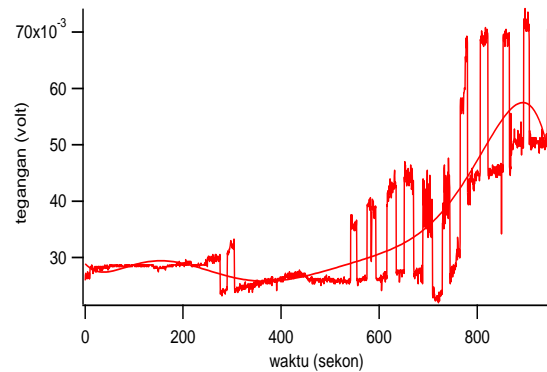
d. Sensor 4 dengan posisi 4,5 cm



Gambar 9. Kurva tegangan terhadap waktu untuk sensor 4

Dari gambar 9 tampak kurva kondisi air dari waktu 0 sampai 400s kurva tampak lurus dan belum menunjukkan perubahan karena pada waktu tersebut belum terjadinya konveksi, sehingga pada waktu 600s pada kurva tersebut terjadi konveksi larutan dengan ditunjukkan adanya perubahan posisi kurva yang menonjol, pada waktu 900s tampak kurva mengalami proses difusi dengan ditandai adanya posisi kurva yang naik turun, dan dengan demikian maka semakin lama larutan akan terus berkonveksi terhadap air dan terjadinya pencampuran antara larutan garam terhadap air.

e. Sensor 5 dengan posisi 6,5 cm



Gambar 10. Kurva Tegangan Terhadap Waktu Untuk Sensor 5

Gambar 10 tampak kurva kondisi air dari waktu 0 sampai waktu 500s kurva tampak lurus dan belum adanya perubahan posisi kurva karena pada posisi tersebut belum terjadi konveksi, pada waktu 600s sudah terjadi konveksi larutan dengan ditunjukkan adanya perubahan posisi kurva, pada waktu 900 s tampak kurva mengalami proses difusi dengan ditandai adanya posisi kurva yang naik turun. Sehingga semakin lama larutan garam dan air mengalami pencampuran.

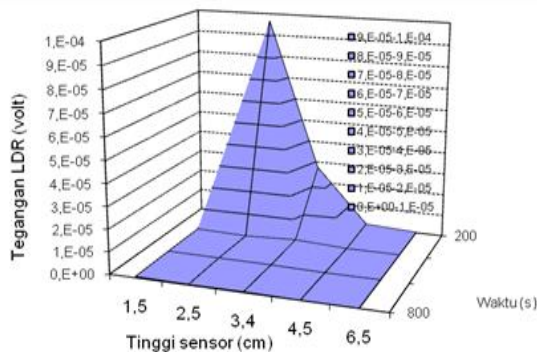
3. Penentuan nilai koefisien difusi

Penentuan nilai koefisien difusi larutan NaCl 10 gram dan 15 gram dihitung menggunakan persamaan (3). Tabel dibawah ini menunjukkan tabel nilai koefisien difusi pada berbagai waktu (s).

Tabel 2. Nilai koefisien difusi larutan NaCl 10 gram pada t = 200s, 400s, 600s, dan 800s

Tinggi laser (cm)	Waktu (sekon)			
	200	400	600	800
1.5	1.37E-05	9.51E-07	7.90E-07	4.85E-07
2.5	9.65E-05	3.19E-07	6.15E-07	1.82E-07
3.4	2.72E-05	1.34E-06	4.81E-07	2.82E-07
4.5	1.51E-06	4.75E-08	3.54E-08	6.37E-09
6.5	2.18E-07	6.36E-08	6.05E-08	1.51E-08

Kemudian dapat dilihat gambar grafik nilai koefisien difusi dimana posisi laser (cm) yang berada pada sumbu x, waktu (s) pada sumbu y, dan tegangan LDR pada sumbu z.

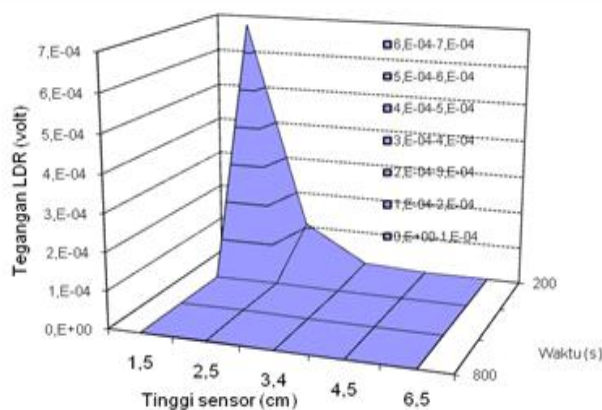


Gambar 11. Posisi Nilai Koefisien Difusi

Tabel 3. Nilai koefisien difusi larutan NaCl 15 gram pada $t = 200s, 400s, 600s, \text{ dan } 800s$

Tinggi posisi laser (cm)	Waktu (sekon)			
	200	400	600	800
1.5	6.75E-04	4.06E-07	5.16E-07	3.39E-07
2.5	1.08E-04	1.93E-06	2.53E-06	1.44E-06
3.4	8.31E-06	2.17E-07	6.68E-08	1.61E-09
4.5	1.10E-07	2.28E-08	1.08E-07	7.33E-08
6.5	3.13E-07	7.97E-08	2.84E-07	3.39E-07

Kemudian dapat dilihat nilai koefisien difusi dimana posisi laser (cm) yang berada pada sumbu x, waktu (s) pada sumbu y, dan tegangan LDR pada sumbu z



Gambar 12. Posisi Nilai Koefisien Difusi

Pada penelitian penentuan koefisien difusi larutan NaCl dalam air, analisis data yang

digunakan berupa analisis grafik dengan *software* Logger Pro. Untuk memulai analisis, data hasil *tracking* Logger Pro yaitu data tegangan terlebih dahulu dilakukan *zero offset*, yaitu menyamakan nilai tegangan pada saat $t = 0$ dengan menjadikan salah satu nilai tegangan sebagai acuan. Hal ini karena seharusnya pada awal pemanasan besarnya tegangan yang terbaca pada Logger Pro sama. Namun untuk menjaga kestabilan intensitas suatu sumber cahaya, khususnya laser dioda adalah sulit. Selain pengaruh temperatur lingkungan, pada laser dioda pun terjadi pemanasan sendiri (*self heating*). Panas yang ditimbulkan berdampak juga pada kestabilan daya dan panjang gelombang cahaya yang dipancarkan (Waluyo, dkk., 2010).

Data yang telah dilakukan *zero offset* kemudian diinputkan ke *software* Logger Pro untuk *fitting*. Pada penelitian ini dilakukan *fitting* menurut polinomial orde 8 untuk grafik waktu terhadap tegangan dan grafik posisi laser terhadap tegangan. Penggunaan polinomial orde 8 ini dikarenakan bahwa aliran fluida pada proses pemanasan tidak tunak (*non-steady*) sehingga akan terjadi turbulensi. Turbulensi menyebabkan data yang diperoleh membentuk grafik kelengkungan sehingga untuk *memfittingnya* membutuhkan polinomial sampai orde tinggi yaitu dalam penelitian ini sampai orde 8. Untuk menghitung besarnya koefisien difusi, data hasil *fitting* dianalisis menggunakan persamaan hukum Fick kedua dengan mengkonversi konsentrasi ke tegangan.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (3) didapatkan nilai koefisien difusi (D) pada saat $t = 200s, 400s, 600s, 800s$ seperti tampak pada tabel di atas. Besarnya koefisien difusi pada penelitian ini tidak tetap untuk setiap posisi. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa jenis aliran airnya tidak dalam keadaan tunak. Difusi sangat dipengaruhi suhu. Semakin tinggi suhu,

partikel mendapatkan energi untuk bergerak lebih cepat maka semakin cepat pula kecepatan difusinya.

KESIMPULAN

Telah dilakukan pengukuran koefisien difusi pada lapisan batas antara dua fluida yang dipanaskan dengan bahan dari laser dioda, LDR, sensor tegangan dengan berbantuan software Logger Pro dapat digunakan untuk menentukan nilai koefisien difusi larutan NaCl dalam air.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai koefisien difusi larutan NaCl dalam air pada peristiwa konveksi berbagai posisi dalam waktu yang sama tidak tetap. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa jenis aliran airnya tidak dalam keadaan tunak.

DAFTAR PUSTAKA

Campbell, A. (2008). *Biology, Eight Edition*. Alih Bahasa Wulandari Tyas Damaring. 2012. *Biologi*. Jakarta: Erlangga

Tipler, Paul A. (1998). *Fisika Untuk Sains Dan Teknik. Jilid 1*. Jakarta. Erlangga.

Sulistyaningsih, D. (2014). *Rancang Bangun Alat Penentuan Koefisien Difusi Air Dalam Minyak Pada Peristiwa Konveksi Berbantuan Software Logger Pro*. Skripsi. Universitas Ahmad Dahlan.

Trihandaru, S, Ayuk W, Septriana R. dan Buce. (2012). *Pemodelan dan Pengukuran Difusi Larutan Gula dengan Lintasan Cahaya Laser*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY. Purworejo, April 14.

Waluyo, Dwi Bayuwati dan Bambang Widiyatmoko. (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Sumber dan Detektor Cahaya untuk Ekstensometer Serat Optik*. Jurnal Fisika-Himpunan Fisika Indonesia. Vol. 10, No. 1: 56-67.