

ANALISIS NUMERIK BILAH KIPAS MESIN TURBOFAN TAY650-15 YANG MENGALAMI RETAK MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Oleh:
Ade Irfansyah

Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I, No. 73 Surabaya 60236
E-Mail: ade_irfansyah@dephub.go.id

Abstrak

Faktor Intensitas Tegangan (K) akibat adanya perambatan retak pada model bilah kipas mesin turbofan TAY 650-15 yang diperbaiki dengan teknik scallop dikaji secara komputasional. Perubahan harga K terhadap panjang retak diamati untuk memprediksi umur sisa dari bilah kipas. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa bilah kipas yang diperbaiki dengan teknik scallop yang melebihi kedalaman dalam SRM akan memiliki umur sisa yang jauh lebih pendek dari umur yang ditentukan oleh pabrik.

Abstract

The Stress Intensity Factor (K) caused by crack growth at fan blade model of turbofan engine TAY 650-15 which repaired using scallop technique was investigated computationally. The alteration of the K value toward crack length was examined to predict the life limit of the fan blade. The simulation indicate that fan blade was repaired using scallop technique with depth exceeds the SRM restrictions would has life limit much shorter then life limit was given by manufacture.

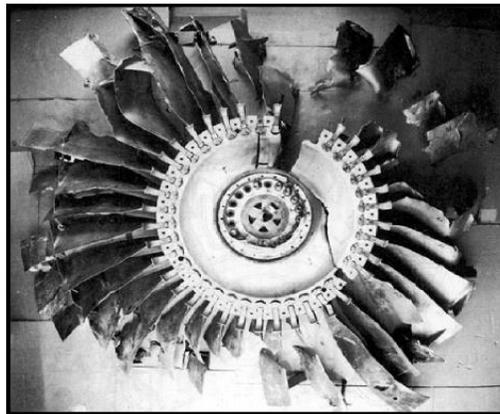
Keywords: *Finite Elemen Methods, Stress Intensity Faktor, Fatigue Life.*

PENDAHULUAN

Jenis mesin yang banyak digunakan pada pesawat udara komersial adalah jenis mesin *turbofan*. Mesin *turbofan* merupakan salah satu jenis mesin turbin gas yang menggunakan udara sebagai fluida kerja, kemudian diproses untuk membangkitkan gaya dorong. Perbedaan mesin ini dengan jenis mesin turbin gas lainnya adalah penggunaan *fan* atau kipas sebagai *low pressure compressor* dan pembangkit gaya dorong (*thrust*). Penggunaan bilah kipas akan menurunkan efisiensi kerja jet sebagai pembangkit gaya dorong. Hal ini berdampak juga pada penurunan tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh semburan jet. Oleh karena itu mesin ini menjadi pilihan utama pesawat komersial berkecepatan *high subsonic* yang sangat memperhatikan kenyamanan penumpang. Bilah kipas berfungsi mengalirkan udara kedalam mesin, yang selanjutnya digunakan sebagai bahan pembakar yang dapat menghasilkan energi. Energi ini digunakan untuk memutar kipas turbin yang menghasilkan gaya dorong pada pesawat, juga digunakan sebagai pembangkit listrik.

Dikarenakan fungsinya yang sangat penting didalam sistem *power plant*, maka bilah kipas harus dipastikan kondisinya tetap terjaga baik selama penerbangan berlangsung. Bilah kipas berada dibagian depan dari sistem, sehingga kondisinya bergantung dari beban-beban yang bekerja, dan juga akan bertumbukan dengan benda-benda yang mengalir bersama udara. Bilah kipas didesain dengan kriteria *Safe Life*, yang artinya bilah kipas tidak boleh mengalami kerusakan selama usia operasinya. Umur operasi untuk bilah kipas mesin TAY650-15 *Rolls Royce* menurut PT. NTP selaku perusahaan perawatan mesin pesawat udara, adalah sekitar 20.000 *cycle*. Dalam operasinya bilah kipas mengalami pengikisan dan tidak jarang menjadi cacat akibat tumbukan dengan benda-benda yang mengalir bersama udara. Jika hal ini tidak segera ditangani, maka bilah kipas akan patah dan juga akan menyebabkan kerusakan pada bagian yang lain dari mesin, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

Kerusakan pada bilah kipas dapat diakibatkan oleh perambatan retak akibat beban *fatigue*. Parameter yang digunakan dalam menganalisis perambatan retak pada struktur adalah Faktor Intensitas Tegangan (*Stress Intensity Factor, K*). K didapatkan dari perhitungan Strain Energy Release (G) yang digunakan untuk membuka permukaan retak terhadap modulus elastisitas material (E). Sedangkan untuk mendapatkan G diperlukan besarnya gaya dan perpindahan pada setiap nodal, dari hasil analisis Metode Elemen Hingga.



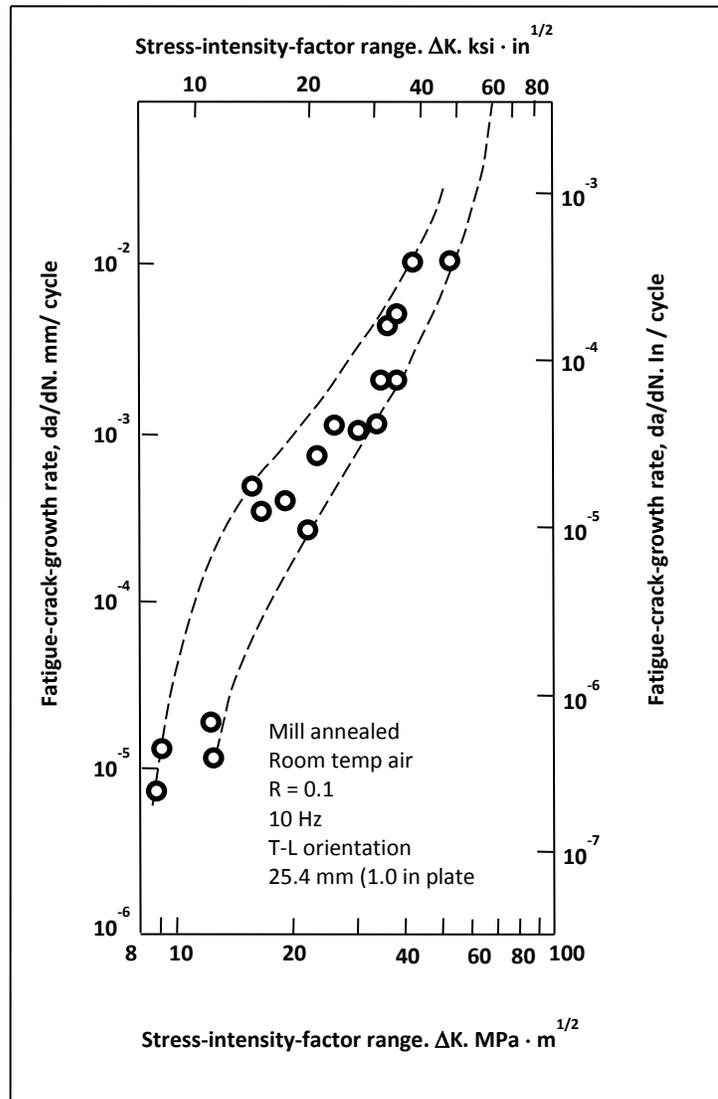
Gambar 1. Kerusakan pada bilah kipas

Bilah kipas yang mengalami retak dianalisis dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Pemodelan bilah kipas yang akan dianalisis adalah model bilah kipas 2D dan model solid 3D yang telah diperbaiki dengan teknik *scallop*.

Material yang digunakan dalam memodelkan bilah kipas adalah Titanium Alloy Ti6Al4V dengan modulus elastisitas 160 GPa. Nilai K yang didapatkan bervariasi berdasarkan panjang retak (a). Retak akan dimodelkan terus merambat dengan besaran Δa hingga mencapai a kritis. Panjang retak kritis (a_c) adalah panjang retak yang akan menyebabkan kegagalan pada struktur. Cara mendapatkan a_c adalah dengan membandingkan nilai K dengan nilai *fracture toughness* (K_c). Jika nilai K sama dengan atau lebih besar dari nilai K_c maka struktur akan gagal (patah).

Selain mendapatkan a_c analisis ini dilanjutkan hingga mendapatkan umur sisa dari bilah kipas hingga mengalami kegagalan. Umur sisa dari bilah kipas dapat ditentukan dengan merujuk pada data hasil pengujian *fatigue crack growth* dari material titanium alloy jenis Ti6Al4V, yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Terdapat beberapa kasus yang sering ditemukan dalam proses perawatan bilah kipas mesin *turbofan*. Ketika mesin beroperasi, terdapat partikel-partikel padat yang terhisap ke dalam mesin. Partikel-partikel ini bertumbukan dengan bilah kipas yang berputar. Salah satu akibat dari tumbukan partikel dengan bilah kipas ini adalah *nicking*. *Nicking* merupakan salah satu jenis cacat berupa *notch* yang terjadi pada bilah kipas. Daerah yang sering mengalami *nicking* adalah *leading edge*.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian *fatigue crack growth* pada material Ti6Al-4V

Pada saat mesin beroperasi, bilah kipas akan menerima beban putar (*rotation force*) dan beban aerodinamika. Respon tegangan yang terjadi akibat pembebanan pada bilah kipas yang mengalami cacat berbeda dengan bilah kipas yang ideal (tidak terdapat cacat). Perbedaan tersebut adalah terjadinya fenomena konsentrasi tegangan pada bagian di sekitar *nicking*. Konsentrasi tegangan merupakan respon tegangan yang terdistribusi tidak seragam akibat adanya *diskontinuitas* geometri. Jika tingkat konsentrasi tegangan melebihi kekuatan material, secara teoritis bilah kipas akan mengalami kegagalan. Oleh karena itu perusahaan pembuat mesin menetapkan prosedur perbaikan untuk mengatasi cacat ini. Prosedur yang dilakukan dalam mengatasi cacat ini adalah *scallop* dan *dressing*. *Scallop* adalah pengikisan pada daerah yang mengalami cacat agar *diskontinuitas* geometri tidak terlalu tajam sehingga konsentrasi tegangan dapat dikurangi. Sedangkan *dressing* adalah pengikisan pada seluruh permukaan *leading edge* atau *trailing edge* sehingga *chord* dari bilah kipas akan berkurang. *Scallop* dan *dressing* ini memiliki batas toleransi ukuran yang diperbolehkan. Apabila batas toleransi ini sudah dilewati, maka bilah harus diganti dengan yang baru (*discard*).

PEMODELAN NUMERIK

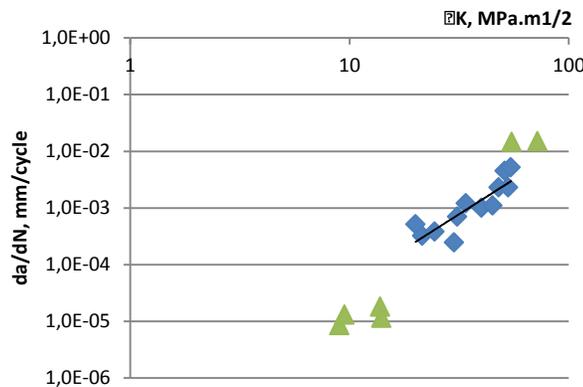
Bilah kipas mesin Turbofan TAY 650-15 memiliki panjang 400 mm dari pangkal penumpu hingga ujung tip bilah, serta memiliki lebar 180 mm dari *leading edge* hingga *trailing edge*. Tinggi bagian bilah kipas yang terkena aliran udara dari *root* ke *tip* adalah sekitar 380 mm. Bagian ini memiliki luas permukaan sekitar 0.132 m²

Structural Repair Manual (SRM) tidak menyebutkan secara langsung jenis material yang digunakan sebagai bahan dasar bilah kipas kompresor pada mesin pesawat TAY 650-15. Namun dari keterangan PT. NTP material yang biasa digunakan adalah Ti6Al4V dan Nimonic-75. Material Ti6Al4V merupakan kelompok paduan alpha-beta Titanium yang menggunakan Aluminium dan Vanadium sebagai bahan paduan. Data material properties dari Titanium alloy jenis Ti6Al4V dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data material properties Ti6Al4V

| (E) | (ρ) | (ν) | (σ _y) | (σ _{ult}) | (K _{IC}) |
|----------------|-------------------------------|-----|-------------------|---------------------|--------------------|
| 160 GP a | 4144 kg/ m ³ | 0.3 | 825 MPa | 930 MPa | 44 MPa. √m |

Sedangkan data hasil pengujian *fatigue crack growth* pada material Ti6Al-4V yang telah ditunjukkan pada Gambar 2, dapat dibuat garis regresi pada daerah linear (*Region 2*) seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.



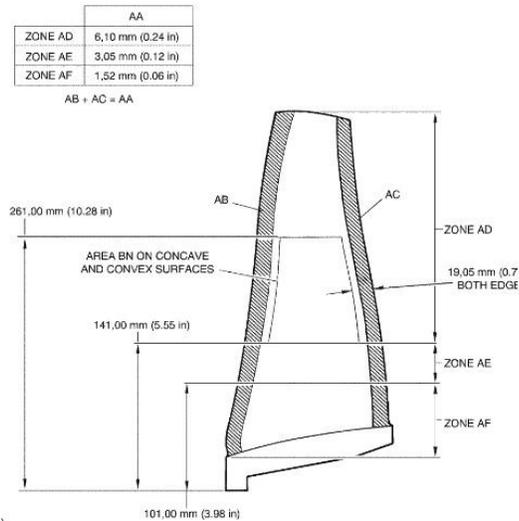
Gambar 3. Garis regresi pada daerah linear (*Region II*).

Garis regresi ini digunakan untuk mendapatkan persamaan garis seperti ditunjukkan dalam persamaan 1.

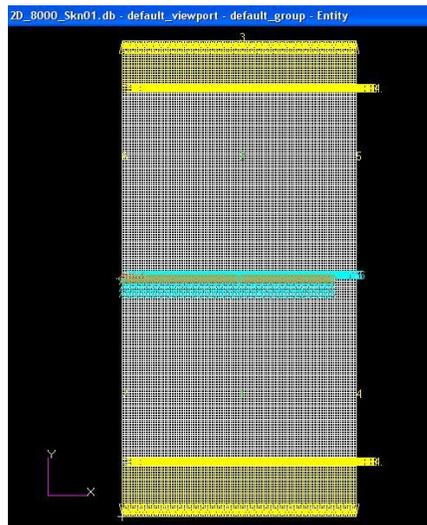
$$\frac{da}{dN} = 2 \cdot 10^{-7} (\Delta K)^{2.458} \quad (1)$$

Persamaan 1 digunakan untuk mendapatkan harga da/dN untuk setiap harga ΔK yang berubah terhadap panjang retak.

Dalam permodelan cacat, perlu diperhatikan beberapa hal yang telah ditentukan dalam manual perawatan bilah kipas TAY650-15 khususnya pada bagian yang membahas kasus *nicking* serta *scallop* seperti ditunjukkan didalam Gambar 4.



Gambar 4. Pembagian zona bilah kipas mesin TAY650-15



Gambar 5. Model elemen *shell* 2D

Dalam manual perawatan bilah kipas TAY650-15 daerah bilah kipas dibagi menjadi 3 bagian sebagai berikut:

- Zona *AF* : yaitu daerah yang berjarak 0mm s.d 101 mm dari tumpuan.
- Zona *AE* : yaitu daerah yang berjarak 101 mm s.d 141mm dari tumpuan
- Zona *AD* : yaitu daerah yang berjarak lebih dari 141 mm dari tumpuan

Setiap zona memiliki batasan toleransi maksimal kedalaman *scallop* yang diperbolehkan. Dalam tugas akhir ini, retak yang akan dimodelkan terletak pada zona antara *AD* dan *AE* yaitu 140 mm dari *Root*, seperti ditunjukkan dalam gambar 5.

Model Bilah Kipas 2D

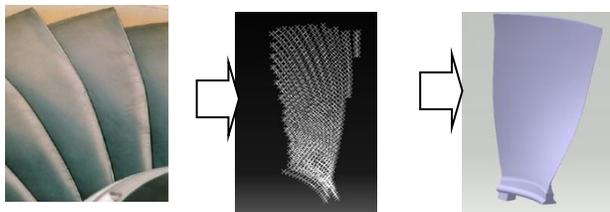
Model bilah kipas 2D dibuat menggunakan perangkat lunak Patran 2005 dan dianalisis menggunakan Nastran 2005. Model 2D dibuat dengan menggunakan elemen *shell* empat nodal. Bentuk geometri untuk model 2D berupa pelat persegi panjang dengan ketebalan seragam. Beban pada model 2D di modelkan dengan gaya tarik statik pada kedua ujung atas dan bawah, dan dibotong pada bagian tengah

untuk diletakkan penumpu, untuk lebih jelasnya lihat Gambar 5. Retak pada model 2D dibuat dengan cara memisahkan nodal pada elemen yang bersebelahan, sehingga membentuk sepasang permukaan retak

Model Bilah Kipas 3D

Model bilah kipas 3D dibuat menggunakan perangkat lunak Catia V5R18. Bilah kipas dimodelkan dengan elemen solid berbentuk *linear tetrahedron mesh*. Geometri model 3D memiliki bentuk yang sama dengan geometri bilah kipas sesungguhnya. Geometri model 3D dibuat oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan teknik *reverse engineering*, yang dilakukan di PT. NTP dengan cara melakukan *scanning 3D* sehingga mendapatkan *point clouds*. Setelah mendapatkan *point clouds* kemudian dibuat *outer surface* dan akhirnya mendapatkan model solid, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6

Untuk model solid 3D, retak dibuat dengan cara membuat cacat yang berbentuk celah yang sangat tipis. Celah tipis ini ditempatkan pada jarak 205 mm dari pangkal bilah kipas, dengan cacat *scallop* pada bagian *leading edge*.



Gambar 6. Pembuatan model kipas 3D

Scallop dimodelkan dengan bentuk setengah *ellips* seperti ditunjukkan dalam Gambar 7. Cacat *scallop* dibuat berdasarkan data pada Tabel 2.



Gambar 7. Model 3D dengan *Scallop* untuk ukuran AA= 8mm

Tabel 2. Data panjang dan kedalaman *scallop* (dalam mm)

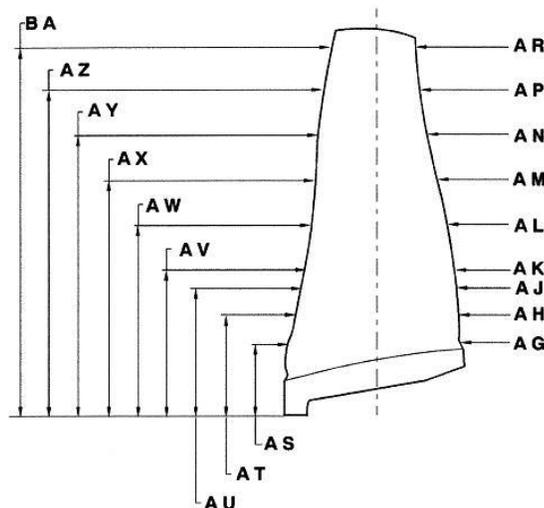
| | AW | AL | AA | 10A A |
|--------------|-----|------------|----|----------|
| Dalam Manual | 211 | 172.0 7 | 8 | 80 |
| Model | 211 | 170 | 10 | 100 |

Untuk kedalaman *scallop* (lebar chord minimum, AL) yang dibuat model adalah kedalaman yang melebihi ketentuan manual, yaitu sebesar 170 mm (selisih 2 mm dengan ketentuan dalam manual perawatannya). Hal ini dilakukan dikarenakan permintaan dari PT NTP yang ingin mengetahui hasil analisis jika bilah kipas TAY650-15 memiliki kedalaman *scallop* diluar ketentuan manual perawatannya yang ditunjukkan dalam Tabel 3 dan Gambar 8.

Beban yang diterima oleh bilah turbin cukup rumit, antara lain beban akibat reaksi dari gaya sentripetal, beban termal dan beban aerodinamika. Pada penelitian ini hanya menggunakan beban akibat reaksi dari gaya sentripetal murni dikarenakan beban ini adalah yang paling dominan. Beban akibat reaksi dari gaya sentripetal adalah beban yang disebabkan adanya gaya akibat reaksi dari gaya sentripetal. Sedangkan gaya akibat reaksi dari gaya sentripetal adalah gaya axial berupa tarik yang disebabkan oleh massa benda tersebut, yang diputar dengan jarak r dari pusat massanya.

Tabel 3. Lebar minimum chord pada setiap daerah dari bilah kipas TAY 650-15

| Height Letter | Section Height (Gauge) | Chord Letter | Minimum Chord Width |
|---------------|------------------------|--------------|----------------------|
| AS | 81,00 mm (3.189 in) | AG | 174,72 mm (6.879 in) |
| AT | 101,00 mm (3.98 in) | AH | 174,65 mm (6.876 in) |
| AU | 141,00 mm (5.55 in) | AJ | 173,46 mm (6.829 in) |
| AV | 161,00 mm (6.34 in) | AK | 171,13 mm (6.737 in) |
| AW | 211,00 mm (8.31 in) | AL | 172,07 mm (6.774 in) |
| AX | 261,00 mm (10.28 in) | AM | 173,55 mm (6.833 in) |
| AY | 311,00 mm (12.24 in) | AN | 177,13 mm (6.974 in) |
| AZ | 361,00 mm (14.21 in) | AP | 184,43 mm (7.261 in) |
| BA | 401,00 mm (15.787 in) | AR | 190,75 mm (7.510 in) |



Gambar 8. Panduan *Scallop* dalam Manual Perawatan TAY650-15

Besarnya beban akibat reaksi dari gaya sentripetal pada model ditentukan dengan cara membagi model menjadi beberapa bagian (dalam hal ini adalah 19 bagian). Model dibagi menjadi beberapa bagian adalah dikarenakan gaya akibat reaksi dari gaya sentripetal adalah merupakan fungsi dari luas

penampang. Cara menentukan besaran dari beban akibat reaksi dari gaya sentripetal (F_s) adalah menurut Persamaan 2 dan Persamaan 3, dengan terlebih dahulu merubah satuan kecepatan sudut dari rpm menjadi rad/s menurut Persamaan 4 dan Persamaan 5.

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

$$\omega = 2\pi \frac{n}{T} \quad (3)$$

$$F_s = \rho \omega^2 \int_r^t A r dr \quad (4)$$

$$F_s = \rho \omega^2 |0.5Ar^2|_r^t \quad (5)$$

Keterangan:

ω : Kecepatan sudut dengan satuan rad/sec

n : Jumlah putaran dalam satu menit (rpm)

T : Satuan waktu dalam detik

ρ : Masa jenis material

A : Luas penampang

Subscript r : Jarak *root* terhadap sumbu putar

Subscript t : Jarak *tip* terhadap sumbu putar

Hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan Metode Elemen Hingga menggunakan perangkat lunak MSC Patran-Nastran 2005 adalah berupa *Displacement* (perpindahan tiap *nodal*), serta gaya pada *Nodal*, sedangkan pada CATIA V5R18 hasil yang diperoleh berupa *Strain Energy*.

Untuk menentukan besaran dari *Energy Release Rate (G)* diperlukan besaran gaya pada nodal sebelum retak membuka, dan perpindahan nodal setelah retak membuka dengan menggunakan Persamaan 6 sampai dengan Persamaan 9.

$$G_I = -\frac{1}{2\Delta a} \cdot Z_i \cdot (w_l - w_{l*}) \quad (6)$$

$$G_{II} = -\frac{1}{2\Delta a} \cdot X_i \cdot (u_l - u_{l*}) \quad (7)$$

$$G_{III} = -\frac{1}{2\Delta a} \cdot Y_{Li} \cdot (v_{Li} - v_{Li*}) \quad (8)$$

$$G_T = G_I + G_{II} + G_{III} \quad (9)$$

Setelah mendapatkan besarnya G , maka selanjutnya Faktor Intensitas Tegangan (K) ditentukan dari perhitungan energi semu yang diperlukan untuk mengatupkan permukaan retak disekitar ujung retak (*Virtual Crack Closure technique*) menggunakan persamaan 10. Besaran K akan bervariasi terhadap panjang retak.

$$K = \sqrt{G_T \times E} \quad (10)$$

Tegangan pada setiap elemen diperlukan untuk mendapatkan K_0 yang merupakan komponen yang dibutuhkan dalam menghitung faktor geometri (β).

Besarnya tegangan tiap elemen dapat dihitung dengan Persamaan 11.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad N/m^2 \quad (11)$$

K_0 adalah Faktor intensitas tegangan untuk konfigurasi keseluruhan model yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 12.

$$K_0 = \sigma \sqrt{\pi \cdot a} \quad (12)$$

Setelah mendapatkan K_0 maka selanjutnya adalah menghitung Faktor Geometri (β) dengan menggunakan Persamaan 13.

$$\beta = \frac{K}{K_0} \quad (13)$$

Kekuatan sisa adalah kemampuan dari model didalam menahan beban yang nilainya akan turun disebabkan oleh pertambahan panjang retak. Jika kekuatan sisa yang ditunjukkan dengan besaran tegangan sudah berada dibawah tegangan operasinya maka struktur akan mengalami kegagalan. Tegangan sisa dapat dihitung menurut Persamaan 14.

$$\sigma = \frac{K_C}{\beta \cdot \sqrt{\pi \cdot a}} \quad (14)$$

K_C adalah *Fracture Toughnes*, dan bilah akan gagal jika didapatkan $K \geq K_C$.

Panjang retak kritis (a_c) didapatkan dengan cara membandingkan nilai K untuk panjang retak tertentu dengan nilai K_C . Jika Nilai K untuk panjang retak tertentu lebih besar atau sama dengan nilai K_C maka bilah kipas akan gagal dikarenakan panjang retak sudah mencapai a_c .

Untuk dapat menghitung umur sisa dari bilah kipas, diperlukan satu data hasil pengujian material berupa da/dN versus ΔK . Data ini telah ditunjukkan oleh penulis dalam tabel 3.2.

Prosedur yang dilakukan oleh penulis hingga mendapatkan umur sisa dari bilah kipas adalah sebagai berikut:

1. Menghitung ΔK yang merupakan suatu nilai perubahan K berdasarkan panjang retak menurut Persamaan 15.

$$\Delta K = K_n - K_{n-1} \quad (15)$$

2. Selanjutnya adalah mendapatkan nilai da/dN untuk setiap ΔK yang telah dihitung pada langkah satu dengan menggunakan Persamaan 1.

3. Setelah mendapatkan da/dN untuk setiap ΔK , selanjutnya adalah menentukan pertambahan panjang retak (Δa) menurut Persamaan 16.

$$\Delta a = a_n - a_{n-1} \quad (16)$$

4. Selanjutnya menentukan ΔN dengan menggunakan Persamaan 17.

$$\Delta N = \frac{\Delta a}{da/dN} \quad (17)$$

5. Setelah menghitung ΔN , maka N (umur) dapat dihitung dengan cara menjumlahkan umur awal (0 cycle) dengan ΔN , menurut Persamaan 18 sebagai berikut:

$$N_m = N_{m-1} + \Delta N \quad (18)$$

Pemodelan bilah kipas pada penelitian ini telah dilakukan uji konvergensi untuk mendapatkan jumlah minimum dari elemen yang digunakan. Uji konvergensi pada analisis menggunakan metode elemen hingga bertujuan untuk mendapatkan hasil yang akurat pada jumlah elemen tertentu. Pada uji konvergensi ini suatu kasus dimodelkan dengan jumlah elemen yang berbeda-beda. Semakin tinggi jumlah elemen yang digunakan, maka hasil yang didapatkan akan semakin akurat. Uji konvergensi digunakan untuk mendapatkan hasil yang akurat, dan untuk memilih jumlah elemen paling sedikit yang hasilnya tetap akurat. Pada analisis struktur, jumlah elemen yang sedikit dapat digunakan untuk menganalisis kasus-kasus sederhana dengan akurat. Namun pada kasus analisis struktur dengan geometri dan pembebanan yang kompleks diperlukan jumlah elemen yang banyak untuk mendapatkan pemodelan yang akurat.

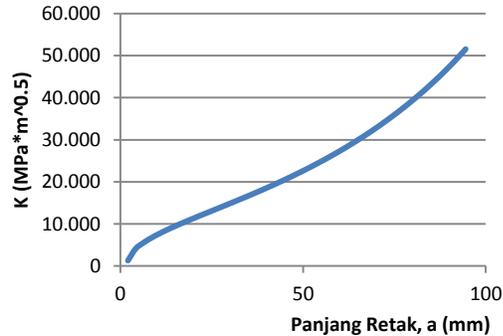
Hasil yang didapat dari uji konvergensi untuk model 2D dan solid 3D dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji konvergensi

| | Jumlah Elemen |
|--------------------------------|---------------|
| Model 2D tanpa <i>scallop</i> | 140.000 |
| Model 2D dengan <i>scallop</i> | 230.000 |
| Model 3D dengan <i>scallop</i> | 397.000 |

HASIL DAN DISKUSI

Panjang a_c untuk model 2D tanpa *scallop* didapatkan sebesar 86 mm pada harga Faktor Intensitas Tegangan (K) sebesar $44.036 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. Panjang retak kritis sebesar 86 mm didapatkan ketika harga K mencapai harga *Fracture Toughness* (K_c) dari material Titanium TI6Al4V sebesar $44.000.000 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, seperti ditunjukkan dalam Gambar 9.

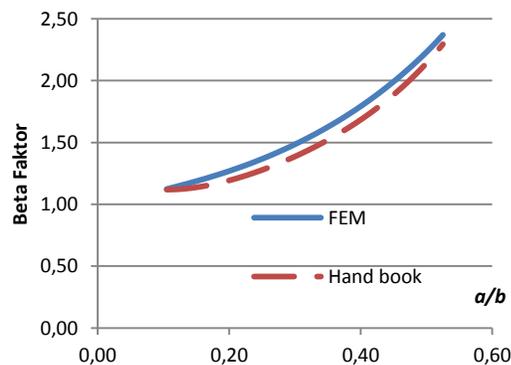


Gambar 9. K versus a pada model 2D dengan *scallop*

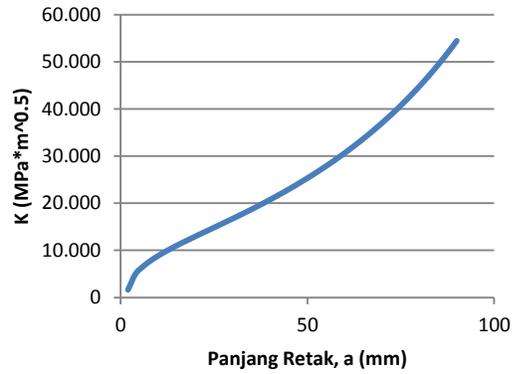
Selain mendapatkan harga K analisis menggunakan Metode Elemen Hingga juga mendapatkan harga faktor geometri (β). Faktor geometri (β) didapatkan dari perbandingan K terhadap K_0 . Grafik β terhadap a/b dapat dilihat dalam Gambar 10. Notasi a/b adalah perbandingan panjang retak a mm dengan lebar dari bilah kipas b mm.

Grafik β dalam gambar 10 menjelaskan nilai yang didapat dari perhitungan MEH dan nilai yang diambil dari data *hand book*. Tampak bahwa nilai keduanya hampir berhimpit dengan perbedaan sekitar 3%.

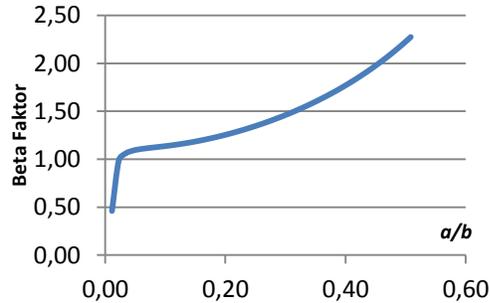
Berbeda dengan model 2D tanpa *scallop*, model dengan *scallop* memiliki panjang retak kritis yang lebih pendek yaitu sebesar 80 mm dengan Faktor Intensitas Tegangan (K) sebesar $44.813 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, seperti ditunjukkan dalam Gambar 11. Sedangkan grafik β terhadap a/b untuk model 2D dengan *scallop* ditunjukkan dalam Gambar 12. Jadi model 2D dengan *scallop* memiliki panjang retak kritis yang lebih pendek dari pada model 2D tanpa *scallop*, sehingga *scallop* mempengaruhi panjang retak kritis.



Gambar 10. Grafik β terhadap a/b untuk model 2D tanpa *scallop* yang didapat dari metode Numerik dan *Hand book*

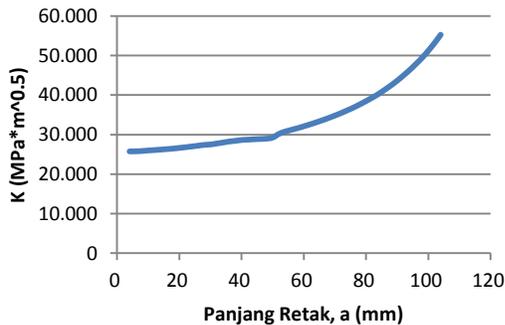


Gambar 11. Grafik K versus panjang retak untuk model 2D dengan *scallop*

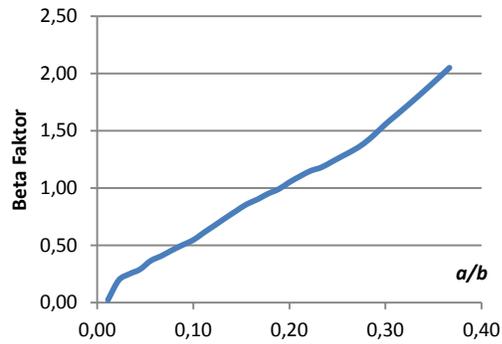


Gambar 12. Grafik Faktor geometri (β) terhadap a/b untuk model 2D dengan *scallop*

Retak kritis yang didapatkan pada model solid 3D adalah sebesar 92 mm dengan Faktor Intrensitas Tegangan (K) sebesar 44,9 MPa \sqrt{m} , seperti ditunjukkan dalam Gambar 13. Model solid 3D dengan *scallop* memiliki nilai dari panjang retak kritis terbesar dibandingkan dengan model 2D tanpa dan dengan *scallop*. Grafik β terhadap a/b ditunjukkan dalam Gambar 14

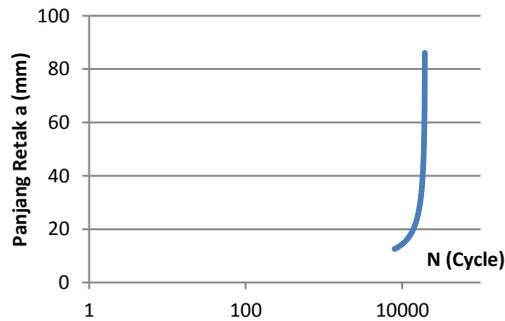


Gambar 13. Grafik K versus panjang retak untuk model solid 3D dengan *scallop*

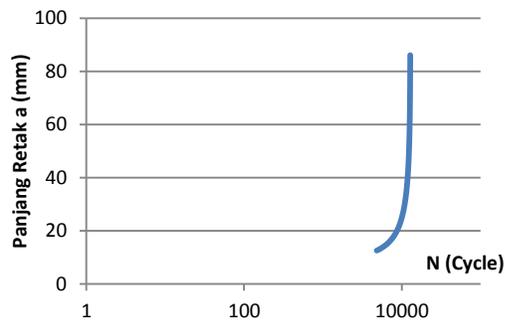


Gambar 14. Grafik faktor geometri (β) terhadap a/b untuk model solid 3D dengan *scallop*

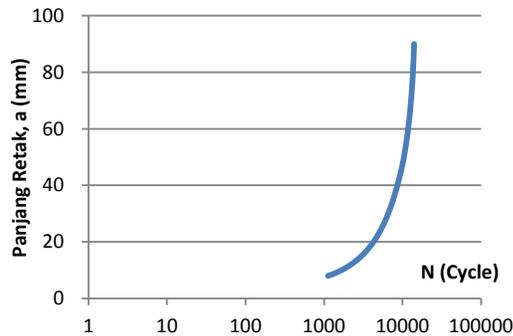
Umur bilah kipas saat mencapai a_c untuk model 2D tanpa *scallop* adalah 21.700 cycle, seperti ditunjukkan dalam Gambar 15. Untuk model 2D dengan *scallop* umur bilah kipas saat mencapai a_c adalah 17.600 cycle, seperti ditunjukkan oleh Gambar 16. Dan untuk model solid 3D dengan *scallop* umur bilah kipas saat mencapai a_c adalah 16.300 cycle, seperti ditunjukkan dalam Gambar 17. Umur *design goals* bilah kipas tanpa retak menurut data dari PT. NTP adalah sebesar 20.000 cycle.



Gambar 15. Grafik a versus N model 2D tanpa *scallop*



Gambar 16. Grafik a versus N model 2D dengan *scallop*



Gambar 17. Grafik a versus N model 3D dengan *scallop*

KESIMPULAN

Metode Elemen Hingga dan Teori Virtual Crack Closure dapat digunakan untuk menghitung Faktor Intensitas Tegangan (K) dan Faktor Geometri (β) sebagai metode Numerik disamping menggunakan data pada Hand Book. Model 2D dengan *scallop* akan memiliki a_c yang lebih pendek dari pada model 2D tanpa *scallop*.

Tindakan perbaikan dengan kedalaman *scallop* yang melebihi ketentuan dari pabrik dalam Repair Manual akan menyebabkan umur bilah kipas akan lebih pendek sekitar 5.043 cycle dibandingkan dengan umur yang ditentukan oleh pabrik yaitu 20.00 cycle.

Untuk penelitian selanjutnya terdapat beberapa saran diantaranya adalah beban yang digunakan adalah beban pada kondisi sebenarnya, yaitu memperhitungkan juga beban akibat gaya aerodinamika. Selanjutnya analisis struktur bilah kipas pada bagian tumpuan (*support*) karena daerah ini merupakan daerah yang menerima beban paling tinggi. Disarankan juga untuk menggunakan data material properties sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuat. Untuk mendapatkan G (Laju Pelepasan Energi) yang akurat makad disarankan untuk menggunakan G total (G_T) yang didapatkan dari penjumlahan G_I , G_{II} , dan G_{III} pada modus I, II dan III untuk model solid 3D.

DAFTAR PUSTAKA

- ARISMUNANDAR, WIRANTO, Pengantar Turbin Gas dan Mesin Propulsi, Penerbit ITB, Bandung, 2002
- KNIGHT, CHARLES E., The Finite Element Method in Mecanical Design, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1993
- PICKARD, A.C., ROLL-ROICE LTD., The Application of 3-Dimensional Finite Element Methods to Fracture Mechanics and Fatigue Life Prediction, The Chameleon Press LTD, London, 1986
- HERTZBERG, RICHARD W. (1995-12). Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials (4 ed.). Wiley. ISBN 0471012149.
- Edited by MATTHEW J. DONACHIE, JR., Metals Handbook, Ninth edition, Volume 3. Properties and selection: Stainless Steel. Tool Materials and Special-Purpose Metals. The Hartford Graduate Center
- ANDERSON, t.l, Fracture Mechanics – Fundamental and Aplications, CRC Press Inc., U.S.A., 2000
- PUTRA, ICHSAN S., Diktat Kuliah Damage Tolerance Analysis. Institut Teknologi Bandung, 2004
- CRAIG, ROY R. JR., John Wiley & Sons, Mechanics of Materials, Canada, 1996.
- E.F.RYBICAKNI DM.F.KANNINEAN, Finite Element Calculation of Stress Intensity Factors by a Modified Crack Closure Integral, Eng. Fracture Mech., Vol. 9, pp. 931-938, 1977.
- INGRAFFEA AND P. WAWRZYNEK, FRANC2D: A Case Study in Transfer of Software Technology, in Research Transformed into Practice: Implementations of NSF Research, J. Colville and A. Amde, Eds.: ASCE Press, New York, 1995, pp. 233-344.

**MONITORING *FUEL* GENSET UNTUK MENCEGAH KEGAGALAN
OPERASIONAL LABORATORIUM TERINTEGRASI DI POLITEKNIK
PENERBANGAN SURABAYA MENGGUNAKAN SMS *GATEWAY***

Oleh:

Bambang Junipitoyo

Aditya

Didi Hariyanto

Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

ABSTRAK

Politeknik Penerbangan Surabaya menggunakan genset 500 kVA. Dimana letak dari laboratorium terintegrasi terpisah gedungnya dengan Gedung genset tempat *standby* teknisi. Karena belum adanya sistem *monitoring* jarak jauh untuk genset tersebut sehingga teknisi tidak dapat memonitoring keadaan dari genset.

Penulis mencoba untuk membuat suatu rancangan sistem *short message service* yang dapat melakukan *control* dan *monitoring* terhadap genset secara *local* maupun *remote* dengan sistem *sms gateway*.

Sistem *sms gateway* pada generator set dan menekankan pada parameter seperti arus, tegangan dan daya listrik menggunakan *handphone* melalui *sms gateway* sebagai *control* dan *monitoring* dan komunikasi secara serial dengan *device* pengontrol *microcontroller*. Kontrol jarak jauh dilakukan langsung dari ruang *standby* teknisi dengan vasilitas *sms gateway*.

Kata kunci: *short message service*(SMS), generator set, sensor arus, sensor tegangan, *Microcontroller*

Latar Belakang

Politeknik penerbangan Surabaya merupakan Perguruan Tinggi kedinasan dibawah Kementerian Perhubungan. Fasilitas Sarana dan Prasarana perkantoran dan pendidikan merupakan hal sangat penting untuk menunjang operasional. Suksesnya pelayanan yang diberikan oleh suatu institusi perguruan tinggi sebagai layanan pendidikan tidak terlepas dari kehandalan peralatan sebagai fasilitas penunjang keselamatan dan keamanan. Fasilitas peralatan laboratorium terintegrasi, laboratorium AMTO sebagai sarana pelayanan terhadap fasilitas pendidikan memiliki fungsi dan peran yang penting dalam membantu menciptakan terciptanya kelancaran pendidikan. Keberadaan peralatan-peralatan laboratorium tersebut dari tahun ke tahun selalu mengalami perubahan mengikuti perkembangan teknologi dan itu dibutuhkan sebagai fasilitas penting yang harus ada agar terwujudnya kelancaran program pendidikan di politeknik penerbangan Surabaya. Konsekuensi dari hal tersebut, diperlukan perencanaan pelaksanaan perawatan dan pemeliharaan didalamnya.

Dari penelitian latar belakang yang telah dijelaskan diatas,maka penulis mengambil judul tugas akhir dengan judul “ MONITORING *FUEL* GENSET UNTUK MENCEGAH KEGAGALAN OPERASIONAL DI LABORATORIUM TERINTEGRASI POLITEKNIK

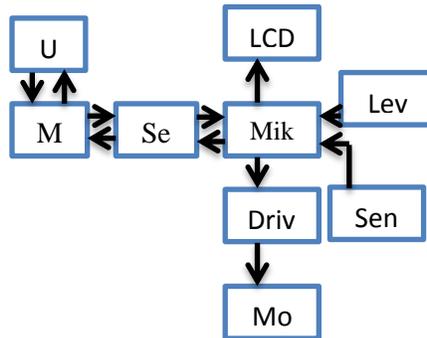
Tujuan Penelitian

Dalam penyusunan penulisan tugas khusus ini, penulis mempunyai maksud dan tujuan antara lain :

1. Sebagai bentuk penerapan aplikasi dan teori selama mengikuti pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Memberikan manfaat kepada pihak lain tentang rancangan alat ini.
3. Memberikan kemudahan kepada teknisi listrik di politeknik penerbangan surabaya untuk memonitoring alat – alat pendukung operasional laboratorium terintegrasi.
4. Teknisi dapat menghidupkan genset via sms apabila terjadi kegagalan *starting genset*.
5. Memberikan informasi secara cepat kepada teknisi listrik dari jarak jauh.

Demikian beberapa tujuan dari penulisan penelitian ini, besar harapan setelah penulisan ini, semua tujuan dapat tercapai dan menjadi lebih baik.

Blok diagram rangkaian



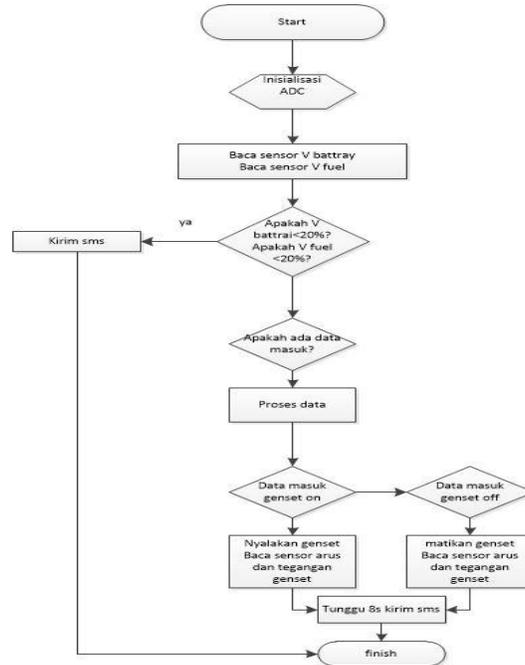
Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Cara kerja alat :

Saat sensor tegangan mengukur tegangan maka akan menampilkan kapasitas baterai UPS dan saat tegangan baterai dibawah 12 V maka akan memberi informasi berupa sms peringatan bahwa baterai dalam kondisi low dan pada LCD juga akan menampilkan bahwa baterai dalam keadaan low dan sensor ultrasonic berfungsi untuk mengukur volume ketinggian bahan bakar apabila bahan bakar tersisa kurang dari 20 % maka alat akan memberi informasi sms peringatan bahwa bahan bakar genset sudah minimum dan juga akan muncul pada LCD dan jika kedua nya dalam kondisi normal maka pada LCD akan menampilkan kapasitas tegangan baterai UPS dan volume ketinggian bahan bakar genset. Apabila ada sms yang diterima oleh modem maka mikrokontroller akan mengidentifikasi perintah yang terdapat pada sms tersebut dan akan mengeksekusi perintah dan memberikan balasan sms kepada *user*, apabila ada perintah sms untuk *starting* genset maka mikrokontroller akan memberikan sinyal ke *driver relay* untuk mengaktifkan *motor starter*, sebaliknya apabila ada perintah sms untuk mematikan maka *driver relay* akan *shutting down* genset.

Flow chart

Berikut ini adalah sistem kerja yang di buat digambarkan dengan *flow chart* sebagai berikut :



Analisa dan Pengukuran

Analisa dan pengukuran alat ini bertujuan untuk memaparkan proses perancangan alat. Dari perencanaan yang dilakukan terhadap alat mulai dari rancangan kerja, rangkaian tiap komponen hingga hasil akhirnya. Perencanaan dan pembuatan alat ini pada dasarnya membutuhkan perancangan dan sistematika yang baik sehingga akan memberikan kemudahan-kemudahan dalam proses pembuatan alat.

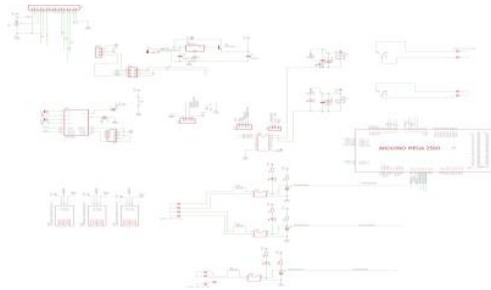
Dengan teori dasar yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dijadikan pemaparan dalam penjelasan cara kerja Rancangan *Control* dan *monitoring Fuel* genset Menggunakan *Short Message Service (Sms) Gateway* di politeknik yang bertujuan untuk mencegah kegagalan operasional laboratorium terintegrasi di politeknik penerbangan surabaya.

Pada bab IV ini akan dijelaskan lebih rinci mengenai proses kerja alat dari komponen-komponen yang digunakan agar alat ini berjalan sesuai dengan fungsinya. Dan juga akan dibahas tentang perangkat keras yang digunakan dalam perancangan alat. Untuk lebih jelas dari perangkat keras tersebut, maka penulis akan membahas secara terperinci. Pada bagian ini penulis akan membahas tentang masing – masing komponen yang dioperasikan pada proyek ini. Adapun fungsi tiap bagiannya saling bersangkutan sehingga tiap proses perancangan dirancang sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil yang dibutuhkan.

Cara kerja alat

Apabila modem wavecom menerima sms dari user maka data tersebut akan dikirim secara serial ke microcontroller dan microcontroller akan mengolah data lalu membaca semua sensor yang akan ditampilkan melalui lcd dan dikirimkan ke modem wavecom secara serial lalu modem wavecom akan mengeksekusi data tersebut dan akan dikirimkan kepada user

Gambar skematik rangkaian



Pengukuran tegangan genset



Gambar 2 pengukuran tegangan genset

Tabel 1 Hasil Pengukuran Tegangan Genset

| No. | Phase + netral | Pengukuran alat | Pengukuran AVO | Selisih /error |
|-----|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1. | R | 226 | 224 | 1 |
| 2. | S | 224 | 224 | 1 |
| 3. | T | 220 | 220 | 19 |

Dari hasil pengukuran dan pengujian pada alat dapat disimpulkan pada *table* diatas bahwa selisih antara pengukuran mengguna alat dan AVO sangat kecil yaitu $< 0 - 1$ V

Pengukuran arus keluaran genset



Gambar 3 Pengukuran arus keluaran genset

Tabel 2 Hasil Pengukuran Arus Keluaran Genset

| No. | Current on phase | Pengukuran alat | Pengukuran AVO | Selisih /error |
|-----|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1. | R | 1 | 0.9 | 0.1 |
| 2. | S | 1.2 | 1.1 | 0.1 |
| 3. | T | 0.9 | 0.9 | 0.1 |

Dari hasil pengukuran dan pengujian pada alat dapat disimpulkan pada *table* diatas bahwa selisih antara pengukuran mengguna alat dan AVO sangat kecil yaitu $< 0 - 0.1$ V

Pengukuran tegangan battery



Gambar 4 Pengukuran tegangan batterai

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan batterai

| No. | Jenis battery | Pengukuran alat | Pengukuran AVO | Selisih /error |
|-----|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1. | 1.5 V | 1.5 | 1.4 | 0,1 |
| 2. | 3 V | 2.3 | 2 | 0.3 |
| 3. | 5V | 5,1 | 5 | 0,2 |

Dari hasil pengukuran dan pengujian pada alat dapat disimpulkan pada *table* diatas bahwa selisih antara pengukuran mengguna alat dan AVO sangat kecil yaitu $< 0 - 0.1$ V

| | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|
| 1. | 35 cm | 5 cm | 32 cm | 30cm | 2 cm |
| 2 | 35 cm | 10 cm | 28 cm | 25 cm | 3 cm |
| 3 | 35 cm | 15 cm | 23 cm | 20 cm | 3 cm |

Dari hasil pengukuran dan pengujian pada alat dapat disimpulkan pada *table* diatas bahwa selisih antara pengukuran menggunakan alat dan pengukuran menggunakan penggaris yaitu 2cm – 3cm.

Hasil pengukuran catu daya

Berikut ini saya akan menyajikan pengukuran catu daya pada alat Rancangan Monitoring Kondisi Baterai UPS dan Bahan Bakar Genset Guna Mencegah Kegagalan Operasional laboratorium terintegrasi Menggunakan SMS Gateway Berbasis Mikrokontroler ATmega 16.

Hasil pengukuran:

1. Teganganmasukdari PLN 220 VAC.
2. Tegangan *output* dari adaptor 12 VDC.
3. Arus dari *supply* 0,5 Ampere.
4. Tegangan *input* pada sensor *Ultrasonic* 5V
5. Tegangan *input* pada Wavecom 8 VDC.
6. Tegangan *input mock up* 12VDC.
7. Tegangan *output mock up* 5 VDC dan 12 VDC
8. Tegangan *input* pada LCD 5 VDC

Pengujian hardware rangkaian keseluruhan

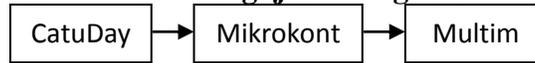
Hasil uji coba LCD :

Tujuanpengujian LCD adalah untuk mengetahui apakah rangkaian LCD dapat menampilkan data atau karakter sesuai dengan perencanaan.

- a. PeralatanPengujian
 - Mikrokontroler
 - Rangkaian LCD
 - CatuDaya
- b. Prosedur Pengujian

- Memprogram mikrokontroler sesuai dengan program pengujian LCD
- Menghubungkan LCD kemikrokontrolersepertigambar 4.3 dibawah
- Menghubungkan catudaya
- Mengamati tampilan LCD

Tabel 4 Hasil Pengujian Rangkaian LCD



Dari rangkaian LCD dapat disimpulkan hasil pengukuran dan tampilan dari LCD sesuai, sehingga LCD dapat bekerja secara Optimal.

Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler ini akan memproses program yang sudah di buat untuk menjalankan semua proses agar rangkaian ini dapat bekerja. Sebuah mikrokontroler hanya akan menerima *input* berupa *high* dan *low* seperti tabel .

Tabel 5 Pengukuran nilai tegangan *input* Mikrokontroler

| KondisipadaMikrokontroler | NilaiTegangan |
|---------------------------|---------------|
| <i>Low</i> | 0 Volt |
| <i>High</i> | 5 Volt |

Pengujian melalui perintah sms



Gambar 5 pengujian perintah sms

Apabila modem wavecom menerima sms maka arduino akan mengidentifikasi lalu membalas pesan singkat dari *user* yang isi dan formatnya dapat dilihat pada gambar diatas, apabila genset terdapat kegagalan pada salah satu fasanya maka sms yang diterima tetap akan menyatakan bahwa genset tersebut gagal on apabila *user* salah dalam format penulisan maka sms balanya tidak akan mengirimkan data sensor.

Kesimpulan

Dari hasil pembuatan “*CONTROL DAN MONITORING KONDISI BAHAN BAKAR GENSET UNTUK MENCEGAH KEGAGALAN OPERASIONAL DI LABORATORIUM TERINTEGRASI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA MENGGUNAKAN SMS GATEWAY*” ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor *Ultrasonic* digunakan sebagai sensor untuk mengukur level ketinggian bahan bakar genset.
2. Sensor *Ultrasonic* tipe ini cocok digunakan untuk pengaplikasian mengukur level ketinggian bahan bakar genset.

DAFTAR PUSTAKA

1. bahri-syaiful11.blogspot.com,12 diakses pada Januari 2016
2. <http://www.scribd.com>, diakses pada desember 2015
3. <http://ubmjarkom.blogdetik.com/index.php/2009/09/transmisi/>, diakses pada 20 Januari 2016
4. http://id.wikipedia.org/wiki/Uninterruptible_power_supply, diakses pada 14 Januari 2016
5. W, Ari. (2008), “Rancang bangun sistem monitoring kecepatan dan arah angin berbasis mikrokontroller AT89S51 melalui layanan sms”.
6. Ilmiyati, Rayzah Nur (2012), “Sistem dan monitoring dan kontrol otomatis inkubator bayi dengan visual basic 6.0 berbasis arduino”.
7. Wibowo, Ari (2010), “monitoring suhu dan kelembaban berbasis *microcontroller* AT89S51 dengan antar muka port serial”.
8. Mokh, Sholihul Hadi (2006), “ Mengenal mikrokontroller AVR ATMega16” ilmu komputer.
9. Pamungkas, Putranto Afief (2013), “*balancing* robot beroda dua menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroller arduino”.
10. Nurcahyono, Paulus Edi(2013), “tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroller ATMega8535” .
11. Rizky, Farly (2011), “Alat Pendeteksi Polusi Udara Dari Gas Karbonmonoksida (CO) pada Ruang Berbasis Mikrokontroler AT89S51”.

**PENINGKATAN PRESTASI BELAJAR WRITTING MELALUI PENGGUNAAN
MODEL EXPERIENTIAL LEARNING TARUNA TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN
NAVIGASI UDARA POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
TAHUN 2017/2018**

**Oleh :
Fatmawati
Anton Budiarto**

Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: fatmawati.0280@gmail.com

ABSTRAK

Pembelajaran yang dirancang oleh dosen harus menggunakan model yang sesuai dengan situasi atau kondisi pembelajaran, media yang digunakan dan kompetensi yang ingin dicapai sehingga tercipta pembelajaran efektif, efisien dan menyenangkan bagi taruna yang belajar dan pada akhirnya taruna mendapatkan pengalaman yang bermakna bagi dirinya. Peneliti ingin mengetahui peningkatan prestasi belajar Writing melalui penggunaan Model Experiential Learning Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara Poltekbang Surabaya. Saat belajar Writing seringkali taruna melakukan kesalahan saat membuat dan menggunakan kata kata tentang music, movies, TV programs, entertainer, invitations, excuses, date, and time. Hal ini dikarenakan dosen tidak tepat dalam memilih model pembelajaran. Permasalahan mendasar dalam penelitian ini adalah sebagian besar Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara Poltekbang Surabaya Tahun Pelajaran 2017/2018 kurang mampu dalam Writing. Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penggunaan Model Experiential Learning dapat meningkatkan prestasi belajar Writing Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara Poltekbang Surabaya tahun pelajaran 2017/2018.

Kata Kunci: *Model Experiential Learning, Prestasi Belajar Bahasa Inggris*

PENDAHULUAN

Dosen sebagai kunci utama pembelajaran bagi mahasiswa, memiliki peran penting untuk mengarahkan mahasiswa guna mencapai kompetensi yang diinginkan. Pada hakikatnya pesan yang sama muncul dari setiap mahasiswa: bahwa dosen perlu cermat memantau kesesuaian antara pengajaran dan mahasiswa yang diajar (Kyriacou, 2009:88). Pembelajaran bahasa diharapkan membantu mahasiswa agar dapat mengenali siapa dirinya, lingkungannya, budayanya dan budaya orang lain, mengemukakan gagasan, pikiran dan perasaannya. Menulis dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan penyampaian pesan (komunikasi) dengan menggunakan bahasa tulis sebagai alat medianya (Suparno, 2008:3).

Pengalaman merupakan dasar dari seluruh pembelajaran (Purnami, 2013:99). Membangun pembelajaran berbasis pengalaman bisa dilakukan dengan cara diantaranya dengan pembelajaran dengan model *Experiential learning* untuk meningkatkan kemampuan menulis bagi Taruna Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara. Artinya mengukur daya kemampuan serap ilmu masing-masing taruna. Model pembelajaran *experiential learning* merupakan model

pembelajaran yang diharapkan dapat menciptakan proses belajar yang lebih bermakna. Dalam hal menulis ini, mahasiswa belajar membuat dan menggunakan kata kata tentang *music, movies, TV programs, entertainer, invitations, excuses, date, and time* dengan mengaitkan pengalaman-pengalaman yang mereka alami lalu menuangkannya dalam bentuk tulisan.

Menurut (Pratiwi, 2009:19), manfaat model *experiential learning* antara lain: 1) meningkatkan semangat dan gairah untuk belajar, 2) membantu terciptanya suasana pembelajaran yang kondusif, 3) memunculkan rasa kegembiraan ketika pembelajaran berlangsung, 4) mendorong dan mengembangkan proses berpikir kreatif, 5) membantu siswa untuk dapat melihat sesuatu dalam perspektif yang berbeda, 6) memunculkan kesadaran akan kebutuhan untuk berubah, dan 7) memperkuat kesadaran diri mahasiswa.

Pengertian prestasi belajar adalah penguasaan pengetahuan atau keterampilan yang dikembangkan oleh mata pelajaran yang lazimnya ditunjukkan dengan nilai tes atau angka nilai yang diberikan oleh dosen” (Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa, 2008).

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian tindakan kelas ini adalah: Bagaimana meningkatkan prestasi belajar *Writting* melalui penggunaan *Model Experiential Learning* Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara angk.XA Poltekbang Surabaya? Penelitian tindakan kelas ini bertujuan untuk mendeskripsikan upaya dosen dalam meningkatkan prestasi belajar *Writting* melalui penggunaan *Model Experiential Learning* Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara angk.XA Poltekbang Surabaya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian diperlukan dalam penelitian ini, untuk membantu alur pemikiran yang jelas pada jalannya penelitian. Penelitian ini menggunakan penelitian tindakan karena penelitian tindakan kelas adalah merupakan penelitian yang lebih sesuai dengan tugas pokok dan fungsi guru, meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan kualitas taruna, serta mencapai tujuan pembelajaran atau pendidikan. PTK (Penelitian Tindakan Kelas) atau *Classroom Action Research (CAR)* yang merupakan bentuk kajian yang bersifat reflektif oleh pelaku tindakan, dilakukan untuk meningkatkan kematangan rasional dari tindakan-tindakan dalam melakukan tugas, memperdalam pemahaman terhadap tindakan-tindakan yang dilakukan itu, serta memperbaiki kondisi tempat pembelajaran tersebut dilakukan.

Pada setiap siklus, kegiatan yang dilakukan pada tahap perencanaan adalah: (a) melakukan pertemuan dengan teman sejawat selaku pengamat untuk membicarakan persiapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan pada saat pembelajaran teks fungsional pendek mempergunakan *Model Experiential Learning*, (b) mendiskusikan dan menetapkan SAP yang akan diterapkan di kelas sebagai tindakan penelitian, (c) mempersiapkan bahan yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian, (d) mempersiapkan waktu dan cara pelaksanaan, diskusi hasil pengamatan pada subyek penelitian, (e) mempersiapkan buku perekam data, (f) mempersiapkan perangkat tes hasil belajar pada siklus pertama.

Pelaksanaan tindakan pada setiap siklus adalah: (a) melaksanakan kegiatan pembelajaran berpedoman pada SAP yang telah dibuat. Secara lebih terinci sms penelitian yang diterapkan dapat dijelaskan sebagai berikut. Pembelajaran *Writting* menggunakan *Model Experiential Learning* dalam Bahasa Inggris pada siklus pertama dan pada siklus kedua pesan ditambah dengan tayangan PowerPoint untuk memperjelas eksperimen. Kemudian, dosen mendiskusikan cara melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan dosen pengamat. (b) melakukan penilaian menggunakan alat penilaian yang telah disediakan.

Kegiatan saat observasi adalah: (a) teman sejawat mencatat semua aktivitas yang dilakukan oleh dosen dan taruna selama proses pembelajaran, yaitu mulai kegiatan awal hingga kegiatan akhir. (b) melakukan observasi dengan instrumen observasi.

Kegiatan saat refleksi adalah: (a) menganalisa catatan di lapangan dan jurnal harian sebagai hasil pengamatan dikaji dan direnungkan kembali, (b) data yang terkumpul dikaji secara komprehensif, (c) data dibahas bersama pengamat untuk mendapat kesamaan pandangan terhadap tindakan pada siklus pertama. (d) hasil refleksi dijadikan bahan untuk merevisi rencana tindakan selanjutnya.

Penelitian ini menggunakan penelitian tindakan karena penelitian tindakan kelas adalah merupakan penelitian yang lebih sesuai dengan tugas pokok dan fungsi dosen, meningkatkan kualitas pembelajaran, meningkatkan kualitas taruna, serta mencapai tujuan pembelajaran atau pendidikan. Dalam penelitian ini yang menjadi subyek penelitian adalah 24 Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara angk.XA Poltekbang Surabaya Tahun Pelajaran 2017/2018. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018. Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah observasi, tes, wawancara, dan catatan lapangan. Teknik analisis data yang dipergunakan adalah reduksi data, penyajian data, penarikan simpulan, serta verifikasi refleksi.

Adapun tes hasil belajar siswa diolah untuk mengukur ketuntasan dengan menggunakan rumus: Rumus ketuntasan belajar

Prestasi belajar dikatakan berhasil apabila siswa secara individual telah memperoleh nilai 80 atau lebih, dan secara klasikal dikatakan tuntas belajar jika lebih dari 85 % siswa mendapat nilai 80 atau lebih. Di samping itu dilakukan juga metode analisis deskriptif yang merupakan pemaparan dari hasil penerapan pembelajaran dengan *Model Experiential Learning*.

$$\text{Rumus rata-rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Jumlah taruna}}$$

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Deskripsi Hasil Belajar Bahasa Inggris Siklus Pertama

| No | music | movies | TV programs | entertainer | invitations | excuses | date | time | Total | Nilai |
|----|-------|--------|-------------|-------------|-------------|---------|------|------|-------|-------|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 50 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 14 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 62.5 |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 16 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 17 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 19 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6 | 75 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 23 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 62.5 |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| | | | | | | | | | | 79.17 |

Berdasarkan hasil penelitian, data tentang prestasi belajar taruna pada saat siklus pertama disajikan pada tabel berikut ini. Berdasarkan data hasil penelitian pada siklus pertama mengenai hasil belajar bahasa Inggris taruna di bidang *Writting* dengan menggunakan *model experiential learning*, nilai tertinggi yang diperoleh responden adalah 87,5, nilai terendah adalah 50, dan nilai rata-rata hasil belajar bahasa Inggris adalah 79,17.

Tabel 2 Deskripsi Hasil Belajar Bahasa Inggris Siklus Kedua

| No | music | movies | TV programs | entertainer | invitations | excuses | date | time | Total | Nilai |
|----|-------|--------|-------------|-------------|-------------|---------|------|------|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 14 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 16 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 19 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100 |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 23 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 87.5 |
| | | | | | | | | | | 91.67 |

Berdasarkan hasil penelitian, data tentang prestasi belajar taruna pada saat siklus kedua disajikan pada tabel berikut ini. Berdasarkan data hasil penelitian pada siklus kedua mengenai hasil belajar bahasa Inggris taruna di bidang *Writting* dengan menggunakan *model experiential learning* ditambah dengan tayangan *PowerPoint* untuk memperjelas eksperimen, nilai tertinggi yang diperoleh responden adalah 100, nilai terendah adalah 87,5, dan nilai rata-rata hasil belajar bahasa Inggris adalah 91,67. Kualitas proses pembelajaran selama siklus pertama, dan siklus kedua disajikan pada ketiga tabel berikut.

Tabel 3 Kriteria Kualitas Suasana Pembelajaran Dalam Kelas :

| | | | | |
|-------|------|-----|------|---------------|
| Nilai | 4,00 | s.d | 5,0 | Sangat Baik |
| | 3,00 | s.d | 3,99 | Baik |
| | 2,00 | s.d | 2,99 | Cukup |
| | 1,00 | s.d | 1,99 | Kurang |
| | < | | 1,00 | Sangat Kurang |

Di atas adalah penentuan kriteria suasana pembelajaran dalam kelas yang dicatat saat observasi penelitian tindakan berlangsung.

Tabel 4 Kualitas Proses Pembelajaran Selama Siklus Pertama

| NO | ASPEK | SKOR | KUALITAS |
|------------------------------|----------------------|------|----------|
| 1. | Suasana Pembelajaran | 3.00 | Baik |
| 2. | Tanggung Jawab | 3.00 | Baik |
| 3. | Rasa Percaya Diri | 3.00 | Baik |
| 4. | Fokus Kegiatan | 3.00 | Baik |
| Rata-Rata Nilai | | | |
| Kualitas Proses Pembelajaran | | 3.00 | Baik |

Tabel 5 Kualitas Pembelajaran Selama Siklus Kedua

| NO | ASPEK | SKOR | KUALITAS |
|------------------------------|----------------------|------|-------------|
| 1. | Suasana Pembelajaran | 4,00 | Sangat Baik |
| 2. | Tanggung Jawab | 4.00 | Sangat Baik |
| 3. | Rasa Percaya Diri | 4.00 | Sangat Baik |
| 4. | Fokus Kegiatan | 4.00 | Sangat Baik |
| Rata-Rata Nilai | | 4.00 | Sangat Baik |
| Kualitas Proses Pembelajaran | | | |

Kriteria di atas yaitu yang mencakup suasana pembelajaran, tanggung jawab, rasa percaya diri, dan fokus kegiatan digunakan untuk mengetahui kualitas pembelajaran di dalam kelas. Tampaklah bahwa penggunaan *Model Experiential Learning* telah meningkatkan kualitas pembelajaran. Nilai rata-rata kualitas pembelajaran pada Siklus 1 sebesar 3,00, dan pada Siklus 2 adalah 4.00.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

Taruna Telekomunikasi dan Navigasi Udara angk.XA Poltekbang Surabaya mengalami ketuntasan belajar dalam materi *Writing* (nilai ≥ 80). Berdasarkan data hasil penelitian pada siklus pertama mengenai hasil belajar bahasa Inggris taruna di bidang *Writing* dengan menggunakan *model experiential learning*, nilai tertinggi yang diperoleh responden adalah 87,5 dan nilai terendah adalah 50, dan nilai rata-rata hasil belajar bahasa Inggris adalah 79,17. Berdasarkan data hasil penelitian pada siklus kedua mengenai hasil belajar bahasa Inggris taruna di bidang *Writing* dengan menggunakan model *experiential Learning* ditambah dengan tayangan *PowerPoint* untuk memperjelas eksperimen, nilai tertinggi yang diperoleh responden adalah 100, nilai terendah adalah 87,5 dan nilai rata-rata hasil belajar bahasa Inggris adalah 91,67. Pada siklus pertama ini yang tuntas ada 12 taruna (50,00%) yang tidak tuntas ada 12 taruna (50,00%). Pada siklus kedua

yang tuntas ada 24 taruna (100%) dan tidak ada yang tidak tuntas. Kualitas pembelajaran meningkat dalam lembar observasi. Kualitas pembelajaran yang mencakup suasana pembelajaran, tanggung jawab, rasa percaya diri, dan fokus kegiatan digunakan untuk mengetahui kualitas pembelajaran di dalam kelas. Tampaklah bahwa penggunaan *Model Experiential Learning* telah meningkatkan kualitas pembelajaran. Nilai rata-rata kualitas pembelajaran pada Siklus 1 sebesar 3,00, dan pada Siklus 2 adalah 4,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis. 2011. *5-step experiential learning cycle definitions*. California: University of California
- Djamarah, Syaiful Bahri. 2012. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Haryanto. 2012. *Pengertian Media Pembelajaran*. <http://belajarpsikologi.com/pengertian-media-pembelajaran/>
- Pratiwi, Heny (2009). *Pembelajaran Berbasis Pengalaman*. [Online]. Tersedia: [http://henypratiwi.wordpress.com/2009/07/24/eksperiensial learning/](http://henypratiwi.wordpress.com/2009/07/24/eksperiensial-learning/), [16 Februari 2016]
- Purnami. 2013. "Implementasi Metode Experiential Learning dalam pengembangan Softskills Mahasiswa yang Menunjang Integrasi Teknologi, Manajemen dan Bisnis" *Jurnal Penelitian Pendidikan*, Vol. 14 No. 1, April 2013
- Silberman, M. 2014. *Active Learning 101 Cara Belajar Siswa Aktif*. Translated by Raisul Muttaqien. 2014. Bandung : Nuansa Cendekia.
- Suparno & Yunus, Mohammad. 2008. *Ketrampilan Dasar Menulis*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Trianto .2010.. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana

**RANCANGAN ALAT RE-SETTING
PRECISION APPROACH PATH INDICATOR (PAPI)
MENGUNAKAN MOTOR DC DENGAN SISTEM COMPUTERIZE**

Oleh:

**Kustori
Suhanto**

**Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73 Surabaya**

ABSTRAK

Precision approach path indicator atau biasa disebut PAPI merupakan alat bantu pendaratan yang paling vital untuk penerbang, diperlukan kepresisian tinggi untuk dapat membantu seorang penerbang atau pilot untuk mendaratkan pesawat udara. Dalam kenyataannya PAPI di bandara seringkali mendapat masalah yang menyebabkan kepresisian PAPI dipertanyakan. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini penulis ingin membuat suatu alat yang dapat mengatur kepresisian PAPI dari jarak jauh dengan bantuan motor dc dan microcontroller AT89S51 yang terhubung secara *computerized*.

Kata kunci : *Precision approach path indicator*, Alat Bantu Pendaratan, Kepresisian, *Computerized*

PENDAHULUAN

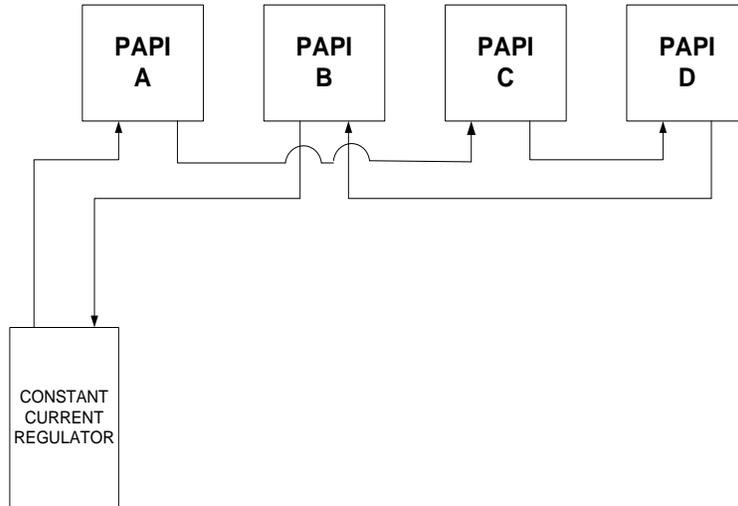
Salah satu hal pokok dalam pengelolaan suatu Bandar udara adalah memberikan pelayanan jasa transportasi yang aman, nyaman, dan menjamin keselamatan pengguna jasa tersebut. Untuk menjamin hal itu maka badan keselamatan penerbangan sipil dunia (ICAO) memberikan parameter – parameter yang harus di patuhi dalam Annex 1-18, khusus untuk masalah kebandar udaraan di atur dalam Annex 14. Untuk itu Airport Lighting System (ALS) yang digunakan sebagai panduan penerbang saat hendak tinggal landas atau mendarat harus handal, disamping kemudahan dalam pengoprasian oleh ATC (Air Traffic controller) atau teknisi listrik yang bertugas dalam perawatan dan pemeliharaan peralatan tersebut.

Di dalam Airfield Lighting System terdapat alat yang sangat vital bagi seorang penerbang untuk dapat berhasil melakukan pendaratan yang nyaman dan aman, alat tersebut adalah precision approach path indicator (PAPI).

Precision approach path indicator (PAPI) merupakan alat bantu pendaratan pesawat udara yang membutuhkan kepresisian sudut slope yang sangat teliti (sekitar 3°) untuk menuntun pesawat udara melakukan pendaratan yang nyaman tepat pada *Touch down zone*. Dalam pengkalibrasian suatu precision approach path indicator (PAPI) biasanya dilakukan pada saat malam hari setelah airport close dan dilaksanakan oleh petugas badan kalibrasi dan teknisi listrik bandara tersebut. Melihat hal – hal tersebut, penulis bertujuan ingin membuat suatu alat yang dapat melakukan penyettingan PAPI secara otomatis menggunakan motor dc yang di intergrasikan dengan computer

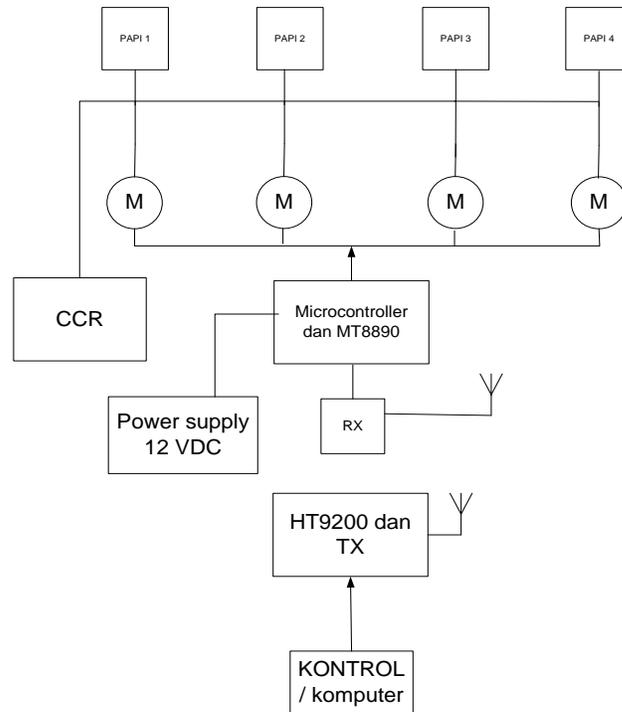
METODE PENELITIAN

Peralatan visual aid di Bandar udara termasuk suatu alat yang sangat vital keberadaannya bagi seorang penerbang dalam menerbangkan maupun dalam mendaratkan pesawat udara. *Precision approach path indicator* (PAPI) termasuk suatu alat yang menuntun pesawat udara agar dapat mendarat dengan nyaman di *touch down zone*. Pada kenyataannya di lapangan *precision approach path indicator* sering kali mengalami masalah pada derajat slope yang dipancarkan karena level tanah yang sering berubah dari semula, belum lagi jarak antara PAPI dengan ruang CCR sangat jauh dan tidak ada alat yang dapat mensetting derajat slope dari PAPI kekeadaan semula, sehingga teknisi sering membutuhkan waktu yang lama untuk memperbaiki alat tersebut.



Gambar 1 Skema kondisi saat ini

Karena PAPI termasuk dari Visual Aid, maka segala pengontrolan peralatan pendukung operational harus bekerja dengan sebaik – baiknya. Tentunya diharapkan seluruh system pengendali dan pendukung operasional terinstalasi dengan otomatis atau dengan kata lain memiliki kinerja atau berkemampuan operasional tinggi. Untuk menjawab segala permasalahan – permasalahan yang diuraikan pada sub bab diatas, penulis mencoba membuat, yakni merancang suatu alat pengendali jarak jauh lampu precision approach path indicator dengan menggunakan IC Mikrokontroler AT89S51 yang kemudian ditampilkan ke display monitor yang ada pada ruangan teknisi dengan tampilan program aplikasi delphi.



Gambar 2 Skemakondisi yang diinginkan

Prinsip kerja dari rancangan alat re-setting PAPI adalah dengan memasukkan data sudut yang diinginkan kemudian lakukan pengiriman melalui komputer yang akan diubah menjadi sinyal DTMF oleh IC HT9200 dan transmiterkan kemudian perintah itu akan di decoderkan menjadi data kembali oleh IC MT8870. Input data ini menjadi signal untuk menggerakkan motor dc.

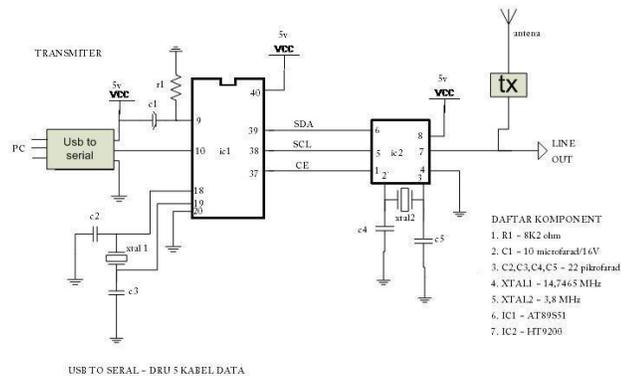
ANALISA DAN RANCANGAN

1. Pengujian dan Analisa Rangkaian Transmitter

Pengujian rangkaian transmitter ini dilakukan dengan menghubungkan input ke USB port komputer atau laptop. Pada saat komputer mengirimkan sinyal maka rangkaian ini akan mendapat atau mendeteksi nada yang masuk.

Tabel 1 Besar Tegangan Input

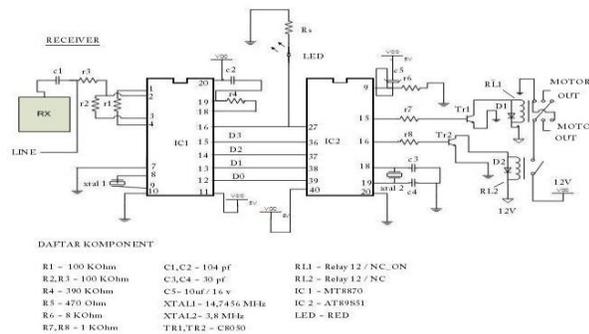
| Kondisi | Besar tegangan (V) |
|----------------|--------------------|
| Tidak mengirim | 0 |
| Mengirim | 5 |



Gambar 3 Bentuk Fisik dan Rangkaian Transmitter

Pengujian dan Analisa Rangkaian Receiver

Pengujian rangkaian pemantau nada DTMF ini dilakukan dengan menghubungkan input dari IC decoder MT8870 dengan output dari radio atau speaker. Apabila terdapat nada – nada perintah yang diberikan maka decoder akan mengirimkan frekuensi tertentu yang di teruskan ke microcontroller. Selanjutnya , microcontroller akan mencocokkan kode frekuensi tersebut dengan program yang ada. Bila kode tersebut sesuai, maka perintah atau proses akan dilanjutkan.



Gambar 4 Bentuk Fisik dan Rangkaian Receiver

Pengujian dan Analisa Rangkaian output

Pengujian rangkaian output dilakukan dengan memberikan input 12 Vdc, sehingga relay dapat diaktifkan ataupun dapat tidak diaktifkan. Untuk secara hardware atau mekanis dapat dilakukan pengukuran tegangan pada relay secara langsung. Pada saat aktif, tegangan relay sebesar 12 V dan pada saat tidak aktif relay mempunyai tegangan 0 V. Untuk secara software yaitu dengan cara memngaktifkan relay dengan perintah pada komputer.

Pengujian dan Analisa Rangkaian Motor Dc

Pengujian rangkaian motor dc ini dilakukan dengan menyambungkan input motor pada output relay. Berikut tabel lama waktu atau *timing* motor dc untuk bergerak sampai derajat atau menit tertentu.

Tabel 2 *Timing* motor dc (saat turun)

| Derajat | waktu |
|---------|---------|
| 1° | 3 s |
| 2° | 5,76 s |
| 5° | 12,10 s |
| 10° | 22 s |
| 15° | 32,80 s |
| 20° | 43,3 s |
| 25° | 54 s |
| 30° | 1:03 s |
| Menit | waktu |
| 1° | 0,03 s |
| 2° | 1 s |
| 5° | 1 s |
| 10° | 1,6 s |
| 15° | 1,9 s |
| 20° | 2,0 s |
| 25° | 2,0 s |
| 30° | 2,2 s |

Tabel 3 *Timing* motor dc (saat naik)

| Derajat | waktu |
|---------|-----------|
| 29° | 3,5 s |
| 28° | 5,78 s |
| 25° | 12,30 s |
| 20° | 23,13 s |
| 15° | 34,30 s |
| 10° | 44,70 s |
| 5° | 55 s |
| 0° | 1:03,50 s |
| Derajat | waktu |
| 29° | 3,5 s |
| 28° | 5,78 s |
| 25° | 12,30 s |
| 20° | 23,13 s |
| 15° | 34,30 s |
| 10° | 44,70 s |
| 5° | 55 s |
| 0° | 1:03,50 s |

Setelah melakukan beberapa kali pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa melalui transmitter yang ada dapat mengirimkan data yang di inputkan operator melalui komputer. Dan hasil yang didapat alat dapat bekerja sesuai dengan yang penulis inginkan.

KESIMPULAN

1. *Precision approach path indicator* (PAPI) merupakan alat bantu pendaratan yang diharuskan untuk mampu menuntun pilot sampai *touch down zone* dengan sudut yang presisi, dan dapat di setting secara remote dengan motor DC sebagai penggerak.
2. Dengan bantuan sebuah *encoder* dan *decoder* DTMF sebuah data dapat di kirimkan jarak jauh dengan sinyal FM broadcast (antara 89-106 FM)
3. Alat yang penulis presentasikan tidak menyebabkan terjadinya malfungsi terhadap PAPI apabila selama level tanah yang ada di lokasi tidak berubah, karena penulis belum menemukan *feedback* atau umpan balik terhadap alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, dkk. 1986. *Pengembangan Kosa Kata dalam Berbahasa*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Brown, G., Anderson, A., Shilcock, R., & Yule, G. 1984. *Teaching Talk: Strategies for Production and Assessment*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Hyland, K. 1991. *Developing Oral Presentation Skills*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guntur, Tarigan. 1981, *Berbicara Sebagai Suatu Keterampilan Berbahasa*, Bandung: Penerbit Angkasa.
- Guntur, Tarigan. 1986. *Pengajaran kosakata*. Bandung: Penerbit Angkasa.

PENINGKATAN KESADARAN METAKOGNITIF, KEPERCAYAAN DIRI DAN PEMAHAMAN *LISTENING* MELALUI STRATEGI PEMBELAJARAN *SHADOWING*

Laila Rochmawati
Aris Wijanarko

Politeknik Penerbangan Suarabaya
Jl. Jemur Andayani I/73 Surabaya
lailaharun@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan pemahaman *listening* pada taruna poltekbang Surabaya tingkat 3 semester 5 dengan menggunakan strategi pembelajaran *shadowing* dan juga bagaimana hal itu dapat mempengaruhi kesadaran *listening* metakognitif, pemahaman *listening* dan kepercayaan diri *listening* mereka.. Untuk tujuan ini, 43 taruna tingkat 3 semester 5 kelas D.III LLU 8AB pada poltekbang Surabaya dengan rentang usia 19-23 tahun pada tingkat kemampuan menengah dalam pelajaran bahasa Inggris melalui metode *convenience sampling*. Mereka secara acak dibagi menjadi dua kelompok eksperimen ($n = 21$) dan kontrol ($n = 22$). Kelompok eksperimen diberikan strategi *shadowing* pada kelas *listening*. Data diperoleh melalui tes pemahaman mendengar dan dua kuesioner terkait. Hasil mengungkapkan bahwa strategi pembelajaran *shadowing* memiliki dampak positif yang signifikan terhadap kinerja pendengaran peserta didik. Selanjutnya, korelasi antara strategi pembelajaran *shadowing* dan *self-efficacy* ditemukan cukup positif meski secara statistik tidak signifikan. Akhirnya, strategi pembelajaran *shadowing* ditemukan secara signifikan dan positif mempengaruhi frekuensi menggunakan strategi mendengarkan metakognitif. Temuan memiliki implikasi bagi pelajar dan guru bahasa.

Kata kunci : mendengarkan, kesadaran metakognitif, kepercayaan diri dan pemahaman *listening*, strategi pembelajaran *shadowing*.

PENDAHULUAN

Strategi pembelajaran *shadowing* dalam *listening* adalah , strategi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini, diadaptasi dari Murphey (2001) "*percakapan shadowing* ", sebuah teknik pedagogis yang menjadi sebuah fenomena umum dalam wacana seseorang: kecenderungan untuk mengulang secara diam-diam atau keras terhadap pembicaraan lawan bicaranya atau perkataan pembicara sendiri. Tannen (2007), sering mengamati penggunaannya strategi pembelajaran *shadowing* spontan dalam percakapan, percaya bahwa Strategi pembelajaran *shadowing* merespons dasar dorongan manusia untuk meniru dan mengulangi. *Shadowing* juga telah dikenal sebagai teknik yang berguna untuk melatih menerjemahkan secara simultan (Kurz 1992, Sabatini 2000). Hasil dalam penelitian psikolinguistik adalah strategi ini digunakan untuk menilai kemampuan pengolahan bahasa, terutama mendengarkan dan membaca (Gray 1975, Marslen-Wilson 1975, Muchisky 1983). Sambil mendengarkan, pendengar menggunakan berbagai proses mental untuk memberi makna pada informasi yang mereka dengarkan. Proses mental inilah yang digunakan pendengar untuk mengerti bahasa Inggris secara lisan pada umumnya dapat digambarkan sebagai strategi pemahaman mendengar (Coskun 2010). Oxford (1990) mengatakan bahwa "strategi sangat penting untuk pembelajaran bahasa, karena mereka merupakan alat untuk mengukur keterlibatan keaktifan dan *self-directed* peserta didik, yang penting untuk pengembangan dan kompetensi komunikatif. Nunan (1999), berpendapat bahwa dibelakang setiap tugas belajar setidaknya terdapat satu strategi. Namun, peserta didik tidak mengetahui strategi di mana mereka terlibat.

Anderson (1999) menganggap strategi metakognitif sebagai strategi yang paling penting untuk mengembangkan kemampuan peserta didik. O'Malley dan Chamot berpendapat bahwa (1990) bahwa peserta didik yang belajar tanpa strategi ini tidak memiliki kemampuan untuk memantau dan mengatur perkembangan, kinerja, dan pembelajaran di masa depan. Di sisi lain, peserta didik yang menggunakan strategi metakognitif tersebut pelajar yang lebih mahir disbanding yang tidak menggunakan strategi metakognitif (Hauck, 2005). Pendapat yang sama dikemukakan oleh Yang

(2009) yang mana kesadaran metakognitif dapat membantu meningkatkan kemampuan pendengar untuk menyelesaikan tugas *listening* lebih efektif. Di sisi lain, peserta didik belum melakukan usaha yang maksimal untuk meningkatkan kemampuan mereka karena mereka tidak percaya bahwa mereka memiliki kemampuan untuk menyelesaikan tugas belajar mereka dengan baik. Pemberian motivasi paling banyak berhubungan dengan peserta didik "persepsi kemampuan mereka sendiri untuk belajar atau mencapai tugas belajar adalah self-efficacy, yang didefinisikan oleh para ahli teori pembelajaran sosial sebagai "rasa keyakinan tentang kinerja tugas tertentu"(Lorsbach dan Jinks 1999, 158). Variabel yang berpengaruh pada pendengar "kinerja adalah self-efficacy. Menurut Bandura (1986, 391) dan seperti yang didefinisikan dalam teori kognitif sosial, self-efficacy mengacu pada "Penilaian orang atas kemampuan mereka untuk mengatur dan melaksanakan tindakan yang diperlukan untuk mencapai jenis kinerja tertentu ". Perasaan self-efficacy yang dirasakan peserta didik sangat berpengaruh pada cara mereka menyeleksi kegiatan serta ketekunan mereka dalam menyelesaikan tugas yang diberikan dalam kegiatan mereka (Schunk 1989; Zimmerman, Bandura, dan Martine-Pons 1992). Dengan kata lain, kepercayaan akan kemampuan diri sendiri dapat memprediksi keberhasilan seseorang dalam kemampuan aktual, keterampilan, atau pengetahuan (Schunk 1991). Artinya, "persepsi diri tentang kemampuan membantu menentukan apa yang dilakukan individu dengan pengetahuan dan keterampilan yang mereka miliki "(Pajares 1997, 3). Salah satu teknik yang memberi peserta didik kemampuan untuk belajar bahasa adalah dengan selalu mengulang-ulangi apa yang sudah dipelajari. *Shadowing* memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya mengulang tapi terlibat dalam pengulangan, sebuah proses yang sangat penting untuk pembelajaran bahasa jika dilihat dari sebuah teori sosial kognitif Vygotskyan (SCT): "Dalam perkembangan anak ... imitasi dan instruksi memainkan peran utama "(Vygotsky 1986, 188). Alih-alih melihat imitasi secara otomatis, penyalinan mekanis atau pengulangan perilaku model, SCT memahami tiruan sebagai aktivitas transformatif yang melibatkan pelajar yang cerdas, disengaja, dan kreatif menghasilkan operasi mental orang lain (Vygotsky 1986). Dalam teori Vygotskyan, imitasi merupakan mekanisme utama internalisasi dan komponen utama aktivitas perkembangan di ZPD.

Namun, bagaimana ide ini bisa terwujud dalam kelas bahasa dan bagaimana kaitannya variabel kognitif dan afektif masih perlu penelitian lebih lanjut. Dalam penelitian teknik ini digunakan untuk menemukan tentang bagaimana hal itu dapat meningkatkan pemahaman peserta didik di poltekbang Surabaya. Lebih penting lagi, sebuah upaya dilakukan untuk menentukan bagaimana hal itu berkaitan dengan penggunaan strategi metakognitif dan "self-efficacy peserta didik. Secara khusus, pertanyaan berikut ini ditujukan pada penelitian ini.

- 1) Apakah strategi shadowing pada peserta didik poltekbang Surabaya memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap pemahaman listening mereka?
- 2) Adakah hubungan yang signifikan secara statistik antara strategi shadowing dan self-efficacy pada peserta didik poltekbang Surabaya ?
- 3) Apakah ada perubahan signifikan pada kemampuan *listening* metakognitif setelah strategi shadowing diterapkan pada pelajar poltekbang surabaya ?

METODE

Peserta

Untuk keperluan penelitian ini, 43 peserta didik dengan rentang usia 19-23 tahun, yang mempunyai kemampuan bahasa yang menengah. Mereka dibagi menurut kelas mereka menjadi dua kelompok eksperimen ($n = 21$) dan kontrol ($n = 22$). Peserta dipilih melalui metode convenience sampling. Untuk tujuan ini kelas yang diambil di poltekbang Surabaya adalah kelas ATC 8b dan 8b dengan tingkat kemahiran bahasa ditentukan melalui tes awal penempatan di awal masuk semester.

Instrumen

Untuk mengukur variabel penelitian (termasuk mendengarkan pemahaman, mendengarkan penggunaan strategi self-efficacy dan metacognitive listening), instrumen berikut digunakan.

TOEIC

Listening section of the TOEIC digunakan dalam penelitian ini. Instrumen ini merupakan test yang digunakan secara umum. Hal ini menguji kemampuan pembelajar untuk memahami percakapan

pendek dan percakapan panjang dalam bahasa Inggris. Test ini berisi materi rekaman yang sering didengar sehari-hari, lalu pebelajar mengisi form jawaban yang telah disediakan dengan output score TOEIC. Soal tes yang akan digunakan adalah soal tes pilihan ganda sebanyak 100 soal yang berdasarkan soal TOEIC bagian listening oxford university press 2011 practice test 1 untuk pre-test dan practice test 2 untuk post test.

Kuesioner Strategi Mendengarkan Metakognitif (MALQ)

Untuk keperluan penelitian ini, *Metacognition Awareness Listening Questionnaire* (MALQ), yang dikembangkan oleh Vandergrift dan lainnya (2006), diberikan kepada kelompok eksperimen baik di awal maupun di akhir penelitian sehingga memungkinkan adanya perubahan dalam penggunaan strategi tersebut dapat ditentukan melalui perbandingan. Untuk memastikan peserta didik paham maka sebuah versi bahasa Indonesia digunakan dalam penelitian ini. Dalam sebuah penelitian awal, versi ini dikoreksi untuk memastikan tidak akan ada masalah tentang kejelasan. Kuesioner skor yang didapat siswa dipandang sebagai hasil kesadaran *listening* metakognitif mereka terhadap proses dan strategi yang dibutuhkan untuk mendengarkan bahasa kedua dengan sukses. Kuesioner berisi 21 item, masing-masing item dinilai pada skala Likert enam titik dari 1 (sangat tidak setuju) sampai 6 (sangat setuju) tanpa titik netral sehingga responden tidak bisa menghindari untuk tidak mengisi kuesioner MALQ terdiri dari lima kategori termasuk pemecahan masalah (6 item), perencanaan dan evaluasi (5 item), terjemahan mental (4 item), pengetahuan orang (3 item) dan diarahkan perhatian (4 item).

Validitas kuesioner telah dieksplorasi oleh para pengembang dengan menggunakan eksplorasi dan analisis konfirmatori oleh sampel besar pelajar bahasa asing yang berbeda (Vandergrift, et al 2006).

Mendengarkan Kuesioner *Self-Efficacy*

Keyakinan *self-efficacy* peserta didik dalam mendengarkan diselidiki menggunakan versi bahasa Indonesia dari kuesioner *self-efficacy* yang didengar versi bahasa Inggris (ELSEQ) yang dikembangkan oleh Renzhi (2012). ELSEQ menilai seberapa yakin peserta didik saat melakukan tugas mendengarkan. ELSEQ memiliki 16 item dan masing-masing item diberi nilai pada skala Likert 10 poin mulai dari 0 (tidak yakin) sampai 5 (cukup yakin) dan 10 (benar-benar yakin). Sekali lagi, kuesioner ini adalah pilot- studi yang ditujukan untuk menghindari kemungkinan masalah kejelasan selama pengambilan data melalui kuesioner. Skala koefisien reliabilitas dari kuesioner itu ditemukan .81. Koefisien reliabilitas dari subbagian masing-masing ditemukan 0,78, 0,83, 0,79, dan 0,86.

Prosedur

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi peran meniruan dari suatu perspektif yang disebut dengan aktivitas *listening shadowing* dalam konteks EFL. Untuk tujuan ini, kelompok percobaan (EG) diberikan strategi *shadowing* pada bagian kelas *listening* mereka; Artinya, setiap kali mereka *listening*, mereka diminta untuk mengulang dan meniru *chunk* oleh *chunk* apa yang mereka telah mendengarkan. Periode pembelajaran mengambil 12 sesi dalam rentang waktu empat minggu. Namun, pembelajaran pada kelompok kontrol (CG) tidak menggunakan strategi tertentu. Uji prestasi mendengar dan juga kuesioner *self-efficacy* diberikan kepada peserta setelah intervensi sementara MALQ diberikan keduanya sebelum pembelajaran dan sesudahnya sehingga pola potensi perubahan pada peserta penggunaan strategi bisa dilihat.

HASIL PENELITIAN

Untuk menjawab pertanyaan pertama penelitian, uji *t* sampel independen digunakan untuk membandingkan pemahaman keterampilan mendengar peserta didik CG dan EG baik sebelum dan setelah pembelajaran. Menjawab pertanyaan penelitian kedua, korelasi Pearson digunakan untuk menemukan hubungan antara nilai posttest dari EG peserta didik dan *self-efficacy* pasca percobaan. Akhirnya uji independent-sample *t* test digunakan lagi untuk mengetahui perbandingan dengan menggunakan skor peserta didik CG dan EG sebelum dan sesudah pembelajaran, dan dengan demikian dapat menjawab pertanyaan ketiga dari penelitian ini.

Membandingkan nilai prestasi peserta didik EG dan CG

Pertanyaan penelitian pertama dari penelitian ini berkaitan dengan apakah strategi shadowing mempunyai efek statistik yang signifikan terhadap prestasi pelajar poltekbang Surabaya. Prestas skor peserta didik pada kedua kelompok, diperoleh setelah melalui bagian listening TOEIC dari oxford, sebelum dan sesudah intervensi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil skor prestasi EG dan CG

| | Groups | N | Mean | SD | df | t | Sig. (2-tailed) |
|----------|--------|----|-------|------|----|------|-----------------|
| Pretest | EG | 21 | 12.46 | 1.57 | 41 | .71 | .41 |
| | CG | 22 | 13.02 | 1.94 | | | |
| Posttest | EG | 21 | 18.38 | 2.19 | 41 | 6.75 | .00 |
| | CG | 22 | 15.85 | 1.89 | | | |

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1, hasil yang diperoleh dari menjalankan independen sampel t-test menunjukkan bahwa perbedaan antara kinerja peserta didik di kelompok eksperimen ($M = 12,46$, $SD = 1,57$) dibandingkan dengan kelompok kontrol ($M = 13,02$, $SD = 1,94$) sebelum perlakuan tidak signifikan, $t = 0,71$, $p = 0,41$. Namun, hasil yang didapat dari tes setelah intervensi menggambarkan gambar yang berbeda. Kelompok eksperimen ($M = 18,38$, $SD = 2,19$) mengungguli kelompok kontrol ($M = 15,85$, $SD = 1,89$) dan perbedaannya ternyata signifikan, $t = 6,75$, $p = 0,00$.

Hubungan antara pendengar belajar EG dan self-efficacy

Pertanyaan penelitian yang kedua dari penelitian ini adalah untuk mengungkap apakah ada hubungan yang signifikan secara statistik antara strategi *shadowing* dan kemampuan peningkatan poltekbang Surabaya tingkat 3 pada pelajar. Untuk tujuan ini, korelasi Pearson diterapkan pada skor *listening* posttest peserta didik EG dan skor self-efficacy mereka diperoleh melalui kuesioner self-efficacy. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

| | | | Listening | Self-efficacy |
|---------------|---------|-------------|-----------|---------------|
| Listening | Pearson | correlation | 1 | .42 |
| | Sig. | (2-tailed) | | .14 |
| | N | | 21 | 21 |
| Self-efficacy | Pearson | correlation | .42 | 1 |
| | Sig. | (2-tailed) | .14 | |
| | N | | 21 | 21 |

Korelasi antara strategi *shadowing*, dioperasionalkan melalui posttest listening skor pelajar EG, dan self-efficacy ditemukan cukup positif ($r = .42$). Namun, hubungan positif moderat ini tampaknya tidak signifikan secara statistik ($p = .14$).

Membandingkan hasil strategi pembelajaran strategi shadowing pelajar EG dan CG sebelum dan sesudah pembelajaran.

Pertanyaan penelitian ketiga dari penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah strategi *shadowing* dapat membawa perubahan signifikan pada pola pelajar poltekbang Surabaya pada penggunaan strategi metakognitif. Untuk menjawab pertanyaan penelitian ini, strategi menggunakan skor kedua kelompok tersebut dibandingkan melalui t tes sampel independen sebelum eksperimen dimulai. Demikian juga, setelah selesainya percobaan, uji coba sampel independen t dilakukan lagi untuk mengetahui kemungkinan perbedaan antara kedua kelompok. Hasil analisis uji t ditunjukkan pada Tabel 3.

| | Groups | N | Mean | SD | df | t | Sig. (2-tailed) |
|--|--------|---|------|----|----|---|-----------------|
|--|--------|---|------|----|----|---|-----------------|

| | | | | | | | |
|-----------------|----|----|-------|------|----|------|-----|
| Pre-Experiment | EG | 21 | 64.92 | 4.21 | 41 | .71 | .44 |
| | CG | 22 | 66.03 | 4.76 | | | |
| Post-Experiment | EG | 21 | 76.19 | 4.15 | 41 | 4.46 | .00 |
| | CG | 22 | 69.58 | 3.82 | | | |

Tabel 3 Strategi penggunaan peserta didik EG dan CG sebelum dan sesudah percobaan Tabel 3 menggambarkan bahwa sebelum percobaan dimulai, tidak ada perbedaan yang signifikan antara mean strategy menggunakan skor pembelajar EG ($M = 64,92$, $S = 4,21$) dan yang peserta didik CG ($M = 66,03$, $SD = 4,76$), $t = .71$, $p = 0,44$. Namun, setelah selesainya Percobaan, strategi peserta didik EG menggunakan skor rata-rata ($M = 76,19$, $4,15$) ternyata lebih besar dan berbeda secara signifikan dengan peserta didik CG ($M = 69,58$, $SD = 3,82$), $t = 4,46$, $p = 0,00$. Singkatnya terungkap bahwa strategi *shadowing* memiliki dampak yang signifikan secara statistik pada pencapaian pendengar pelajar poltekbang surabaya dan analisis korelasi pearson menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara strategi *shadowing* dan kemampuan *self-efficacy* peserta didik poltekbang Surabaya meskipun hubungan ini gagal mencapai signifikansi statistik. Akhirnya disimpulkan bahwa strategi *shadowing* ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap frekuensi penggunaan strategi metakognitif pada peserta poltekbang Surabaya.

DISKUSI

Seperti yang ditetapkan pada awal penelitian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji hubungan antara strategi *shadowing* sebagai teknik mengajar dan pelajar poltekbang surabaya pelajaran pemahaman mendengarkan serta keefektifan diri mereka dan penggunaan strategi mendengarkan metakognitif mereka. Analisis statistik hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta di kelompok eksperimen berhasil mendapatkan skor yang signifikan lebih tinggi pada tes hasil belajar mendengarkan dibandingkan rekan mereka di kelompok kontrol yang menyiratkan bahwa strategi *shadowing* itu efektif. Alasan dibalik keefektifan strategi *shadowing* terhadap kemampuan mendengar peserta didik dapat dikaitkan dengan karakteristik unik dari strategi pembelajaran *shadowing* pada kelas listening. Menurut Tannen (2007), strategi *shadowing* merespons dorongan manusia dasar untuk meniru dan mengulangi. Murphey (2001, 132) juga berpendapat bahwa strategi *shadowing* adalah "alat rekursi" karena memungkinkan untuk "penggunaan kembali item bahasa yang sama atau serupa, dari pengulangan yang sederhana, perumusan ulang, hingga produksi baru dan penggunaan baru". Hasil penelitian ini adalah sesuai dengan penelitian sebelumnya. Dalam sebuah studi baru-baru ini, Commander dan M. de Guerrero (2016) menggunakan pembacaan bayangan sebagai teknik pedagogis yang ditujukan untuk teknik membina pemahaman bacaan dan retensi pada bahasa kedua (L2) atau kelas bahasa asing (FL) merupakan adaptasi dari "conversational shadowing," sebuah prosedur yang mengharuskan pendengar untuk mengulangi apa yang dikatakan oleh lawan bicara mereka dalam usaha untuk mengingat isi interaksi sementara juga berlatih dan belajar bahasa target. Sehubungan dengan tujuan penelitian yang kedua, analisis statistik hasil penelitian menunjukkan ke korelasi positif moderat yang tidak signifikan antara bayangan dan *self-efficacy*. Demikian, Hipotesis nol kedua sebagian ditolak, namun korelasi tersebut tidak signifikan. Hal ini bisa dibenarkan dengan alasan bahwa durasi pengaplikasian strategi *shadowing* dalam program mendengarkan mempunyai pedoman dan kriteria tampak belum proporsional. Hal ini bisa diatasi dengan standardisasi durasi lebih panjang Namun, jika variasi ini ditangani secara memadai, memang perlu ada beberapa spesifikasi durasi, misalnya, jumlah jam minimum untuk mendengarkan. Alasan lain bisa dikaitkan dengan cara strategi *shadowing* disajikan dan diperankan oleh pengajar. Penerapan teknik yang tepat membutuhkan guru yang terlatih dan juga sadar akan penggunaan teknik yang benar.

Studi serupa juga dilakukan oleh Montebon (2016) penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efek strategi pembelajaran *shadowing* pada siswa yang mempunyai *self-efficacy*. Strategi *shadowing* atau tutoring meniru yaitu bentuk utama dari pembelajaran *self-efficacy* adalah penilaian kemampuan pribadi seseorang untuk merencanakan dan melaksanakan suatu tindakan untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Bandura 1977). Hasil penelitian ini menggambarkan latar belakang pendidikan responden dan level keberhasilan *self-efficacy*. Telah diketahui bahwa siswa yang mempunyai *self-efficacy* karena pembelajaran strategi *shadowing* Meninjau penelitian tentang *self-efficacy* mendengarkan dan

strategi *shadowing*, Hamada (2016) menyimpulkan bahwa strategi *shadowing* mendorong peserta didik untuk mempunyai *self-efficacy*. Akhirnya, hasil analisis statistik menemukan bahwa penerapan strategi *shadowing* menyebabkan perubahan yang signifikan dalam pola peserta didik dilihat dari penggunaan strategi metakognitif. Dengan kata lain peserta didik yang menggunakan strategi *shadowing* dalam pelajaran *listening* lebih sering menggunakan strategi metakognitif. Ini Jelas bahwa kesadaran metakognitif terhadap strategi mendengarkan mempunyai hubungan dengan pencapaian *listening* di kelas bahasa Inggris (Kummin dan Rahman 2010), kemampuan mendengar bahasa Inggris (Shirani Bidabadi dan Yamat 2010), dan motivasi belajar bahasa (Baleghizadeh dan Rahimi 2011). Vandergrift, Goh, Mareschal, dan Tafaghodtari (2006) menunjukkan bahwa peserta didik dengan tingkat kesadaran metakognitif yang lebih baik dalam memproses dan menyimpan informasi baru, menemukan cara terbaik untuk berlatih dan memperkuat apa yang telah mereka pelajari. Mengikuti pendapat ini adalah Coskun (2010) melakukan studi eksperimental pada sampel 40 (pria dan perempuan) pelajar turki tingkat awal belajar untuk mempelajari dampak dari metakognitif selama lima minggu program pelatihan strategi mendengarkan tentang pemahaman mendengarkan. Hasilnya menunjukkan kinerja yang secara signifikan lebih tinggi dimiliki oleh kelompok eksperimen, menyiratkan bahwa pelatihan strategi metakognitif yang diintegrasikan dalam kelas reguler *listening* untuk mendorong kinerja pendengaran peserta didik. Hamada (2012) juga memasukkan kesadaran *shadowing* dan kesadaran metakognitif ke dalam pelajaran *listening* untuk pelajar EFL Jepang dan melaporkan bahwa hasilnya menguntungkan menggunakan strategi *shadowing* untuk meningkatkan kesadaran peserta didik akan strategi tersebut.

KESIMPULAN

Para peneliti dan guru untuk berkembang lebih efektif dalam teknik mengajar untuk membantu meningkatkan kemampuan mendengar siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa strategi *shadowing* cocok untuk kelas reguler poltekbang Surabaya, di mana penekanannya adalah pada pengembangan pemahaman *listening*. Studi ini juga menunjukkan bagaimana teori teknik mengajar yang efektif, strategi *shadowing*, bisa digunakan lebih praktis, membangun jembatan antara teori dan praktek temuan penting lain dari penelitian ini adalah dampak positif strategi *shadowing* pada *self-efficacy*, dan penggunaan strategi metakognitif pelajar poltekbang Surabaya. Strategi *shadowing* itu tidak terlalu populer di poltekbang Surabaya dan diharapkan penelitian serupa strategi *shadowing* akan dilakukan untuk mengembangkan prosedur pembelajaran serupa membantu lebih banyak siswa untuk meningkatkan kemampuan bahasa asing mereka. Temuan dari Penelitian ini dapat memberikan implikasi yang menguntungkan bagi guru dan pembelajar *listening*. Selain itu, instruktur dapat menggunakan berbagai jenis strategi mendengarkan dan kemudian menerapkan strategi *shadowing*. Implikasi penelitian ini bisa dipakai untuk pelatihan para guru. Para guru harus terlatih dengan baik mengenai strategi *shadowing* yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Alwan, Ahmed, Sahail Asassfeh, and Yousef Al-Shboul. 2013. "EFL Learners" Listening Comprehension and Awareness of Metacognitive Strategies: How Are They Related?" *International Education Studies*, 6(9): 31-39. <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v6n9p31>
- Anderson, Neil. J. 1999. *Exploring Second Language Reading: Issues and Strategies*. Boston: Heinle & Heinle.
- Baleghizadeh, Sasan and Amir Hosein Rahimi. 2011. "The Relationship Among Listening Performance, Metacognitive Strategy Use and Motivation from a Self-Determination Theory Perspective." *Theory and Practice in Language Studies*, 1 (1):61-67. doi:10.4304/tpls.1.1
- Bandura, Albert. 1977. "Self-Efficacy: Toward A Unifying Theory of Behavioral Change." *Psychological Review*, 84: 191-215. <https://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/>

**ANALISA UNTUK MENINGKATKAN *SPEAKING SKILL*
MELALUI METODE *GUIDED CONVERSATION* DALAM PEMBELAJARAN
BAHASA INGGRIS PADA TARUNA POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

Oleh:

**Meita Maharani Sukma
Laila Rochmawati**

Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
meitamaharanisukma@yahoo.com

ABSTRAK

Proses pembelajaran merupakan salah satu bentuk program pendidikan yang dilakukan secara sistematis. Pada proses pembelajaran dosen harus bisa membuat kegiatan belajar mengajar menjadi menyenangkan dan menarik dengan memberi para taruna waktu untuk mengeksplorasi dan memperbaiki diri. Proses belajar bahasa Inggris khususnya pengajaran keterampilan berbicara bukanlah hal yang mudah dan sederhana karena bahasa Inggris adalah bahasa asing dan banyak taruna tidak terbiasa menggunakan bahasa Inggris dalam percakapan sehari-hari. Kurangnya menguasai kosakata menjadi salah satu faktor penting dalam komunikasi verbal dan juga sedikit pemahaman tentang tata bahasa.

Metode pengajaran berbicara yang digunakan oleh dosen dalam kegiatan belajar bahasa Inggris ini yaitu metode *guided conversation*, yang diharapkan metode fleksibel ini bisa membuat proses belajar mengajar menjadi menyenangkan dan menarik. Penerapan metode ini diharapkan taruna dapat berperan aktif di kelas tidak hanya sebagai pendengar tapi juga sebagai pembicara yang melakukan komunikasi dua arah.

Kata kunci : Keterampilan berbicara, *Guided Conversation*, Aktivitas pembelajaran

PENDAHULUAN

Keterampilan berbicara (*speaking skill*) dalam bahasa Inggris merupakan suatu keterampilan seseorang untuk menyampaikan pemikirannya kepada siapa saja melalui lisan, akan tetapi, keterampilan berbicara sulit berkembang kalau tidak dilatih secara terus menerus dan bisa dilakukan dengan rekan-rekan di dalam kelas, semua dosen bahasa Inggris, atau dosen lainnya yang bisa berbahasa Inggris. Tujuannya untuk memperlancar keterampilan berbicara, memperkaya penggunaan kosa kata, memperbaiki tatanan berbahasa, menyempurnakan ucapan kosa kata, kalimat bahasa Inggris, dan melatih pendengaran sehingga mudah menangkap pesan dari lawan bicara. Bahasa Inggris digunakan sebagai bahasa pengantar untuk materi tertentu, namun sebagian dari dosen yang mengajar di berbagai kampus tersebut di atas masih ada yang menyampaikan materi secara bilingual (bahasa Indonesia dan bahasa Inggris) yang bertujuan untuk mensterilkan status kampus tersebut dengan berskala internasional.

Mengatasi masalah ini, berbagai usaha perbaikan telah dilakukan oleh pengajar guna meningkatkan proses pembelajaran bahasa Inggris dengan tujuan meningkatkan hasil belajar taruna yang baik khususnya kemampuan berbicara bahasa Inggris taruna. Besar kemungkinan, usaha tersebut belum mengena pada sasaran sehingga upaya para pengajar belum memperoleh

hasil yang memuaskan. Belajar keterampilan berbicara bahasa Inggris bukan sesuatu yang mudah melainkan membutuhkan cara yang tepat dan menyenangkan. Maka dari itu proses pembelajaran dalam bidang keterampilan berbicara bahasa Inggris membutuhkan strategi yang tepat untuk menumbuh kembangkan minat taruna untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris sebaik mungkin. Keterampilan berbicara diperlukan persiapan matang baik oleh dosen sebagai pengajar/pembimbing maupun taruna.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan jenis gambaran jenis *Guided Conversation* dalam keterampilan berbicara bahasa Inggris, keterampilan berbicara bahasa Inggris dengan baik melalui *Guided Conversation* terdapat beberapa cara yang sering menjadi acuan. Metode yang digunakan adalah kualitatif dan analisa lapangan. Empat keterampilan dalam bahasa yang terintegrasi (*listening skill, speaking skill, reading skill* dan *writing skill*) harus selalu dipraktikkan. Praktik keterampilan berbicara bahasa Inggris sebagai bahasa asing terdapat beberapa pendekatan yang bisa diberikan kepada taruna :

1. Dosen mengontrol kegiatan taruna sesering mungkin sehingga semua taruna aktif dalam kegiatan keterampilan berbicara.
2. Memberikan kesempatan kepada taruna untuk mengenali pola susunan kalimat dan penggunaan kosa kata sehingga setiap peserta dalam proses pembelajaran keterampilan berbicara tetap menarik.
3. Taruna di berikan kesempatan untuk melakukan *role-play* sesuai dengan kemampuan.
4. Membantu taruna dalam melakukan keterampilan berbicara sehingga taruna merasa di perhatikan oleh dosen.
5. Praktik keterampilan berbicara taruna di berikan kesempatan berbicara bebas dalam koridor yang telah di tentukan.

HASIL PENELITIAN

Pengembangan keterampilan berbicara bahasa Inggris melalui *Guided Conversation* dapat meningkatkan kreativitas taruna untuk belajar bahasa Inggris. Kegiatan seperti ini mampu menunjukkan keterampilan pribadi taruna dalam berkomunikasi dengan gaya yang bervariasi. Komunikasi dalam hal ini menampilkan kesanggupannya dalam berbicara bahasa Inggris baik di dalam maupun diluar kelas. Taruna diharapkan dapat berbicara dengan sesama teman sekelas, dosen, dan bahkan dengan orang-orang di luar lingkungan (orang asing). Tujuan perlakuan seperti itu untuk melatih taruna mempraktikkan keterampilan berbicara bahasa Inggris secara kontinyu dengan cara *Guided Conversation*. Kebiasaan semacam ini yang harus dilakukan dosen kepada taruna guna memberdayakan taruna dalam berbahasa Inggris dengan tujuan untuk meningkatkan hasil belajar taruna. Pada praktik tersebut akan muncul tahapan penguasaan keterampilan berbicara bahasa Inggris taruna, sebagai berikut:

1. Receive speaking

Taruna atau pelajar yang belajar keterampilan berbicara bahasa Inggris lebih banyak menerima dari lingkungan belajar atau mendengarkan ragam bentuk dan gaya berbicara orang lain, ucapan, struktur bahasa yang dipakai, dan pengembangan *vocabulary*-nya sehingga bisa diulanginya di barak atau di rumah. Taruna menyimpan dalam memorinya sebanyak mungkin berupa : kosakata baru tingkat dasar (*basic*), kalimat baru, ucapan, yang siap dipraktikkan dengan lawan bicara sekedar menjawab pertanyaan-pertanyaan (misal, "*what is this?, what is that?, and how are you?*", dan seterusnya). Persiapan ini disebut dengan *receive speaking* yang

siap diterapkan keterampilan berbicara dalam bahasa Inggris (*speaking skill*) yang baik. Pada pola ini, taruna bisa berfikir dan memperkaya diri dengan ragam bentuk bahasa yang siap pakai.

2. *Productive speaking*

Berdasarkan konsep menerima berarti taruna telah menyimpan banyak persiapan untuk melakukan praktik keterampilan berbicara. Maka selanjutnya adalah kemampuan taruna untuk membentuk dan memperbanyak ungkapan-ungkapan baru, seperti: bertanya, menjelaskan, berdiskusi, dan bahkan membantu rekan sekelas. Taruna diberikan kesempatan sebanyak mungkin untuk menggunakan beragam kalimat baru bahasa Inggris sesuai tingkatan kelasnya. Pengaruh dari *productive speaking* bisa menjadi indikasi bahwa taruna yang berkemampuan tinggi dalam keterampilan berbicara justru akan lebih berhasil dalam mengembangkan diri bidang keterampilan berbicara bahasa Inggris dalam mata materi bahasa Inggris.

3. *Descriptive speaking*

Pada gambaran kedua tahapan di atas, berarti kesiapan taruna dalam menekuni keterampilan berbicara bahasa Inggris sangat baik dan gabungan kedua tahapan tersebut maka taruna mampu menerima dan memberi (Tanya-jawab) dengan menggunakan rangkaian kalimat sederhana (*simple sentence*), kalimat gabungan (*compound sentence*), dan kalimat kompleks (*complex sentence*) dan kalimat rumit gabungan (*compound complex sentence*), artinya, taruna mampu menjawab pertanyaan bahasa Inggris secara lisan, mampu bertanya, memberi penjelasan, berdiskusi, dan mampu menuliskan ungkapan bahasa Inggris secara tertulis juga dengan menggunakan ragam kalimat. Tujuan *descriptive speaking* adalah meminta taruna berbicara sebanyak mungkin dengan gambaran dari berbagai sumber bahan bacaan atau menurut pengalaman belajar yang dilaluinya.

Praktek keterampilan berbicara bahasa asing seperti bahasa Inggris memang dirasakan sulit karena harus mengintegrasikan keterampilan lainnya (*listening skill, reading skill dan writing skill*) kedalam bentuk speaking yang baik. Pada proses keterampilan berbicara bisa menjadi lebih sempurna dan aktif.

Keterampilan berbicara bahasa Inggris melalui *Guided Conversation* yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. *Positive autonomous.*

Kemandirian yang positif akan berhasil dengan baik apabila setiap anggota kelompok merasa sejajar dengan anggota yang lain. Artinya satu orang tidak akan berhasil kecuali anggota yang lain merasakan juga keberhasilannya. Apapun usaha yang dilakukan oleh masing-masing anggota tidak hanya untuk kepentingan diri sendiri melainkan untuk semua anggota kelompok. Kemandirian yang positif merupakan inti pembelajaran yang dilakukan dalam strategi *Guided Conversation* terhadap praktik keterampilan berbicara Inggris sehingga taruna berhasil dengan baik.

2. *To increase interaction.*

Pada saat dosen menekankan kemandirian yang positif, selayaknya dosen memberikan kesempatan kepada taruna untuk saling mengenal, saling bantu, saling mendukung, memberi semangat dan saling memberi pujian atas usahanya dalam belajar. Aktivitas kognitif dan dinamika kelompok terjadi pada saat taruna diikutsertakan untuk belajar mengenal satu sama lain. Termasuk dalam hal ini menjelaskan bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi terutama dalam pelaksanaan berbicara bahasa Inggris, mendiskusikan konsep yang akan dikerjakan, menjelaskan pada teman sekelas dan menghubungkan dengan materi yang terakhir dipelajari.

3. *Individual responsibility.*

Tujuan kelompok dalam strategi *Guided Conversation* adalah agar masing-masing taruna menjadi lebih kuat pengetahuannya. Taruna belajar secara bersama sehingga kondisi kelas menjadi hidup. Taruna dapat melakukan sesuatu yang berhubungan dengan keterampilan berbicara bahasa Inggris yang lebih baik sebagai individu, untuk memastikan bahwa masing-masing taruna lebih kuat, taruna harus membuat pertanggungjawaban secara individu terhadap tugas yang menjadi bagiannya dalam bekerja. Pertanggungjawaban individu akan terlaksana jika perbuatan masing-masing individu dinilai dan hasilnya diberitahukan pada individu dan kelompok.

4. *Interpersonal and small group ability.*

Pembelajaran strategi *Guided Conversation*, selain materi (tugas kerja) taruna juga harus belajar tentang kerja kelompok, artinya pembelajaran strategi ini adalah taruna belajar tentang keterampilan berkerja sama untuk mempraktikkan keterampilan berbicara bahasa Inggris, secara bersama-sama mendengarkan dari masing-masing individu tentang *pronunciation, structure, listening comprehension, vocabulary*, dan *fluency* yang telah dikuasainya.

KESIMPULAN

Berdasarkan teori dan analisa tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa mempelajari bahasa Inggris khususnya keterampilan berbicara membutuhkan berbagai strategi. Salah satu strategi yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Guided Conversation*, tujuannya adalah mempermudah taruna mempelajari materi bahasa Inggris khususnya *speaking skill*, semakin banyak cara yang dilakukan untuk belajar maka semakin mudah menguasainya. Keterampilan berbicara harus terus menerus dipraktikkan sampai terbiasa dan harus ditambah dengan menghafal/memahami rumus *tenses, grammar*, dan tata bahasa Inggris formal yang dapat membantu taruna untuk menguasai dan meningkatkan kemampuan dalam berbicara bahasa Inggris.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, dkk. 1986. *Pengembangan Kosa Kata dalam Berbahasa*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Brown, G., Anderson, A., Shilcock, R., & Yule, G. 1984. *Teaching Talk: Strategies for Production and Assessment*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Hyland, K. 1991. *Developing Oral Presentation Skills*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guntur, Tarigan. 1981, *Berbicara Sebagai Suatu Keterampilan Berbahasa*, Bandung: Penerbit Angkasa.
- Guntur, Tarigan. 1986. *Pengajaran kosakata*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Hall, S. 1997. *Integrating pronunciation for fluency in presentation skills*. ERIC Document, pp. 408–856.

RANCANG BANGUN TRAINER VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) ANALOG DAN DIGITAL DENGAN SISTEM PENCACAH TEGANGAN PADA LABORATORIUM LISTRIK POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Prasetyo Iswahyudi

Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara

Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani 1/73 Wonocolo Surabaya 60236

Telp. (031)841087, Fax. (031)8490005

ABSTRAK

Salah satu mata kuliah Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara yaitu mesin listrik. Dalam mata kuliah tersebut terdapat materi tentang motor listrik, motor listrik adalah suatu alat yang berfungsi sebagai mesin penggerak dari berbagai peralatan listrik. Pada motor listrik ini terdapat suatu alat yang menjadi kontrol kecepatan putaran yaitu Variable Speed Drive (VSD). Variable Speed Drive memang difungsikan untuk mengatur putaran motor, sehingga motor tersebut dapat berputar sesuai dengan kebutuhan dari alat. Ada dua jenis VSD yaitu VSD dengan sistem pencacah tegangan dan VSD dengan sistem perubahan frekuensi. Pada VSD dengan sistem pencacah tegangan, putaran motor diatur dengan cara merubah input tegangan dari motor, perubahan tegangan ini diatur pada suatu rangkaian yang disebut rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan terdiri dari beberapa komponen elektronik yaitu triac, diac, rangkaian timer dari resistor dan kapasitor. Triac berfungsi untuk mengatur besar tegangan dan kerja triac juga diatur oleh rangkaian time R-C atau rangkaian resistor kapasitor. Dengan mengatur time, output tegangan dari triac juga dapat berubah sehingga putaran motor juga dapat berubah.

Kata kunci: *Variable Speed drive, rangkaian pembagi tegangan, rangkaian R-C, Triac.*

LATAR BELAKANG

Perkembangan peralatan listrik telah mengalami pertumbuhan yang pesat, peralatan-peralatan baru mulai dari peralatan rumah tangga sampai peralatan pabrik hampir semua menggunakan peralatan listrik, sampai pada peralatan transportasi juga telah menggunakan sebagai tenaga listrik.

Sebagian besar peralatan rumah tangga ataupun pabrik yang menggunakan tenaga listrik seperti mesin cuci, mesin pengaduk, maupun sepeda listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama pada peralatan tersebut, mulai menggunakan motor DC sampai motor AC yang digunakan pada alat tersebut.

Seperti yang kita tahu penggerak agar dapat berfungsi haruslah dapat diatur mulai dari kecepatan maupun kekuatan dari penggerak, seperti kipas angin yang harus dapat berputar pelan sampai dengan putaran keras tergantung dari keinginan pengguna peralatan tersebut.

Pada sebagian besar peralatan yang digunakan sebagai penggerak yaitu motor AC atau motor dengan sumber listrik arus bolak-balik. Sehingga perlu suatu alat yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan atau kekuatan supaya tenaga putaran motor dapat dioperasikan sesuai dengan keinginan pengguna peralatan listrik.

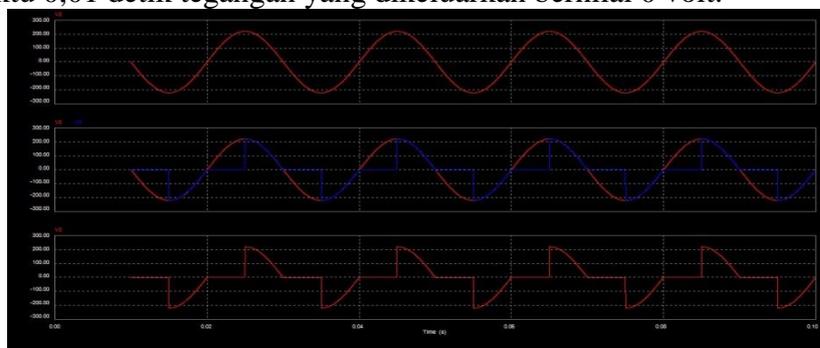
Peralatan untuk pengatur kecepatan motor listrik biasa disebut dengan *Variable Speed Drive* (VSD) atau *inverter*, peralatan ini berfungsi mengatur putaran motor dengan perubahan frekuensi dan jalan lain untuk mengatur putaran dapat pula dengan merubah tegangan sehingga penulis dapat membuat suatu alat sebagai pembelajaran di tempat studinya dengan konsep pengatur motor dengan sistem baru maka penulis mengambil judul tugas akhir **“RANCANG BANGUN TRAINER VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) ANALOG DAN DIGITAL DENGAN SISTEM PENCACAH TEGANGAN PADA LABORATORIUM LISTRIK POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA”**.

KONSEP DASAR RANCANGAN

Konsep dasar rancangan *Variable Speed Drive* ini yaitu gelombang tegangan tiga fasa dari sumber catu daya masuk kedalam rangkaian pengatur daya. Pada rangkaian ini terdapat triak yang akan mencacah tegangan, besar kecilnya tegangan yang dihasilkan dari keluaran triac tergantung dengan waktu yang digunakan untuk membuka *gate* pada triak.

Besarnya waktu ini ditentukan oleh rangkaian R-C pada rangkaian pengatur daya, jika tegangan pada tiap-tiap fasa tersebut memiliki besar frekuensi 50 Hz maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 1 gelombang penuh (*periode*) yaitu sebesar $1:50 = 0.02$ detik, dan untuk mencapai setengah gelombang yaitu 0.01 detik.

Triac mencacah pada gelombang puncak dan lembah dalam arti melakukan dua kali pencacahan dalam satu gelombang penuh, atau satu kali *switching* pada setengah gelombang penuh. Seperti penjelasan diatas memerlukan waktu 0.01 detik jadi triac melakukan *switching* antara waktu 0-0.01 detik. Semakin cepat waktu *switching* yang dilakukan maka semakin besar pula nilai tegang yang di keluarkan oleh triac, jika *switching* dilakukan pada tepat waktu 0 detik tegangan output akan keluar maksimum seperti tegangan input, dan jika *switch* dilakukan pada waktu 0,01 detik tegangan yang dikeluarkan bernilai 0 volt.



Gambar 1 Gelombang *input* dan *output* triac.

Pada gambar diatas adalah gelombang input (gambar pertama), dan gambar hasil pencacahan (gambar ketiga) pada triac. Terlihat bahwa besar luasan

gelombang tersebut berbeda maka besar tegangan rata-rata yang dihasilkan pun akan berbeda (lebih kecil dari tegangan input). Gambar diatas adalah ketika triac mendapat *trigger* 0.005 detik atau saat mencapai seperempat dari satu gelombang penuh.

Pencacahan nilai tegangan tersebut terjadi pada setiap fasa, dengan syarat besar tegangan besar beda sudut antar fasa dan frekuensi harus tetap seimbang seperti tegangan input. Karena bila terdapat selisih yang terlalu besar pada tegangan motor dapat tidak berputar karena beda potensial tiap-tiap fasa tidak seimbang.

Rangkaian ini nilai waktu *switching* ditentukan oleh rangkaian R-C atau (resistor dan kapasitor). Dan pada rangkaian yang akan dibuat perubahan nilai R-C dengan cara menggunakan *Potensiometer* atau *Variable Resistor* untuk merubah nilai dari R. rumus dari waktu *switching* yaitu $t=R \times C$.

Karena nilai tegangan output tiap-tiap fasa dan selisih sudut tiap-tiap fasa harus sama besarnya, maka terdapat rangkaian khusus untumenyatukan tiga potensio, agar kondisi *output* dapat terpenuhi.

Sistem pengoperasian analog dapat dengan langsung memutar potensio tersebut. Dan cara digital yaitu dengan menggunakan tombol yang telah terhubung dengan relay, relay ini terhubung dengan rangkaian resistor dan akan merubah nilai resistansi dari rangkaian R-C. Pengoperasian ini dapat dirubah sesuai kebutuhan semisal digunakan untuk mengatur motor pada mesin *Air Conditioning* fungsi PC dapat digantikan dengan sensor suhu, atau sensor lain.

Motor Induksi

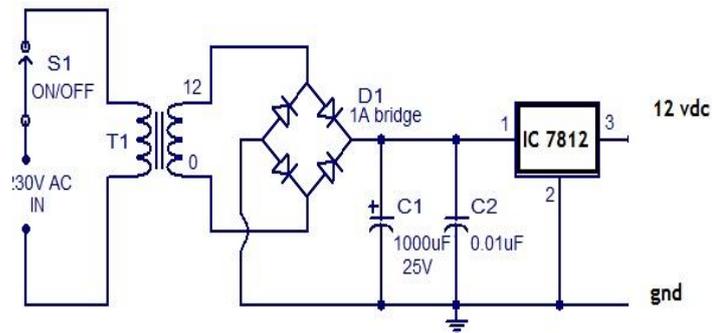
Motor induksi yaitu motor satu fasa maupun tiga fasa yang akan diatur kecepatan putarannya oleh rancangan VSD yang akan di buat oleh penulis, kecepatan putaran maksimum apabila motor mendapat tegangan maksimum, dan akan berkurang kecepatan motor apabila kita memberikan suplay tegangan kurang. Besar tegangan yang masuk ke motor tergantung dari tegangan output dari triac.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimulai dari menentukan rangkaian *time* R-C selanjutnya menggabungkan rangkaian tersebut dengan rangkaian pembagi tegangan dan sistem tersebut yang akan digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk pada motor.

Power Supplay

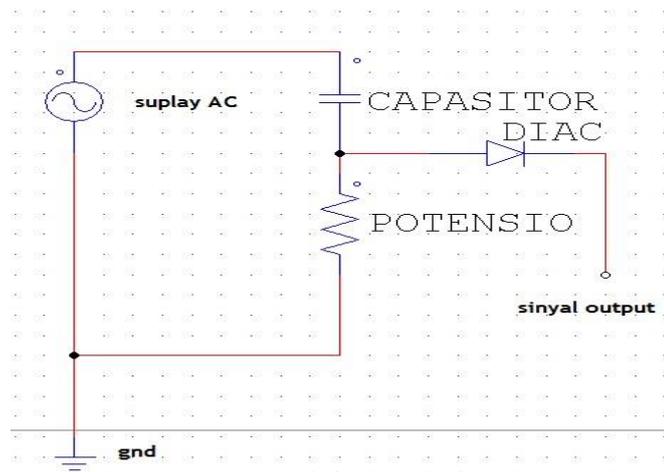
Power supplay pada rangkaian ini berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk sumber penyalan relay, prinsip *power suplay* ini yaitu merubah tegangan AC 220 V pada sisi input alat dan akan di turunkan menjadi 12 VAC yang selanjutnya akan di searahkan oleh *diode Bridge* dan akan keluar sebagai tegangan DC yang masih memiliki ripple, dan selanjutnya akan di saring oleh kapasitor untuk mengurangi *ripple* dan akan di regulasi oleh IC 7812 supaya tegangan *output* setabil 12 V DC



Gambar 2 Rangkaian Power supply

Rangkaian Time Analog

Rangkaian ini tersusun dari rangkaian potensiometer yang di seri dengan kapasitor 40 uF di seri dengan 50 Kohm, pada rangkaian ini berfungsi sebagai pembangkit trigger pulsa trigger. Selanjutnya output dari kapasitor akan keluar dan besarnya tegangan yang keluar dibatasi oleh diac supaya sinyal dapat terbentuk secara teratur.



Gambar 3 Rangkaian time R-C untuk trigger triac

Besar frekuensi sinyal output diatas bergantung dengan besarnya nilai resistansi dan kapasitansi dari resistor dan kapasitor, besarnya output tegangan bergantung dengan diac yang digunakan.

Untuk frekuensi sinyal output yaitu dengan rumus $t = R \times C$ dimana t = besar frekuensi atau waktu trigger R = resistansi dan C = kapasitansi.

Pada alat ini menggunakan resistor 50 K ohm dan kapasitor 40u F sehingga besar frekuensi saat potensio maksimal yaitu:

$$t = 50.000 \times 0.000004 \text{ sehingga besar}$$

$$t = 0.02 \text{ detik per satu sinyal}$$

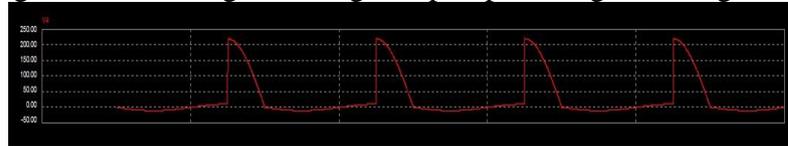
Dan ketika potensio minimal resistansi 0 ohm maka:

$$t = 0 \times 0.000004$$

$$t = 0 \text{ detik}$$

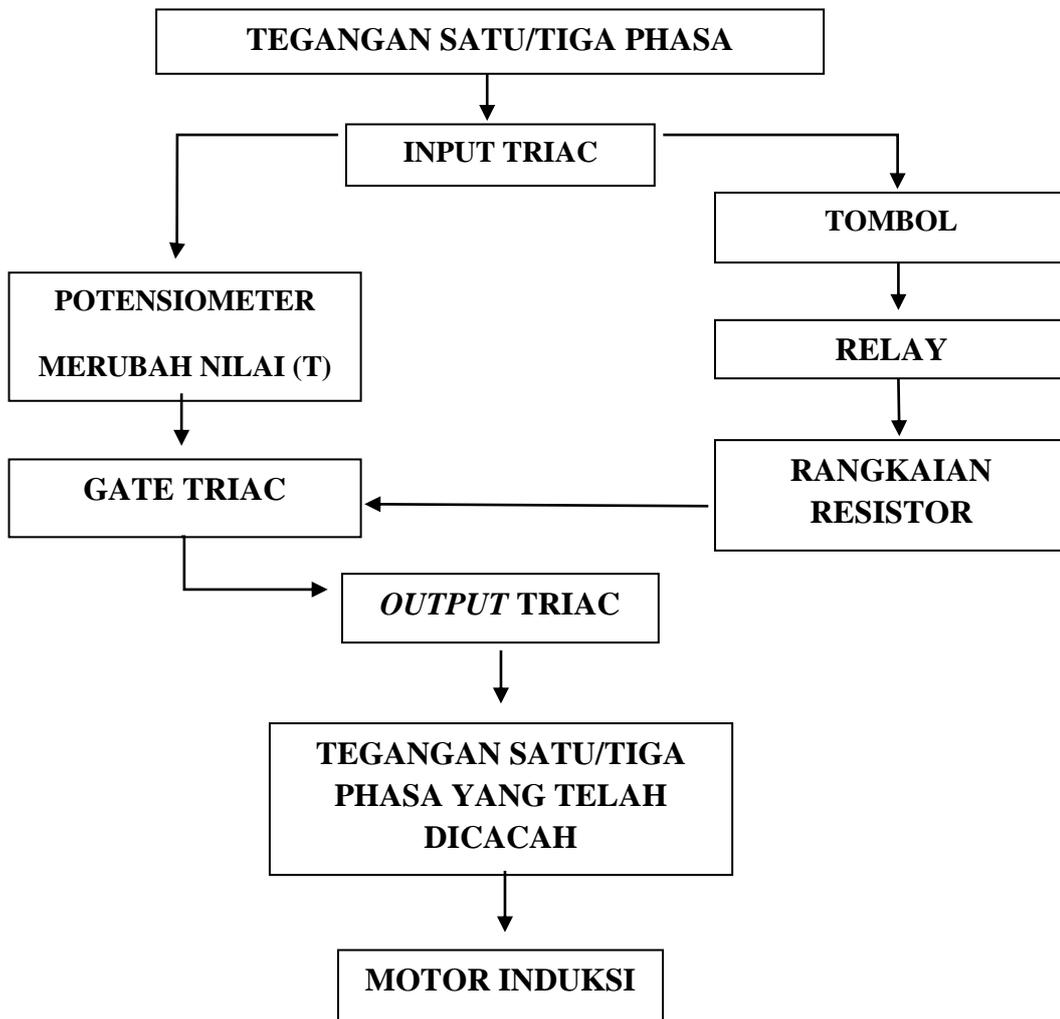
Dengan tegangan output sebesar kapasitas diac yaitu 5V.

Selanjutnya sinyal output ini yang dimanfaatkan untuk mengatur dari output triac, untuk lebih jelasnya penulis menggunakan simulasi PSIM untuk mempermudah dalam menganalisa bentuk gelombang maupun periode gelombang.

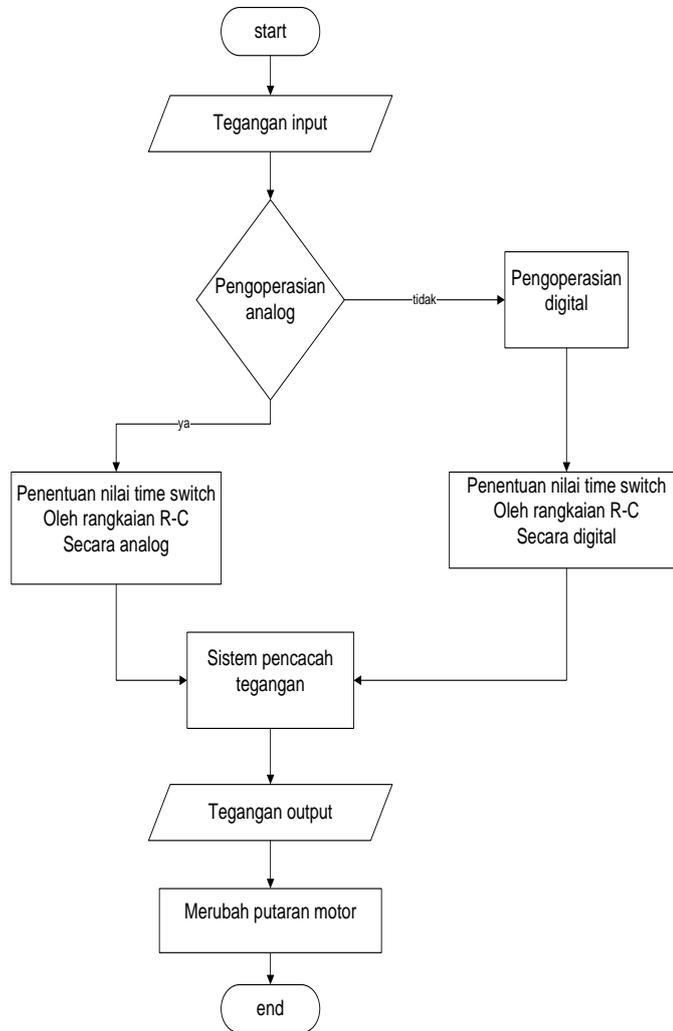


Gambar 4 Output gelombang pada rangkaian R-C

Blok Diagram Rancangan



Flow Chart Rancangan



PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini akan membahas tentang pengujian terhadap perencanaan dari sistem yang telah dibuat pada Bab III sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau belum. Adapun tahap-tahap pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian *input* dan *output* tegangan 1 dan 3 fasa secara analog.
2. Pengujian *input* dan *output* tegangan 1 dan 3 fasa secara digital.
3. Pengujian perubahann tegangan terhadap kecepatan putar motor.
- 4.

Pengujian *Input* dan *Output* Tegangan 1 dan 3 Fasa Secara Analog.

Pengujian ini dilakukan untuk menguji input tegangan satu dan tiga fasa, input ini akan diolah dalam rangkaian pencacah daya dan kemudian kita dapat

mengatur besar *output* tegangan dengan dengan cara analog (memutar potensiometer) pada alat yang telah ada.

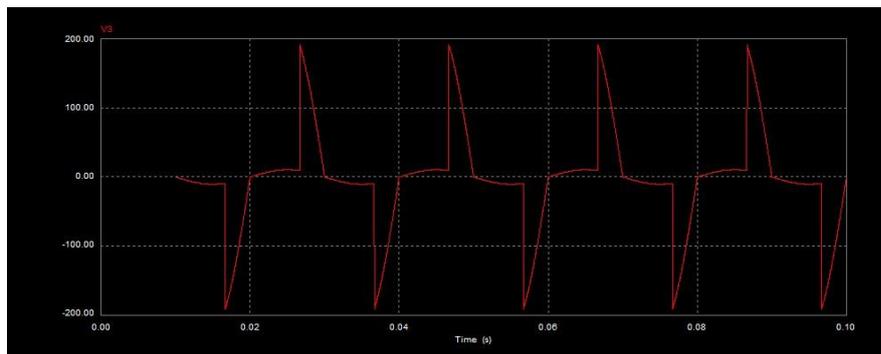
Di bawah ini gambar pengoprasian VSD dengan input satu atau tiga fasa.



Gambar 5 *input* tegangan rancangan VSD

Pengujian *Input* dan *Output* Tegangan 1 dan 3 Fasa Secara Digital.

Pengujian ini dilakukan untuk menguji input tegangan satu dan tiga fasa, input ini akan diolah dalam rangkaian pencacah daya dan kemudian kita dapat mengatur besar output tegangan dengan dua cara yaitu dengan cara digital yaitu dengan cara menekan tombol pada alat yang telah ada.



Gambar 6 Gelombang output speed

Pengujian Perubahan Tegangan Terhadap Kecepatan Putaran Motor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kecepatan motor terhadap perubahan tegangan output yang telah dihasilkan oleh VSD.

Cara melakukan percobaan ini sama dengan percobaan diatas namun kali ini kita menghubungkan tegangan output ke pada motor satu fasa atau motor tiga fasa.



Gambar 7 *output* tegangan VSD

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dengan merancang *Variable Speed Drive* dengan sistem pencacah tegangan satu fasa dan tiga fasa penulis memiliki beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kita dapat mengatur kecepatan motor selain menggunakan frekuensi yang dirubah juga dapat menggunakan *input* tegangan yang bervariasi.
2. Karakteristik motor AC satu fasa lebih sulit melakukan *soft start* dibanding motor AC tiga fasa dan juga pada *power* motor tiga fasa terbukti lebih halus dan juga lebih kuat sehingga peralatan yang membutuhkan kecepatan dan kekuatan yang konstan lebih sering menggunakan motor tiga fasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Edminister, Joseph . 2007. “Rangkaian Listrik Edisi 4”. Yogyakarta.
- Mismail, Budiono. 2010. “Dasar Teknik Elektro” . Jakarta.
- Frank, D Petuzzela. 2009. “Elektro Industri”. Jakarta.
- Charles, Siskind. 1995. “Electrical Machining”. Graw Hill kogakusha.
- Wati, Dwi Ana Ratna, SISTEM KENDALI CERDAS, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2010.
- B.L Theraja, A TEXT BOOK OF ELECTRICAL TECHNOLOGY, Vol II Chapter 29.

RANCANG BANGUN *PULSE WIDTH MODULATION (PWM)* SEBAGAI PENGATUR KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

**Rifdian I.S
Hartono**

Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Email : rifdian.anto@gmail.com

ABSTRAK

Pulse Width Modulation (PWM) sebagai pengatur kecepatan motor DC telah digunakan secara luas di dunia industri. Kecepatan putar motor dikontrol dengan mengatur *duty cycle* PWM yang dibangkitkan oleh mikrokontroler arduino. Pada penelitian ini pengaturan nilai PWM dilakukan melalui program (*sketch*) ke arduino uno. Output dari PWM dihubungkan pada arduino melalui pin output analog. Dengan pengamatan menggunakan osiloskop dapat diketahui bahwa perubahan nilai ton dan toff menentukan nilai RPM dari motor DC yang dikontrol. Sehingga dengan menggunakan nilai PWM yang berbeda, variasi kecepatan motor DC juga berubah-ubah. Nilai PWM yang digunakan yaitu kelipatan 10 dari 25 hingga 255. Diperoleh hasil pengamatan berupa Ton dan Toff yang tertera pada osiloskop dan hasil pengamatan tersebut diolah untuk mengetahui *duty cycle* yang kemudian dibandingkan dengan PWM dan RPM nya. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin besar nilai PWM maka RPM motor DC juga akan semakin besar, dan semakin besar nilai PWM yang diberikan, maka nilai *duty cycle* yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Kata-kata kunci : *arduino uno, duty cycle, pulse width modulation, rpm.*

PENDAHULUAN

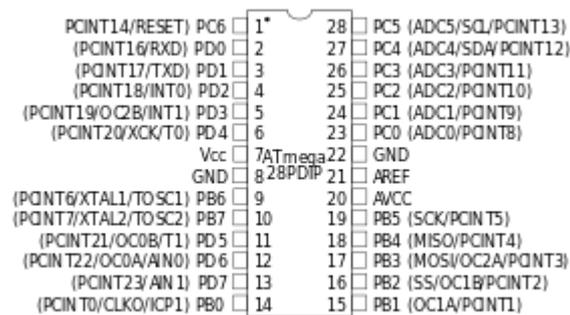
Motor *Direct Current* (DC) adalah penggerak yang sering digunakan dalam teknologi kontrol baik industri maupun rumah tangga. Motor DC memiliki respon yang cepat, namun masih memiliki *error steady state*. Oleh karena itu dibutuhkan suatu kontroler yang tepat dan sesuai dengan plant sistem. Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID) adalah kontrol aksi yang memiliki respon cepat, sehingga kontrol aksi ini sesuai jika digunakan untuk mengontrol kecepatan motor DC.

Semua aspek kehidupan manusia tidak terlepas dari keberadaan teknologi saat ini. Perkembangan teknologi saat ini sangat cepat dan bagus. Berbagai upaya dilakukan untuk membuat suatu teknologi dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya. Sehingga dibuat perangkat pengendali dengan ukuran yang kecil akan tetapi memiliki kemampuan komputasi, kecepatan dan keandalan serta efisiensi daya yang tinggi. Salah satu sistem kendali kecepatan motor dc adalah mengontrol kecepatan motor dc sesuai dengan perintah yang diberikan. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah kendali motor dc menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM) yang nantinya dari penggunaan PWM tersebut dapat diketahui pengaruhnya terhadap kecepatan motor yang digunakan.

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Input-Output*, *timer*, *interrupt*, *Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik dalam satu chip yang siap dipakai.

ATmega328 memberikan beberapa fitur diantaranya 8 Kb system programmable flash dengan kemampuan read while write, 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM, 8 Kb system programmable flash dengan kemampuan read while write, 23 general purpose I/O, 32

register serba guna, 3 buah timer/counter, Interrupt internal maupun eksternal, serial untuk pemrograman dengan menggunakan USART, peripheral interface (SPI), two wire interface (I2C), 6 port PWM (Pulse Width Modulation), 6 port 10 bit ADC dan Watchdog Timer dengan osilator internal. Mikrokontroler merupakan versi mikro dari sebuah computer karena mengandung beberapa peripheral yang langsung bisa dimanfaatkan. Misalkan port parallel, port serial, komparator, konversi digital ke analog, konversi analog ke digital dan lain-lain. Mikrokontroler memerlukan komponen eksternal yang disebut dengan system minimum. Untuk membuat system minimal dibutuhkan system clock dan reset. Berdasarkan kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler, mikrokontroler dibagi menjadi dua antara lain RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang merupakan instruksi yang dimiliki terbatas namun memiliki fasilitas yang lebih banyak, dan CISC (*Complex Instruction Set Computer*) yang merupakan instruksi yang lebih lengkap tetapi dengan fasilitas secukupnya.



Gambar 1. Struktur pin Atmega328

Integrated Development Environment (IDE) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup *editor, compiler, dan uploader* dapat menggunakan semua seri modul keluarga Arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega. Kecuali ada beberapa tipe *board* produksi Arduino yang memakai *microcontroller* di luar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. Saat menulis kode program atau mengkompilasi modul *hardware* Arduino tidak harus tersambung ke *PC* atau *Notebook* walaupun saat proses unggahan ke *board* diperlukan modul *hardware*. *IDE* Arduino juga memiliki keterbatasan tidak mendukung *fungsi debugging hardware* maupun *software*. Proses kompiasi *IDE* Arduino diawali dengan proses pengecekan kesalahan sintaksis *sketch*, kemudian memanfaatkan pustaka *Proscanning* dan *avr – gcc sketch* dikompilasi menjadi berkas *object*, lalu berkas-berkas *object* digabungkan oleh pustaka Arduino menjadi berkas biner. Berkas biner ini diunggah ke *chip microcontroller* via kabel USB, serial port DB9, atau *Serial Bluetooth*. *Compiler IDE* Arduino juga memanfaatkan pustaka *open source AVRlibc* sebagai standar *de-facto*

pustaka referensi dan fungsi register *microcontroller* AVR. Pustaka AVRlibc ini sudah disertakan dalam satu paket program IDE Arduino. Meskipun demikian, kita tidak perlu mendefinisikan *directive#include* dari pustaka AVRlibc pada *sketch* karena otomatis *compiler* me-link pustaka AVRlibc tersebut. Ukuran berkas biner *HEX* hasil kompilasi akan semakin besar jika kode *sketch* semakin kompleks. Berkas biner memiliki ekstensi *.hex* berisi data instruksi program yang biasa dipahami oleh *microcontroller* target. Selain itu, *port* paralel juga bias dipakai untuk mengunggah *bootloader* ke *microcontroller*. Meskipun demikian, cara ini sudah jarang digunakan karena sekarang hampir tidak ada *mainboard* PC yang masih menyediakan *port* paralel, dan pada *notebook* juga sudah tidak menyertakan *port* paralel.

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Modulasi lebar pulas (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah

gelombang kotak yang mana siklus kerja (duty cycle) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. PWM bekerja sebagai switching power supply untuk mengontrol on dan off. Tegangan DC akan dikonversikan menjadi sinyal kotak bolak-balik, saat mendekati tegangan puncak dan saat off menjadi nol (0) volt. Jika frekuensi switching cukup tinggi maka temperatur desktop komputer akan dikendalikan sesuai yang diharapkan yaitu dengan mengatur duty cycle dari sinyal yang disebabkan oleh PWM[4]. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitude dan frekuensi dasar tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitude sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi antara 0%-100%.[5] *Duty Cycle* merupakan perbandingan antara pulsa *high* dengan pulsa *low* pada satu gelombang. Apabila dalam suatu rangkaian astable MV dikatakan memiliki frekuensi output 2 KHz dengan *Duty Cycle* 70% maka dalam sebuah periode gelombang output rangkaian 70% nya merupakan periode *high*. Dimana rumus dari *duty cycle* :

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

T_{on} = Waktu Pulsa High

T_{off} = Waktu Pulsa Low

D = Duty Cycle (lamanya pulsa high dalam satu periode)

Arduino UNO adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.



Gambar 2. Board Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno memiliki karakteristik sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Arduino Uno

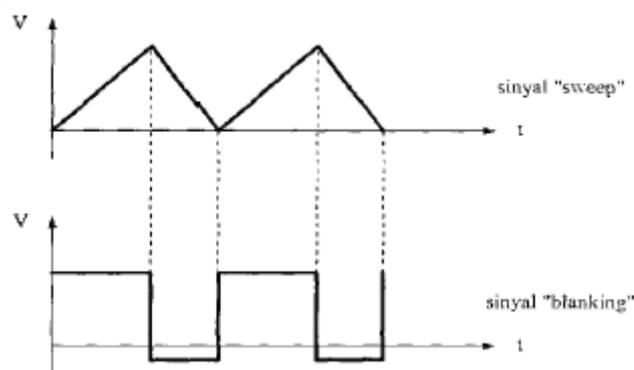
| | |
|-----------------|--------------------------|
| Mikrokontroler | ATMega328 |
| Operasi Voltage | 5 V |
| Input Voltage | 7 – 12 V (rekomendasi) |
| Input Voltage | 6 – 20 V (limit) |
| I/O | 14 pin (6 pin untuk PWM) |
| Arus | 50 mA |
| Flash Memory | 32 KB |
| Bootloader | SRAM 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| Kecepatan | 16 MHz |

Ketersediaan mikroprosesor yang cukup murah saat ini juga mendorong para *engineer* untuk mulai menerapkan pengontrolan secara digital dengan memanfaatkan

teknologi komputer. Kontrol mikroprosesor ini memiliki fleksibilitas serta dapat meningkatkan performa sistem.

Motor DC adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi energi mekanis berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana kontrol kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan aplikasi. Motor DC dapat dikendalikan oleh mikrokontroler dengan menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation). Metode Pulse Width Modulation (PWM) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengatur kecepatan sebuah motor DC yaitu dengan cara membuat gelombang persegi yang memiliki perbandingan pulsa high terhadap pulsa low tertentu, biasanya diskalakan dari 0 hingga 100%.

H-bridge merupakan rangkaian yang konfigurasi atau susunan transistornya seperti membentuk huruf H. Transistor ini digunakan sebagai switching atau sebagai saklar sehingga nantinya motor dapat berputar searah jarum jam (*clockwise*) dan berlawanan arah jarum jam (*counterclockwise*). Penerapan H-bridge banyak digunakan pada driver motor. Transistor yang sering digunakan adalah tipe TIP 31 dan TIP 32. Transistor adalah bahan semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Osiloskop adalah alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Pada kebanyakan aplikasi, grafik yang ditampilkan memperlihatkan bagaimana sinyal berubah terhadap waktu. Osiloskop tipe analog (ART) prinsip kerjanya menggambarkan bentuk-bentuk gelombang listrik dengan gerakan pancaran electron dalam sebuah tabung sinar katoda yang bergerak dari kiri ke kanan. Pancaran electron dari bagain senapan electron yang menumbuk dinding dalam tabung tersebut mengeksitasi electron dalam lapisan fosfor pada layar tabung sehingga terjadi nyala pada layar yang menggambarkan bentuk dasar gelombang. Untuk bentuk gelombang ada 3 yakni seperti gelombang pada tegangan sinus, gelombang tegangan persegi dan gelombang tegangan DC (seajajar / lurus). Ketika osiloskop dijalankan, haruslah dikalibrasi terlebih dahulu dan menghasilkan gelombang blanking (kotak), baru kemudian ketika ada sinyal masuk, ia akan membentuk gelombang *sweep*. Bentuk tegangan *sweep* ini dapat terlihat bahwa simpangan horizontal pada layar akan bergerak dari kiri ke kanan secara linier, kemudian dengan cepat kembali lagi ke kiri.



Gambar 3. Sinyal Oscilloscope

Berikut adalah keterangan alat Osiloskop :

Beberapa tombol pengatur yang penting:

- Intensitas: mengatur intensitas (“keterangan”) cahaya pada layar. Sebaiknya dijaga agar tombol intensitas ini tidak pada kedudukan maksimum
- Focus : mengatur ketajaman gambar yang terjadi pada layar
- Horizontal dan Vertikal: mengatur kedudukan gambar dalam arah horizontal dan vertikal
- Volt/Div (atau Volts/cm), ada 2 tombol yang konsentris. Tombol ditempatkan pada kedudukan maksimum ke kanan (searah dengan jarum jam) menyatakan osiloskop dalam

keadaan terkalibrasi untuk pengukuran. Kedudukan tombol di luar menyatakan besar tegangan yang tergambar pada layar per kotak (per cm) dalam arah vertikal

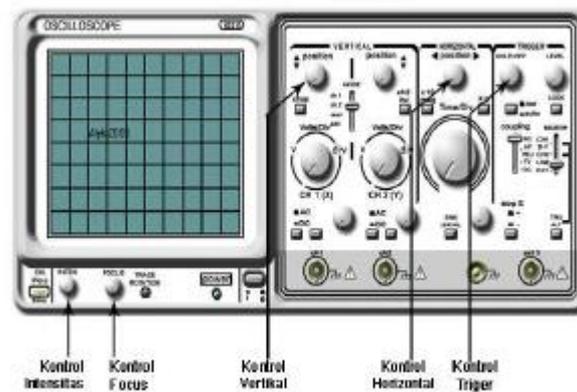
- Time/Div (atau Time/cm), ada 2 tombol yang konsentris. Tombol di tengah pada kedudukan maksimum ke kanan (searah dengan jarum jam) menyatakan osiloskop dalam keadaan terkalibrasi untuk pengukuran. Kedudukan tombol diluar menyatakan faktor pengali untuk waktu dari gambar pada layar dalam arah horizontal

- Sinkronisasi: mengatur supaya pada layar diperoleh gambar yang tidak bergerak

- Slope: mengatur saat trigger dilakukan, yaitu pada waktu sinyal naik (+) atau pada waktu sinyal turun (-)

- Kopling: menunjukkan hubungan dengan sinyal searah atau bolak-balik

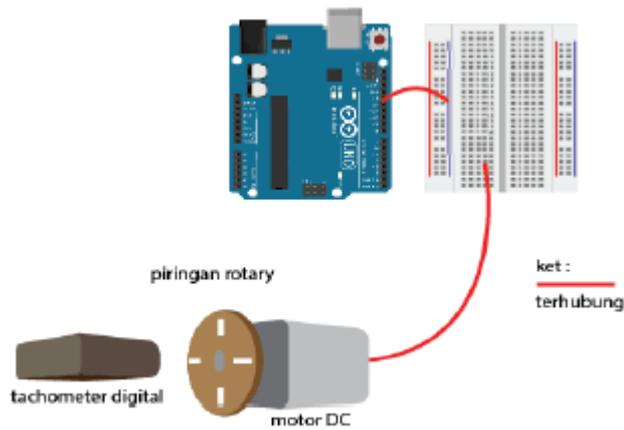
- Trigger "Ext" atau "Int": "Exit" : Trigger dikendalikan oleh rangkaian di luar osiloskop. Pada kedudukan ini fungsi tombol "sinkronisasi", "slope" dan "kopling" tidak dapat dipergunakan "Int" : trigger dikendalikan oleh rangkaian di dalam osiloskop. Pada kedudukan ini fungsi tombol "sinkronisasi", "slope" dan "kopling" dapat dipergunakan.



Gambar 4. Alat oscilloscope

METODOLOGI

Pada penelitian Pulse Width Modulation sebagai pengatur kecepatan motor diperlukan alat-alat yaitu Motor DC, arduino uno digunakan sebagai, laptop digunakan untuk mengatur nilai PWM, tachometer digital digunakan untuk menghitung kecepatan rotasi motor tiap menit, kabel jumper digunakan untuk menghubungkan antar komponen elektronika, osiloskop digunakan untuk , project board digunakan untuk, L293D (H-bridge) dan baterai.. Langkah pertama yang dilakukan yaitu merangkai alat dan bahan sesuai gambar 5 dan gambar 6. Setelah itu mengatur nilai PWM pada laptop, selanjutnya meng *upload* code ke arduino uno. Mengamati output yang arduino (pin 3) dengan menggunakan osiloskop, kemudian hasil yang diperoleh ton dan toff dicatat serta tidak lupa untuk mencatat nilai RPM, selanjutnya mengulangi langkah yang ada dengan menggunakan nilai PWM yang berbeda, variasi PWM yang digunakan yaitu kelipatan 10 dari 25 hingga batas maksimal 255.



Gambar 5. Skema alat

Dari data yang diperoleh, kemudian diolah dan diproses dengan menggunakan persamaan 1.1 untuk mengetahui *Duty Cycle*, setelah itu dibuat grafik antara *Duty Cycle* dengan RPM. Data-data yang diperoleh dicatat dalam tabel pengamatan. Berikut merupakan contoh perhitungan yang diperoleh pada percobaan ini.

Diketahui :

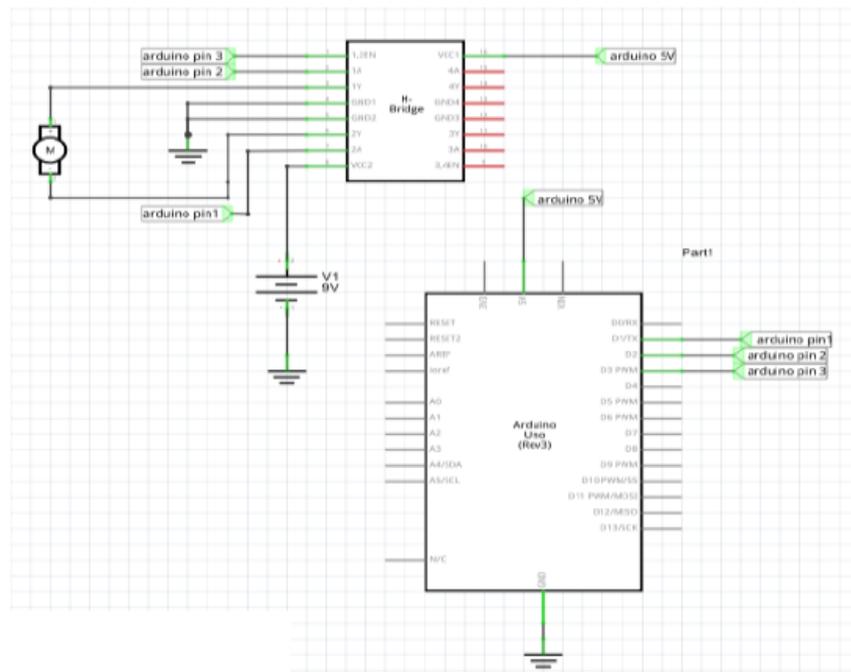
$$PWM = 25 \text{ RPM} = 0 \text{ ton} = 1 \text{ ms toff} = 9 \text{ ms}$$

Ditanya : *duty cycle* = ?

$$\text{Penyelesaian } \textit{duty cycle} = t_{\text{ont on}} + t_{\text{off}} \cdot 100\% \textit{ duty cycle} = 11 + 9 \cdot 100\%$$

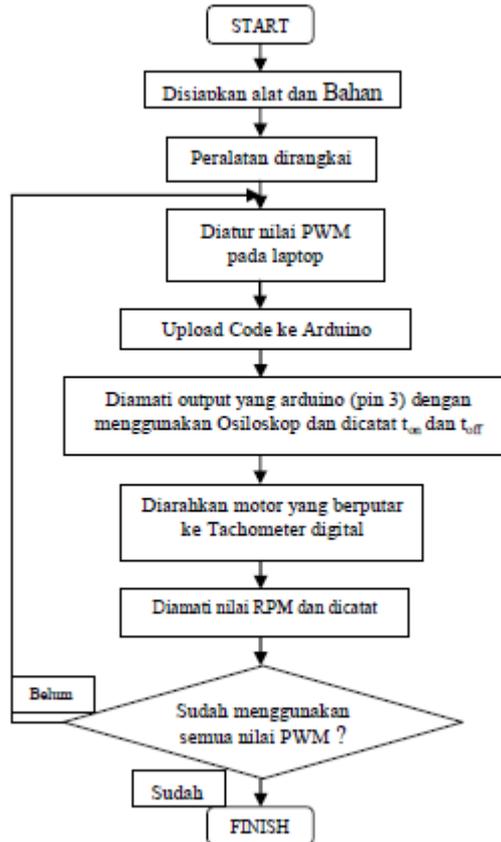
$$\textit{duty cycle} = 110 \cdot 100\% \textit{ duty cycle} = 10\%$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai *duty cycle* sebesar 10%.



Gambar 6. Skematik Rangkaian

Alur flowchart untuk penelitian ini ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Flow chart perancangan alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

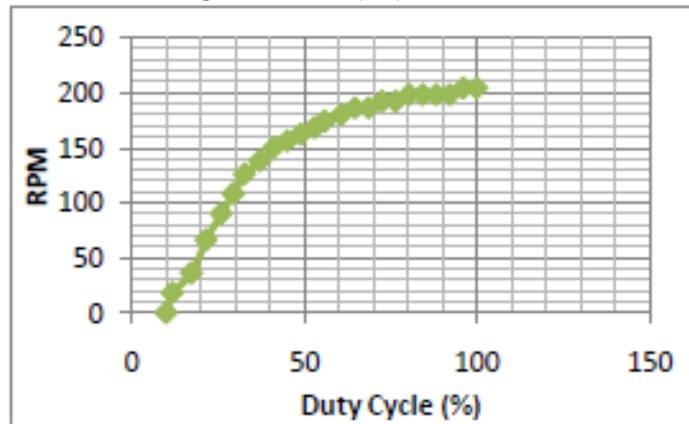
Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 1. Data hasil pengamatan dengan menggunakan motor DC

| PWM | RPM | Ton (ms) | Toff (ms) | Duty Cycle (%) |
|-----|-----|----------|-----------|----------------|
| 25 | 0 | 1 | 9 | 10 |
| 35 | 18 | 1.2 | 9 | 11.76470588 |
| 45 | 36 | 1.8 | 8.6 | 17.30769231 |
| 55 | 66 | 2.2 | 8 | 21.56862745 |
| 65 | 90 | 2.6 | 7.4 | 26 |
| 75 | 108 | 3 | 7.2 | 29.41176471 |
| 85 | 126 | 3.4 | 7 | 32.69230769 |
| 95 | 138 | 3.8 | 6.4 | 37.25490196 |
| 105 | 150 | 4.2 | 6 | 41.17647059 |
| 115 | 156 | 4.6 | 5.6 | 45.09803922 |
| 125 | 162 | 5 | 5.2 | 49.01960784 |
| 135 | 168 | 5.4 | 4.8 | 52.94117647 |
| 145 | 174 | 5.6 | 4.4 | 56 |
| 155 | 180 | 6.2 | 4 | 60.78431373 |
| 165 | 186 | 6.6 | 3.6 | 64.70588235 |
| 175 | 186 | 7 | 3.2 | 68.62745098 |
| 185 | 192 | 7.4 | 2.8 | 72.54901961 |
| 195 | 192 | 7.8 | 2.4 | 76.47058824 |
| 205 | 198 | 8.2 | 2 | 80.39215686 |
| 215 | 198 | 8.6 | 1.6 | 84.31372549 |
| 225 | 198 | 9 | 1.2 | 88.23529412 |
| 235 | 198 | 9.4 | 0.8 | 92.15686275 |
| 245 | 204 | 9.8 | 0.4 | 96.07843137 |
| 255 | 204 | 10 | 0 | 100 |

Berdasarkan data dari tabel 1, dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai setting PWM akan berpengaruh pada kenaikan *duty cycle*. Kenaikan *duty cycle* ini juga akan meningkatkan nilai RPM motor DC.

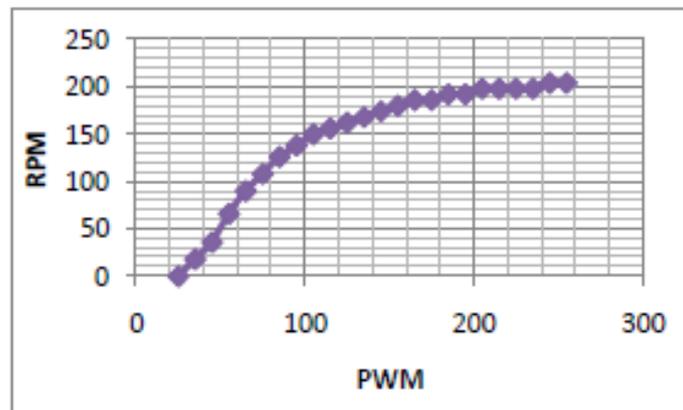
Dari hasil data yang diperoleh pada percobaan, maka diperoleh grafik perbandingan antara nilai RPM pada motor DC dengan nilai *duty cycle*.



Gambar 7. Grafik Hubungan *RPM* dengan *Duty Cycle*

Berdasarkan grafik gambar 7, kenaikan *duty cycle* juga akan menaikkan putaran motor (*RPM*) dari motor DC

Sedangkan grafik hubungan PWM terhadap kecepatan motor diberikan oleh gambar berikut ini:



Gambar 8. Grafik hubungan PWM dengan RPM

Berdasarkan grafik gambar 8, kenaikan nilai PWM juga akan menaikkan putaran motor (*RPM*) dari motor DC

ATmega 328P memiliki rentang nilai resolusi PWM 0-255 hal ini dikarenakan ATmega 328P memiliki kapasitas data sebesar 8bit. Nilai PWM ini dapat diubah dengan menggunakan software Arduino UNO yang sebelumnya sudah diinstal terlebih dahulu pada laptop yang akan digunakan. Pada praktikum ini dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi nilai PWM yaitu kelipatan 10 dari 25 hingga 255. Pada tabel 1 terdapat hasil pengamatan Ton dan Toff dengan menggunakan osiloskop. Ton dan Toff yang diperoleh ini merupakan hasil variasi dari PWM yang sudah diatur dengan kelipatan 10 mulai dari 25 hingga 255. Pertama rangkaian dihubungkan pin 3 pada arduino UNO dan juga dihubungkan pin 3 tersebut menggunakan probe pada osiloskop sehingga pada osiloskop akan terlihat sinyal keluarannya. Besar range Ton dan Toff dapat dihasilkan dengan mengubah nilai time/diff pada osiloskop. Dari variasi PWM yang digunakan diketahui bahwa semakin besar nilai PWM, maka Ton yang dihasilkan pada layar osiloskop memiliki range yang besar pula sedangkan Toff yang dihasilkan pada layar osiloskop akan semakin kecil. Hal tersebut terjadi karena prinsip kerja modulasi, dengan tidak mengubah amplitude dan periode pada tiap satu siklus sinyalnya. Sedangkan dengan menggunakan persamaan 1.1 dengan menggunakan variasi PWM maka dapat diperoleh nilai *duty cycle* pada percobaan. Pada tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar nilai PWM yang diberikan, maka nilai *duty cycle* yang dihasilkan juga akan semakin besar. Ditunjukkan juga pada gambar 8 yaitu Grafik hubungan RPM terhadap nilai *duty cycle*,

dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar RPM maka nilai dari *duty cycle* juga semakin besar pula. Sedangkan pada gambar 9 yaitu grafik hubungan RPM terhadap PWM juga menunjukkan bahwa semakin besar variasi PWM yang digunakan, maka nilai RPM yang dihasilkan juga akan semakin besar.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari percobaan di atas diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar nilai PWM maka RPM motor DC juga akan semakin besar, dan semakin besar nilai PWM yang diberikan, maka nilai *duty cycle* yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hasil pengukuran tegangan terminal menunjukkan bahwa untuk berbagai tingkat pembeban generator, sistem kendali fuzzy dapat mempertahankan nilai tegangan setting yang diberikan, demikian pula untuk berbagai tingkat kecepatan penggerak mula, tegangan output yang dihasilkan memberikan nilai yang hampir sama.
2. Nilai terendah PWM adalah 25 dengan *duty cycle* 10% dan nilai tertinggi PWM adalah 255 dengan *duty cycle* 100%.
3. Kecepatan putar motor (RPM) terendah adalah 0 rpm dengan nilai PWM sebesar 25 dan kecepatan putar motor (RPM) tertinggi adalah 204 rpm dengan nilai PWM sebesar 255.

Referensi

- [1] Hasan, Abul R., A.H.M. Sadrul Ula. 1994. *Design and Implementation of a Fuzzy Controller Based Automatic Voltage Regulator for a Synchronous Generator*. IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.9, No.3, September 1994.
- [2] J.P.Rey. 2002. *Lecture Notes Principles of Fuzzy Logic*. Noordelijke Hogeschool Leeuwarden.
- [3] Malvino.Barmawi. 1994. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jilid 1. Edisi 3. Jakarta : Erlangga.
- [4] Malvino.Barmawi. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jilid 2. Edisi 3. Jakarta : Erlangga.
- [5] Mohan,Ned. Tore M.Undeland. William P.Robins. 1995. *Power Electronics : Converters, Applications, and Design*. Second Edition. New York : John Wiley and Sons.
- [6] Panduan untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Mikro Hidro.
- [7] Panjaitan,R. 2000. *Mesin Listrik Arus Bolak-Balik*. Bandung : Tarsito.
- [8] Setiawan, Budi. 2004. *Perancangan dan Pembuatan Regulator DC Menggunakan Buck-Boost*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro UNAND. Padang.
- [9] Wasito.S. 2001. *Vademekum Elektronika*. Edisi 2. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [10] Zuhail. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [11] Zulhamdi. 2006. *Simulasi Hybrid PI-Fuzzy Kontroler pada Sistem Weight Feeder Conveyor*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro UNAND. Padang.
- [12] Anggraini, Bima, RahmiDewidanJuandi. 2013. *Mikrokontroler dan Sensor Suhu*. Jakarta: Penerbit Airlangga
- [13] Budiharto, Widodo. 2008. *10 Proyek Robot Spektakuler*, Elex Media Komputindo: Jakarta
- [14] Sadiku, Matthew NO. *Fundamentals of Electric Circuits fifth edition*. New Yourk. Mc Gaw Hill

SIMULASI NUMERIK PERBANDINGAN KARAKTERISTIK ALIRAN PADA PENAMBAHAN SPIRAL DI UJUNG NOZZLE

Setyo Hariyadi S.P.^{1,2}, Faidurrahim¹

1) Laboratorium Mekanika dan Mesin Fluida

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

2) Program Studi Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Wonocolo, Surabaya 60236

Email: hudzaifahsetyo@gmail.com

Abstrak

Perkembangan industri yang semakin pesat salah satu efek sampingnya adalah semakin bertambahnya polusi udara. Permasalahan polusi udara ini memerlukan suatu sistem pengontrol debu. Beragam jenis nozzle yang digunakan dalam proses pengontrolan debu, salah satunya adalah *spiral nozzle*.

Spiral nozzle digolongkan pada jenis nozzle subsonic. Pola sebaran semprotan dilakukan dengan pemodelan numerik.. Pemodelan ini terdiri dari geometri nozzle beserta ruang semprotannya.

Hasil pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak *CFD (Computational Fluid Dynamics)* diperoleh bahwa pembesaran sudut tip (α) spiral nozzle mempengaruhi kenaikan sudut semprotan (β) dan panjang penetrasinya.. Besar kecilnya kenaikan akan dipengaruhi oleh beban tekanan dan debit yang diberikan. Pada akhir analisis diperoleh nozzle yang maksimal pada kondisi dan pembebanan tertentu.

Kata kunci : *CFD, spiral nozzle, sudut tip nozzle, sudut semprotan, panjang penetrasi*

Abstract

Industrial development will go further and one of negative effect is air pollution become raised. The problems of air pollution need a system of dust control. Many type of nozzle being used in dust control process, one is spiral nozzle.

Spiral nozzle classified as subsonic nozzle. The pattern of spray will do by numerical model. This model consists of nozzle geometry with spray chamber.

The result solved by CFD (Computational Fluid Dynamics) that the increase of spray cone angle (α) at spiral nozzle tip will also increase spray angle (β) and the penetration. The range of increment depends on load of pressure and volume flow rate. The final analysis, a maximum criteria of nozzle that applied in typical range of loading was choose.

Keyword : *CFD, spiral nozzle, nozzle angle tip, spray angle, penetration distance*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat mendorong manusia untuk semakin banyak melakukan penelitian di dalam berbagai hal yang bertujuan untuk mengetahui suatu konsep atau gejala agar penerapannya dalam aplikasi teknik bisa optimal. Seiring dengan berkembangnya industri maka salah satu efek sampingnya adalah semakin bertambahnya jumlah polusi udara. Permasalahan untuk menanggulangi hal ini maka diperlukan pengontrolan debu hasil pembakaran atau proses lain yang menghasilkan partikel-partikel berbahaya bagi lingkungan dan manusia agar tidak ikut terbawa bersama udara. Salah satu usaha untuk menurunkan polusi udara adalah dengan membuat sistem dust collector. Sistem ini bekerja dengan cara yaitu partikel-partikel debu yang akan dibuang keluar akan disemprot dengan air yang tersebar melalui sebuah nozzle. Proses penyemprotan ini mengakibatkan partikel-partikel debu akan menumbuk partikel-partikel air sehingga akan membentuk suatu campuran partikel air dan debu yang akan jatuh ke bawah.

Partikel debu diharapkan dapat dikenai partikel air maka diperlukan nozzle dengan sebaran tertentu sesuai dengan sistem yang ada, sehingga dibutuhkan karakteristik nozzle yang

mempengaruhi pola semprotannya. Salah satu jenis nozzle yang dipakai untuk sistem dust collector adalah spiral nozzle. Karena bentuk nozzle yang spesifik ini mendorong penulis untuk melakukan simulasi numerik terhadap proses atomisasi air pada nozzle dengan dan tanpa spiral pada ujung nozzle.

Aliran air melalui sebuah nozzle akan mengalami penurunan tekanan statis dan peningkatan kecepatan aliran. Pola sebaran aliran fluida setelah melewati nozzle akan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : geometri nozzle (sudut tip nozzle α , pola spiral), tekanan dan kapasitas aliran.

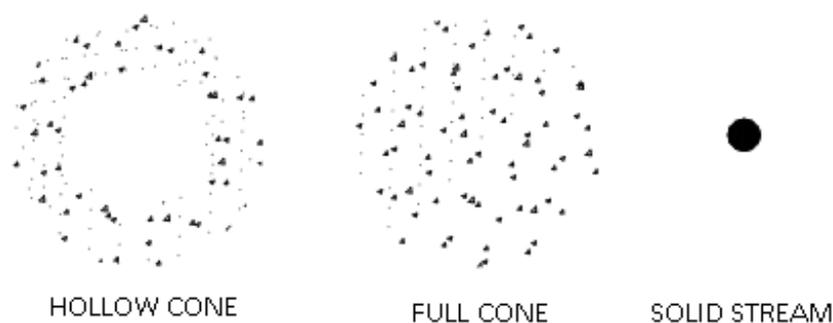
Atomisasi adalah proses disintegrasi cairan menjadi droplet-droplet kecil pada udara yang bersifat gas. Penggunaan proses penyemprotan pada kehidupan manusia antara lain : penyemprotan hama dan serangga pada bidang pertanian, penyemprotan bahan bakar ke ruang silinder pada bidang motor pembakaran dalam, pada industri untuk printing, cetak, pengecatan, pencucian dan pengontrol debu.

Atomizers / sprayers adalah alat yang digunakan untuk mempercepat aliran fluida yang membentuk lapisan film atau jet yang terpecah dalam filamen dan droplet untuk menghasilkan proses penyemprotan (**Papanastasion,1986**).

Berbagai variasi simulasi numerik untuk memprediksi aliran semprotan terus dikembangkan. Kini simulasi numerik dipakai dan sebagai prediksi hasil penelitian eksperimental. Persamaan-persamaan fundamental yang mendasari simulasi numerik ini antara lain : (1) Persamaan Konservasi Massa, Momentum dan Energi. (2) $k - \epsilon$ Persamaan transport untuk energi kinetik turbulen dan dissipasinya. (3) Perubahan momentum antara gas dan droplet (4) Persamaan tingkat keadaan gas ideal. Semua persamaan diselesaikan secara serentak membentuk permasalahan inisialisasi injeksi transien sampai keadaan steady tercapai (**O. Rourke, 1981**)

Sebuah semprotan terdiri dari droplet dengan ukuran berbeda-beda dan dengan karakteristiknya diperoleh dari hasil eksperimen yang ada. Sampai saat ini belum ada teori yang secara pasti dapat memprediksi distribusi ukuran droplet secara akurat dalam proses penyemprotan. Prediksi yang memungkinkan didasarkan atas hubungan empiris atau idealisasi kasus sederhana. Rayleigh (1978) menganalisa sebuah inviscid jet pada kecepatan rendah yang menghasilkan diameter droplet mendekati 2 kali diameter orifice jet. Kriteria yang paling banyak digunakan untuk semprotan aktual ditemukan oleh Ohnesorge yang didasarkan data eksperimental dan analisa dimensi.

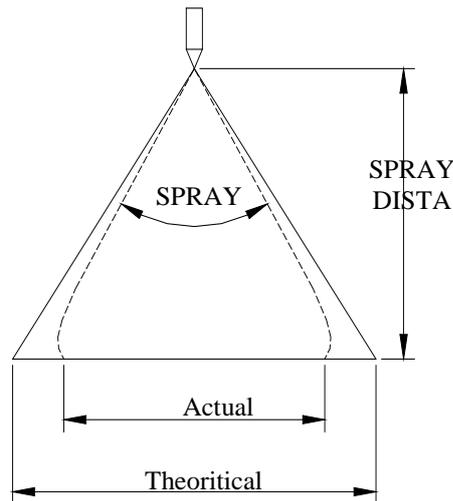
Spray nozzles didesain pada kondisi yang berbeda-beda maka terdapat beberapa pola semprotan yang ada. Pola semprotan ini terbentuk terutama oleh geometri nozzle. Macam-macam model semprotan yang dihasilkan oleh berbagai jenis nozzle dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola semprotan pada berbagai macam nozzle (**Spraying System Co.**)

Fluida yang mempunyai viskositas yang lebih tinggi akan menyebabkan sudut semprotan lebih kecil dan fluida dengan tegangan permukaan lebih rendah dari air akan menghasilkan sudut

semprotan relatif lebih lebar dari air.



Pada atomizer fusi jet atau sheet secara cepat akan mengalami disintegrasi menjadi droplet yang bertujuan menjaga arah gerakan dari jet atau cone. Pengaruh gesekan udara pada droplet akan membentuk semprotan di luar yang secara cepat kehilangan momentumnya dan membentuk awan yang teratomisasi sempurna.

Penetrasi dari sebuah semprotan didefinisikan sebagai jarak maksimum yang dicapai ketika fluida diinjeksikan ke udara diam. Penetrasi ini dipengaruhi oleh besaran relatif dari dua gaya yang berlawanan yaitu : (1) Energi kinetik dari fluida (2) Gesekan aerodinamik dari gas sekeliling. Kecepatan fluida yang tinggi akan menghasilkan energi kinetik fluida yang tinggi juga tetapi proses atomisasi dari luas permukaan akan meningkat, energi kinetik fluida yang terbentuk akan terdissipasi oleh gesekan dari gas sekeliling. Droplet yang telah berkurang energi kinetiknya maka lintasan partikelnya hanya dipengaruhi oleh gravitasi dan gerakan gas di sekelilingnya.

Aliran air melalui sebuah nozzle akan mengalami penurunan tekanan statis dan peningkatan kecepatan aliran. Pola sebaran aliran fluida setelah melewati nozzle akan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : geometri nozzle (sudut tip nozzle α , pola spiral), tekanan dan kapasitas aliran.

Dalam penelitian ini dibahas berapa besar pengaruh tekanan dan kapasitas, sudut tip nozzle terhadap karakteristik nozzle (sudut dan panjang semprotan) dan bagaimana pengaruh penambahan spiral pada ujung nozzle (perbandingan dengan nozzle tanpa spiral).

METODE

Penyelesaian masalah teknik banyak dilakukan berbagai macam metode baik secara eksperimental maupun simulasi numerik. *Ansys* merupakan salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah teknik. *Ansys* menggunakan metode elemen hingga untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Adapun tujuan penggunaannya antara lain :

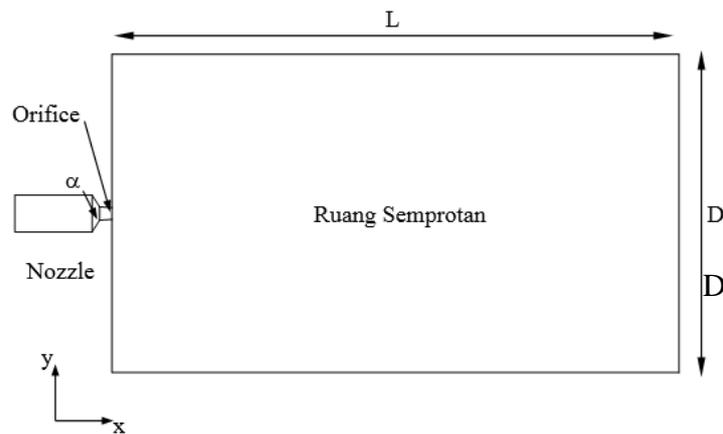
- Memindahkan model CAD dari model suatu produk atau system untuk dianalisa.
- Menjalankan proses operasi pada kondisi atau beban yang lebih variatif.
- Mempelajari bagaimana respon fisik seperti tegangan, regangan, distribusi temperatur, tekanan, aliran fluida dan medan elektromagnetik.
- Digunakan sebagai prediksi awal desain sebelum eksperimen sesungguhnya dilakukan.
- Menguji model pada kondisi yang diinginkan atau dalam kondisi eksperimen sesungguhnya masih belum dapat dilakukan.

Ada 10 jenis nozzle yang dimodelkan disini, yang terbagi atas : 5 model nozzle dengan spiral dan 5 model tanpa spiral. Klasifikasi model ini didasarkan atas variasi sudut tip nozzle yaitu 128° , 130° , 132° , 134° , 136° . Masing masing model dengan akan disimulasikan dengan kondisi pembebanan sebagai berikut :

Kondisi pembebanan diatas didasarkan pada brosur spiral jet type HHSJ 40,120 serta eksperimen yang dilakukan **Hernoko (2001)**. Jumlah total seluruh pemodelan berdasarkan atas sudut tip nozzle, dengan atau tanpa spiral, 3 kondisi pembebanan adalah $2 \times 5 \times 3 = 30$ macam.

Secara garis besar pemodelan ini terbagi menjadi dua kelompok yaitu model spiral nozzle dan tanpa spiral. Pada pemodelan spiral nozzle, lebih dulu pola spiral dibuat dengan bantuan *Solid Edge* karena *Ansys* tidak memuat pemodelan spiral. Pola spiral yang sudah ada kemudian di export ke dalam bentuk iges, yang selanjutnya dapat di import lewat *Ansys*. Adapun geometri pemodelan dapat dilihat sebagai berikut :

| | | |
|------------------------------|---|----------|
| Diameter dalam nozzle | : | 0.0056 m |
| Diameter orifice | : | 0.0032 m |
| Diameter ruang semprotan (D) | : | 0.26 m |
| Panjang ruang semprotan (L) | : | 0.3 m |



Gambar 3. Geometri Pemodelan Nozzle dan Ruang Semprot Tampak Samping

Penentuan geometri ruang semprotan didasarkan pada percobaan dan keterbatasan perangkat lunak. Hal ini disebabkan bila dimensi ruang semprotan terlalu besar akan mengakibatkan jumlah elemen yang harus dibuat menjadi semakin besar. Ini menyulitkan untuk melihat visualisasi aliran dan kontur dalam ruang semprotan, karena *Ansys* akan membutuhkan memori yang sangat besar untuk memvisualisasikan hasil iterasi dalam jumlah besar dalam bentuk potongan.

Air yang digunakan disini mempunyai properti yang akan dipakai sebagai variabel perhitungan iterasinya oleh *Ansys* antara lain : $\mu = 0.001 \text{ Ns/m}^2$, $\rho = 999 \text{ kg/m}^3$

Kondisi batas dilakukan dengan memberikan batasan pada daerah dimana untuk setiap dinding akan diberi nilai untuk komponen kecepatan arah x,y dan z sama dengan nol, sehingga nantinya tidak ada aliran yang menembus batasan ini (dianggap sebagai batas padat). Pemberian beban dilakukan pada daerah inlet nozzle berupa kecepatan dan tekanan. Kecepatannya bersatuan m/s sedangkan tekanannya bersatuan Pascal (N/m^2). Untuk lebih jelasnya pemberian beban dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 1. Pemberian beban vektor kecepatan dan tekanan

| Sudut Tip Nozzle Dengan dan tanpa spiral | Debit (l/min) | Vektor Kecepatan (m/s) arah z | Tekanan (N/m ²) |
|---|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 128° | 22 | -3.58 | 1.5E+05 |
| | 32 | -5.61 | 3.0E+05 |
| | 48 | -8.41 | 7.0E+05 |
| 130° | 22 | -3.58 | 1.5E+05 |
| | 32 | -5.61 | 3.0E+05 |
| | 48 | -8.41 | 7.0E+05 |
| 132° | 22 | -3.58 | 1.5E+05 |
| | 32 | -5.61 | 3.0E+05 |
| | 48 | -8.41 | 7.0E+05 |
| 134° | 22 | -3.58 | 1.5E+05 |
| | 32 | -5.61 | 3.0E+05 |
| | 48 | -8.41 | 7.0E+05 |
| 136° | 22 | -3.58 | 1.5E+05 |
| | 32 | -5.61 | 3.0E+05 |
| | 48 | -8.41 | 7.0E+05 |

Data analisa diperoleh dari hasil simulasi pemodelan. Kondisi sistem instalasi dan beban diterapkan dalam pemodelan dengan beberapa kriteria dan asumsi sebagai berikut :

- Proses atomisasi air dalam kondisi *steady*.
- Air adalah fluida incompressible.
- Aliran turbulen.
- Viskositas dan densitas dianggap tetap.
- Tekanan kerja dan debit didasarkan pada percobaan sebelumnya dan brosur spiral jet nozzle.
- Pemodelan turbulen menggunakan $k - \epsilon$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil pemodelan dilakukan setelah serangkaian proses membuat model, penentuan beban sampai dengan iterasinya dari masing – masing model. Data – data yang diambil dalam pemodelan ini antara lain adalah : kecepatan maksimum hasil pemodelan (V_{max}), sudut semprotan (β). Hasil simulasi numerik ini ditampilkan dalam bentuk vektor dan kontur kecepatan dan tekanan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 2. Data hasil simulasi pemodelan numerik

| Jenis Nozzle | Sudut Nozzle β | Tekanan (bar) | Debit (L/min) | Vmax (m/s) | Sudut Semprotan β |
|---------------|----------------------|---------------|---------------|------------|-------------------------|
| Dengan Spiral | 128 | 1.5 | 22 | 16.198 | 110 |
| | | 3 | 32 | 24.165 | 115 |
| | | 7 | 48 | 37.82 | 119 |
| | 130 | 1.5 | 22 | 16.203 | 114 |
| | | 3 | 32 | 24.255 | 121 |
| | | 7 | 48 | 38.057 | 124 |
| | 132 | 1.5 | 22 | 16.245 | 119 |
| | | 3 | 32 | 24.288 | 125 |
| | | 7 | 48 | 38.164 | 131 |
| | 134 | 1.5 | 22 | 16.313 | 123 |
| | | 3 | 32 | 24.317 | 130 |
| | | 7 | 48 | 38.259 | 135 |
| | 136 | 1.5 | 22 | 16.327 | 129 |
| | | 3 | 32 | 24.344 | 137 |
| | | 7 | 48 | 38.43 | 142 |
| Tanpa Spiral | 128 | 1.5 | 22 | 16.413 | 49 |
| | | 3 | 32 | 24.430 | 58 |
| | | 7 | 48 | 39.330 | 62 |
| | 130 | 1.5 | 22 | 16.367 | 50 |
| | | 3 | 32 | 24.384 | 61 |
| | | 7 | 48 | 39.090 | 63 |
| | 132 | 1.5 | 22 | 16.353 | 54 |
| | | 3 | 32 | 24.348 | 65 |
| | | 7 | 48 | 38.980 | 68 |
| | 134 | 1.5 | 22 | 16.319 | 56 |
| | | 3 | 32 | 24.319 | 67 |
| | | 7 | 48 | 38.660 | 71 |
| | 136 | 1.5 | 22 | 16.290 | 59 |
| | | 3 | 32 | 24.284 | 72 |
| | | 7 | 48 | 38.230 | 75 |

Analisis Grafik

Penentuan sudut semprotan diperoleh dengan mengukur gambar simulasi aliran pada exit orifice sesuai dengan distribusi vektor komponen kecepataannya. Adapun penentuan panjang semprotan (*spray distance*) tidak dapat ditentukan secara eksak karena keterbatasan pemodelan. Pemodelan ruang semprotan yang terlalu besar disamping memakan waktu yang lama untuk iterasinya juga semua nodal yang tidak diberi kondisi batas $V = 0$ akan diberi nilai walaupun sangat kecil. Ini menyulitkan untuk menentukan daerah dimana komponen kecepatan akan menjadi nol. Panjang penetrasi ini dapat didekati dengan membandingkan kecepatan maksimum (V_{max}) masing-masing pemodelan.

Secara umum penambahan tekanan dan debit akan menambah sudut semprotan dan panjang penetrasinya. Panjang penetrasi yang dalam hal ini dianalogikan dengan kecepatan maksimum fluida meninggalkan exit orifice akan turun. Hal ini dapat dijelaskan bahwa untuk pembebanan

tekanan dan debit yang sama dengan variasi sudut tip nozzle α yang semakin besar pada nozzle tanpa spiral akan menghasilkan sudut semprotan yang besar tetapi kecepatan maksimumnya akan turun karena sudut tip nozzle yang semakin besar akan menghasilkan sudut semprotan yang besar pula sehingga luasan frontal ke arah aksial menjadi lebih besar. Luasan frontal aksial yang besar akan menghambat aliran sehingga menyebabkan kecepatan keluar exit orifice menjadi mengecil.

Penambahan sudut tip nozzle α , tekanan dan debitnya juga akan menyebabkan naiknya sudut semprotan β dan panjang penetrasinya, ini berbeda dengan nozzle tanpa spiral yang panjang penetrasinya turun. Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa pada spiral nozzle aliran yang keluar akan membentuk luasan frontal yang lebih kecil (pola hollow cone) dibanding dengan nozzle tanpa spiral (pola full cone). Luasan frontal yang lebih kecil ini akan mengurangi hambatan ke arah aksial sehingga untuk penambahan sudut tip α , debit dan tekanan akan menyebabkan naiknya sudut semprotan β dan panjang penetrasinya.

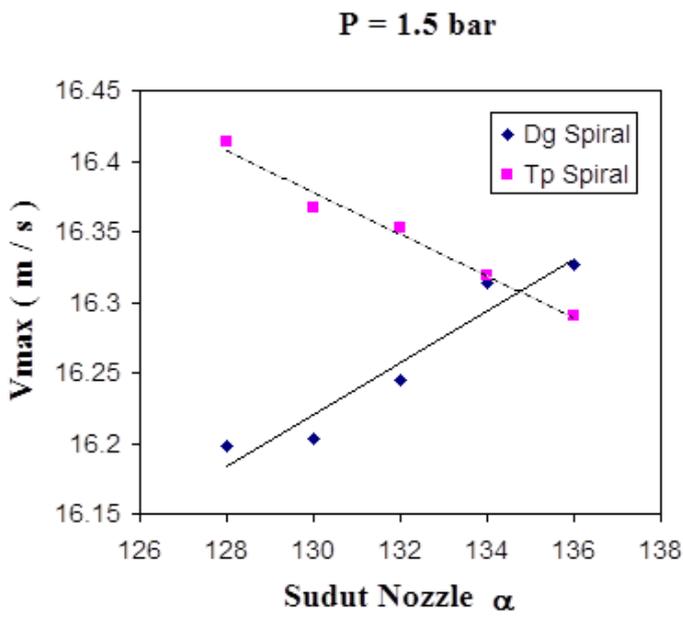
Hasil pemodelan ini akan dibandingkan dengan hasil eksperimental yang dilakukan oleh **Hernoko (2001)**. Beberapa hal identik dengan hasil eksperimen sebelumnya akan tetapi skala harga pada pemodelan menjadi lebih besar akibat tidak semua faktor pada kondisi real dapat didekati sama persis pada pemodelan numerik. Perbandingan hasil eksperimental yang dilakukan oleh **Hernoko (2001)** dengan spiraljet nozzle tipe HHSJ 40,120 sudut tip nozzle 132° diperoleh sebagai berikut :

Tabel 3. Perbandingan hasil eksperimental dan pemodelan spiral nozzle

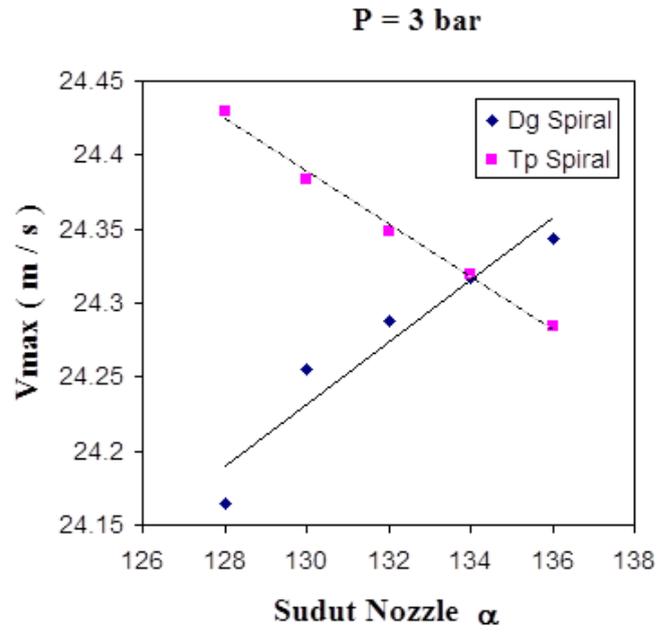
Sudut tip Nozzle $\alpha = 132^\circ$

| P (bar) | Q_{model} (L/min) | Q_{exp} (L/min) | $V_{\text{max model}}$ (m/s) | $V_{\text{max exp}}$ (m/s) | β_{model} | β_{exp} |
|------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1.5 | 22 | 12 | 16.245 | 8.14 | 119 | 116 |
| 3 | 32 | 16.67 | 24.288 | 11.28 | 125 | 120 |
| 6.5 | 48 | 27 | 38.164 | 18.46 | 131 | 127 |

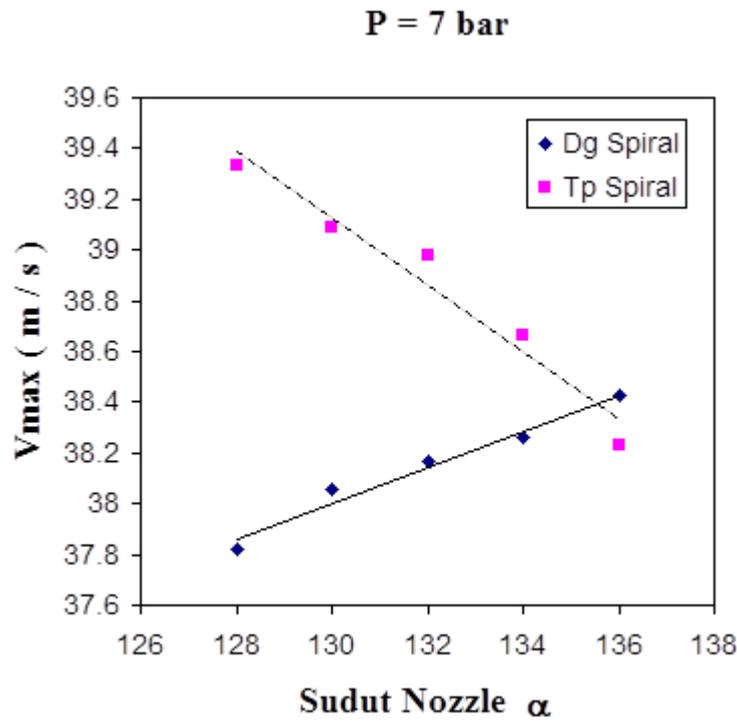
Pada nozzle tanpa spiral menunjukkan tren yang sama baik penambahan sudut tip nozzle atau debit dan tekanan akan mempengaruhi kenaikan kecepatan maksimum V_{max} dan sudut semprotannya. Bila dibandingkan dengan spiral nozzle maka V_{max} yang dicapai nozzle tanpa spiral relatif lebih besar ini disebabkan faktor penghalang pada exit orificenya lebih kecil dari spiral nozzle, sehingga aliran akan lebih cepat meninggalkan exit orifice nozzle tanpa spiral. Spiral nozzle memiliki sudut semprotan yang lebih besar dari nozzle tanpa spiral. Hal ini disebabkan pada spiral nozzle aliran yang keluar exit orifice-nya akan dituntun oleh pola spiral sehingga sebaran aliran dapat lebih lebar dari nozzle tanpa spiral serta luasan frontal arah aksial lebih kecil dari nozzle tanpa spiral.



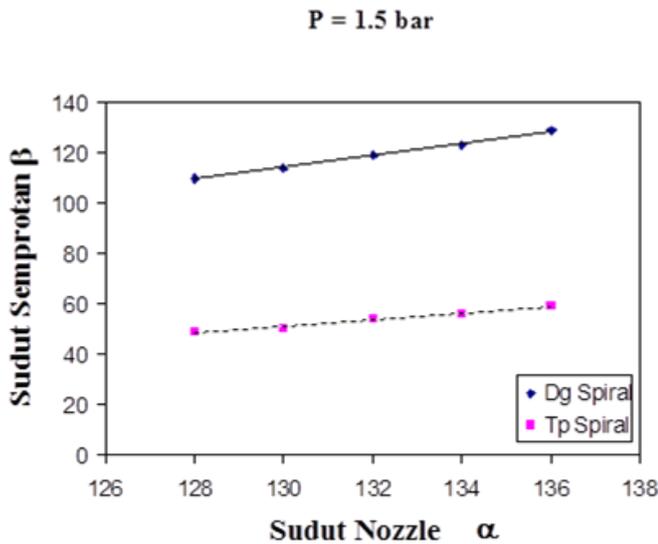
Gambar 4. V_{max} – Sudut Nozzle α ; P = 1.5 bar



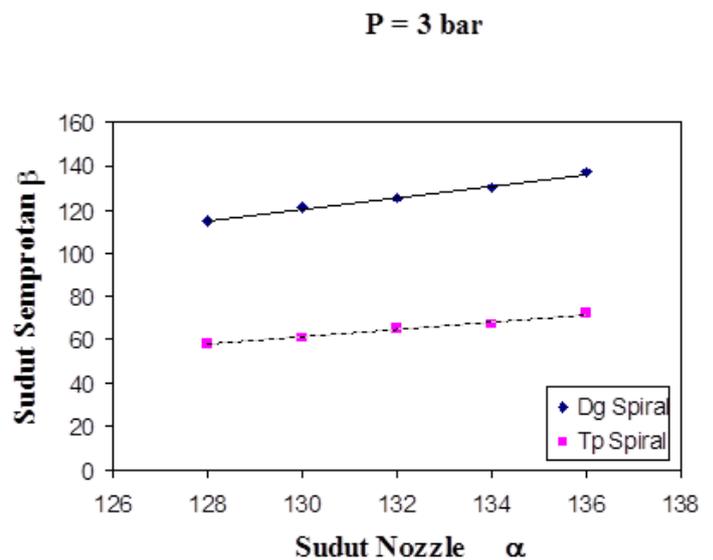
Gambar 5. V_{max} – Sudut Nozzle α ; P = 3 bar



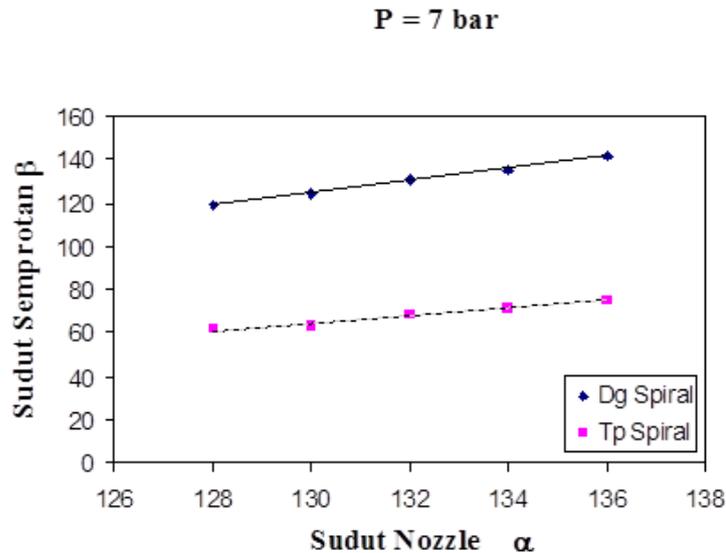
Gambar 6. V_{max} – Sudut Nozzle α ; P = 7 bar



Gambar 7. Sudut Nozzle α - Sudut Semprotan β ; P = 1.5 bar



Gambar 8. Sudut Nozzle α - Sudut Semprotan β ; P = 3 bar



Gambar 9. Sudut Nozzle α - Sudut Semprotan β ; P = 7 bar

Pemilihan Semprotan Nozzle Optimal

Pemilihan suatu semprotan yang optimal ditentukan oleh dua kriteria yaitu :

1. Memiliki panjang semprotan (*spray distance*) yang besar (identik dengan V_{max}). Kriteria ini dipilih untuk kondisi bentuk ruang semprotan yang memanjang.
2. Memiliki sudut semprotan β yang besar. Kriteria ini dipilih untuk kondisi ruang semprotan yang lebar.

Berdasarkan grafik 7-9, dapat dilihat bahwa jangkauan pemodelan belum mencapai titik optimal. Dua kriteria diatas dapat diambil titik maksimalnya yaitu spiral nozzle dengan sudut tip 136° dengan tekanan 7 bar dan debit 48 L/min. Pemilihan secara aktual harus dilihat kondisi sistem, baik tekanan maupun bentuk ruang semprotannya. Apabila faktor yang dilihat hanya tekanan dan debit yang besar saja tidak akan diperoleh hasil optimal, karena nozzle akan cepat aus serta gas hasil pembakaran yang seharusnya keluar akan berbalik bersama residu hasil pembakaran sehingga akan menyebabkan kerusakan pada sistem yang lebih besar. Bila tekanan dan debit terlalu kecil maka akan mengakibatkan penyumbatan (*clogging*) pada nozzle dan atomisasi tidak bisa menghasilkan droplet yang memadai, serta adanya residu yang terbang bersama gas hasil pembakaran. Visualisasi aliran pada nozzle dapat dilihat pada gambar 10.

PENUTUP

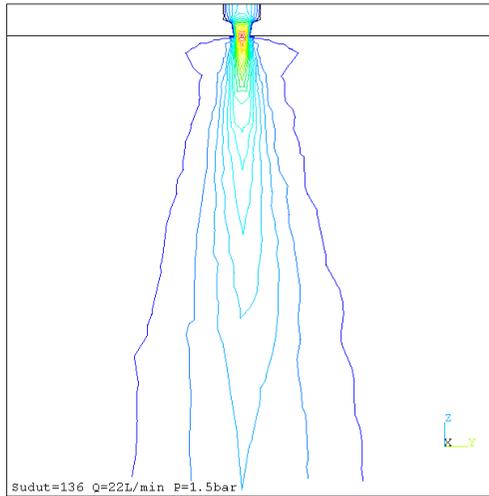
Simpulan

Kesimpulan akhir dari hasil pemodelan numerik ini adalah :

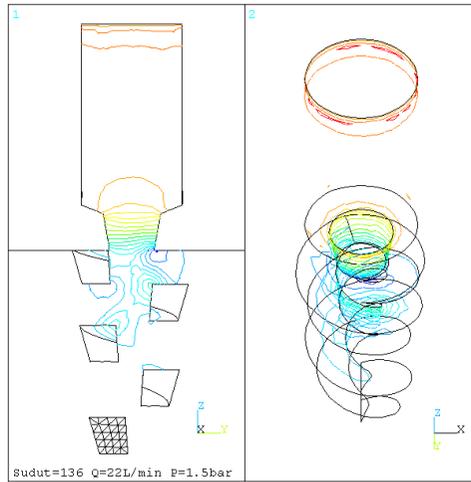
1. Nozzle tanpa spiral mempunyai karakteristik yaitu kenaikan sudut semprotan (β) yang dipengaruhi oleh sudut tip nozzle (α) tekanan dan debit akan menghasilkan panjang penetrasi / kecepatan maksimumnya (V_{max}) menurun.
2. Spiral nozzle mempunyai karakteristik yang berbeda, yaitu kenaikan sudut semprotan (β) yang dipengaruhi oleh sudut tip nozzle (α) tekanan dan debit akan menghasilkan panjang penetrasi / kecepatan maksimumnya (V_{max}) juga naik.
3. Pola spiral pada exit orifice berfungsi untuk menuntun aliran keluar sehingga membentuk pola lapisan-lapisan fluida yang melingkar, juga berfungsi untuk memperlebar sudut semprotan serta mencegah terjadinya penyumbatan (*clogging*) karena proses penangkapan debu tidak langsung berhadapan pada exit orifice.
4. Nozzle terbaik untuk kriteria maksimal adalah spiral nozzle dengan sudut tip $\alpha = 136^\circ$ debit 48 L / min dan tekanan 7 bar.
5. Besar nilai pada hasil pemodelan cenderung lebih besar dari hasil eksperimental dikarenakan tidak semua pemodelan eksperimental dapat dicakup oleh pemodelan numerik, disamping banyak idealisasi pada pemodelan numerik ini. Namun kecenderungan suatu model terhadap hasilnya memiliki kesamaan-kesamaan.

DAFTAR PUSTAKA

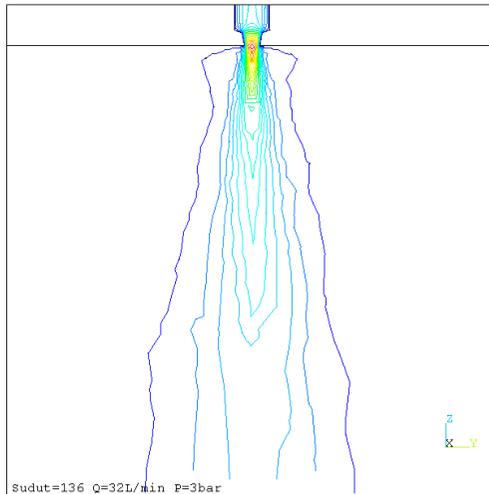
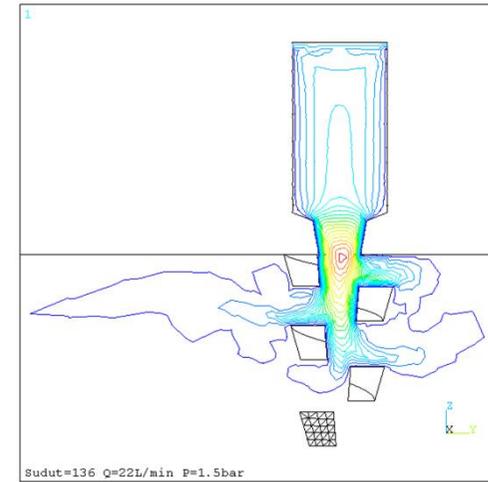
- [1] Fox, Robert. W and McDonald, Alan.T, *Introduction to Fluid Mechanics*, 3rd edition, John Wiley & Sons Inc, New York, 1985
- [2] Papanastasion, Tasos. C, *Applied Fluid Mechanics*, Prentice-Hall International Inc., 1986
- [3] Reddy, J.N., *An Introduction to the Finite Element Method*, McGraw Hill Inc., 1984
- [4] Anderson, John D. JR, *Computational Fluid Dynamics*, McGraw Hill Inc., 1995
- [5] Brochure Spraying System Co., *Hollow Cone and Full Cone Spray Nozzles*
- [6] Okamoto, Tatsuyuki, *Studies on the Behavior Droplets and the Air Flow in a Hollow Cone Spray*, Journal of Fluid Engineering pp 586-592., 1998
- [7] Ansys Inc., *CFD Flotran Analysis Guide*, 1998
- [8] Ansys Inc., *Basic Analysis Procedures Guide*, 1998
- [9] Ansys Inc., *Theory Reference Guide*, 1998
- [10] Chapra, Steven C. and Canale, Raymond P., *Numerical Methods For Engineers*, McGraw-Hill Book Company., 1985
- [11] Shaw, C.T., *Using Computational Fluid Dynamics*, Prentice-Hall International Inc., 1992
- [12] Hernoko, Venu, *Tugas Akhir : Studi Eksperimental Perbandingan Karakteristik Spiraljet Nozzle dengan Fulljet Nozzle.* , 2001



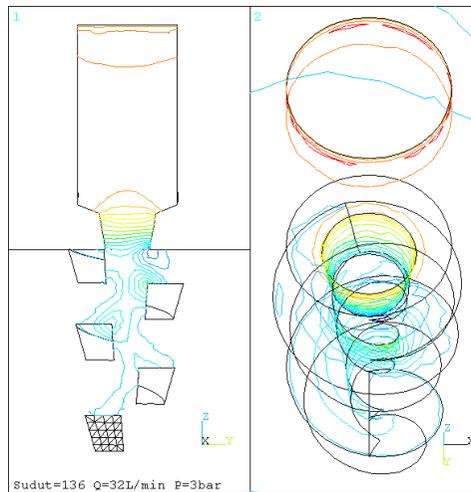
a. Sudut 136° ; P = 1.5 bar Tanpa Spiral



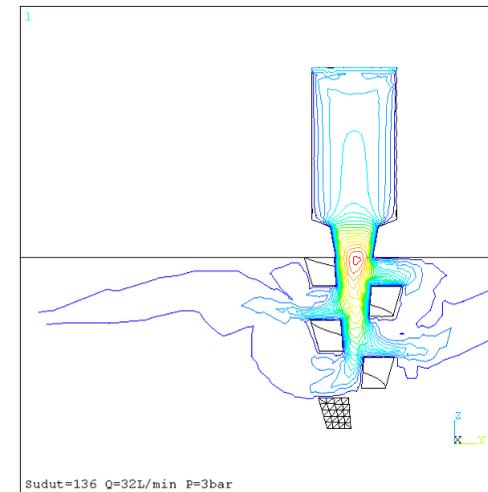
d. Sudut 136° ; P = 1.5 bar dengan Spiral

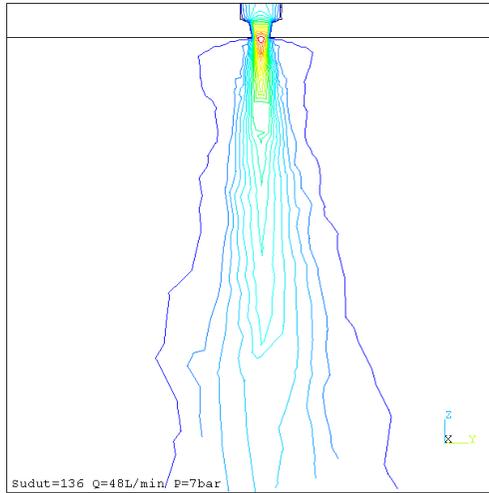


e. Sudut 136° ; P = 3 bar Tanpa Spiral

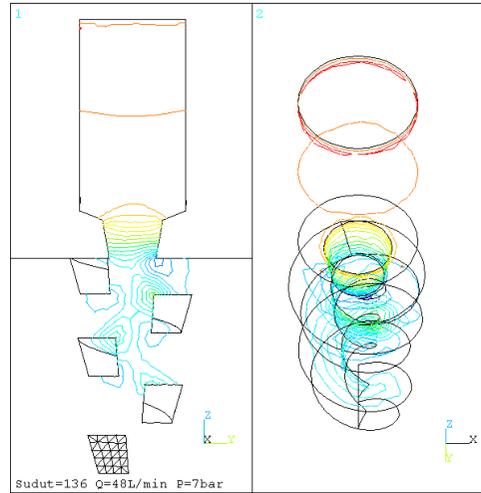


f. Sudut 136° ; P = 3 bar dengan Spiral

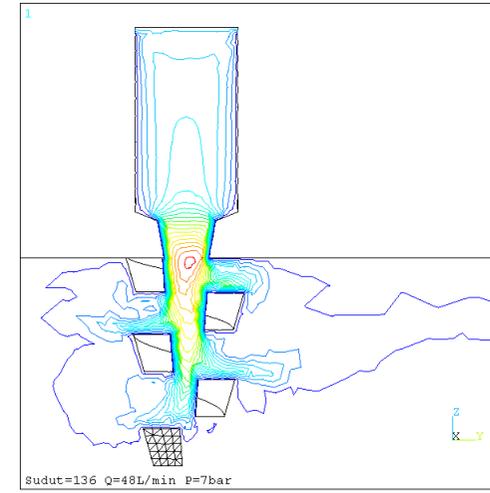




g. Sudut 136° ; P = 7 bar Tanpa Spiral



h. Sudut 136° ; P = 7 bar dengan Spiral



Gambar 10. Kontur Kecepatan Spiral Nozzle dan Tanpa Spiral

“ RANCANGAN INTERFACE KOMUNIKASI DATA AERONAUTICAL FIXED TELECOMMUNICATION NETWORK MENGGUNAKAN GSM GATEWAY BERBASIS ARDUINO “

Oleh:

**Moch. Ilyas
Yuyun Suprpto
Totok Warsito
Romma Diana P**

Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
yuyunatkpsby@gmail.com

ABSTRACT

The design of data transmission is made with the intention of later as media data delivery AFTN at low cost, utilizing the network provider using the GSM GATEWAY will get a solution to the problem of how to transmit data AFTN when an aerodrome does not have the means of VSAT and the airport does not have a network AFTN.

The working principle of this circuit is to change the output signal DB9 serial port on the teleprinter news format ITA2 (5n1) is converted to the module MAX3232 to be transformed into TTL voltage level, which is a TTL input data that can be processed by a microcontroller Arduino Mega 2560. Output of Arduino Mega was converted back to the module MAX3232 from TTL to Serial, then the data is then converted digital signal into an analog signal by using Wavecom M1306B Modem Serial Q2406B. This analog signal is then sent to the destination. Once the information from the transmitter wavecom analog signal received by the receiver with wavecom modem, the signal is converted back by module MAX3232 Serial to TTL which will be connected to the Arduino Uno microcontroller and connected with a PC software in which there are accepted as news ticker.

LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan (IPTEK) dalam dunia penerbangan yang sedang mengalami kemajuan pesat dan modern. Salah satu aspek penunjang keselamatan penerbangan adalah sarana informasi dan telekomunikasi, yang juga akan mengikuti perkembangan teknologi. Telekomunikasi merupakan suatu bentuk pelayanan jasa (*service*) kepada pengguna jasa penerbangan agar pesawat terbang selamat sampai tujuan, atau dengan kata lain keselamatan penerbangan adalah prioritas utama disamping pelayanan jasa lain yang menyangkut tentang kebandar-udaraan.

Salah satu fungsi bandar udara adalah merupakan sarana untuk menyelenggarakan jasa transportasi dibidang perhubungan udara yang memberikan pelayanan kepada masyarakat. Tujuan utamanya adalah melaksanakan jasa transportasi udara yaitu terciptanya pelayanan yang aman, teratur, tepat waktu dan cepat. Karena hal ini menjadi tuntutan kebutuhan transportasi bagi masyarakat, maka dalam pelaksanaan kegiatan pada suatu bandar udara perlu diperhatikan sasaran yang hendak dicapai.

Untuk menunjang keselamatan penerbangan tersebut, diperlukan fasilitas telekomunikasi dan navigasi udara yang disesuaikan dengan kelas bandar udara setempat. Salah satu peralatan telekomunikasi yang ada di bandar udara yaitu AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication*

Network) yang merupakan alat komunikasi antar bandar udara yang memberikan informasi tentang segala sesuatu yang ada di bandar udara. Data AFTN ini biasanya dikirim ke bandar udara lain melalui sarana VSAT (*Very Small Aperture Terminal*). Namun terkadang terdapat bandar udara yang belum tentu ada peralatan VSAT, sehingga terdapat permasalahan bagaimana mengirimkan data AFTN tersebut ke bandar udara yang belum mempunyai sarana VSAT khususnya pada bandara tributary Juwata distrik Tarakan. Selain itu, rancangan alat ini dipergunakan juga sebagai backup penyewaan antena VSAT yang sangat mahal tentunya.

TUJUAN

- a. Sebagai sarana alternatif pengganti interface pada AMSC dalam pemahaman tentang metode mengirimkan data AFTN melalui interface modem GSM dengan menggunakan fasilitas *short message service* (SMS) dalam pengaplikasian pembuatan rancangan.
- b. Sebagai alat bantu pengiriman data AFTN yang awal mulanya menggunakan VSAT, kemudian menggunakan transceiver (*modem*) sebagai solusi untuk bandar udara yang tidak memiliki sarana VSAT dan jaringan AFTN.
- c. Sebagai syarat kelulusan dan pencapaian gelar Ahli Madya bagi taruna Diploma III Teknik Telekomunikasi Dan Navigasi Udara Angkatan ke enam.
- d. Sebagai penambah wawasan bagi para pembaca, baik yang berada diluar Akademi Teknik Dan Keselamatan Penerbangan Surabaya atau para taruna setelah angkatan penulis.

BENTUK PENELITIAN

Hasil dari penelitian ini adalah interface alat komunikasi data pada AFTN yang dikirim melalui transceiver modem GSM dengan menggunakan fasilitas *Short Message Service* (SMS). Bertujuan sebagai *backup* antena *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) dalam hal penghematan biaya dari penggunaan atau penyewaan menggunakan GSM Gateway. Selain itu juga untuk mengatasi permasalahan suatu bandara yang tidak memiliki jaringan AFTN khususnya pada bandara tributary yang terhubung dengan bandara sub-center.

RANCANGAN PENELITIAN

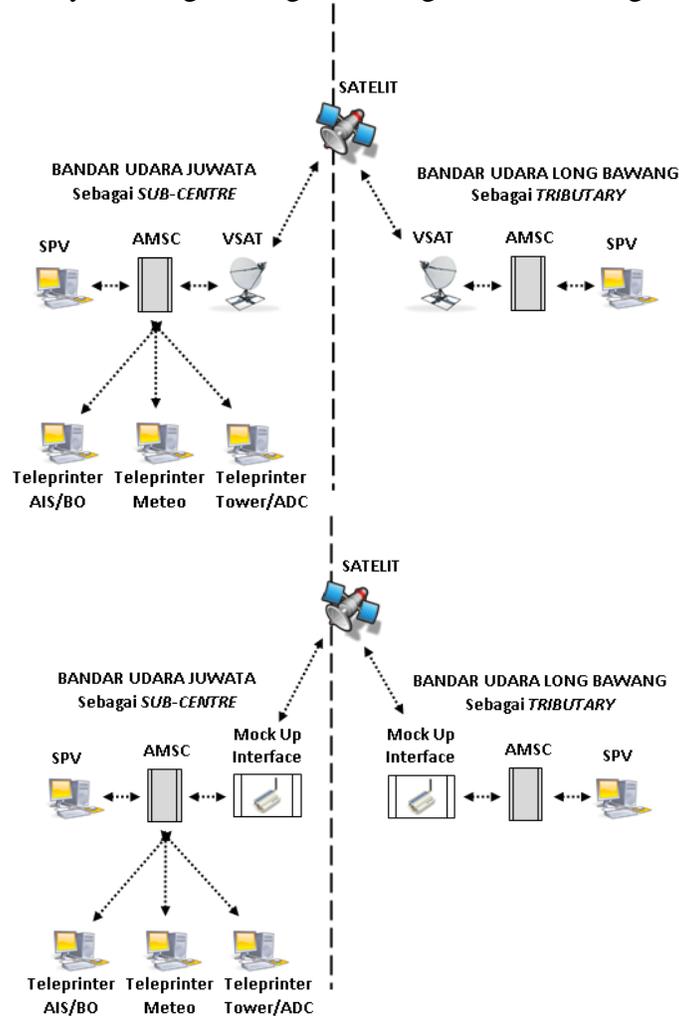
Dalam dunia penerbangan harus didukung fasilitas yang sangat baik dalam menunjang keselamatan penerbangan. Salah satu fasilitas di bandar udara dalam bidang telekomunikasi yaitu AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) juga sangat mendukung dalam penyampaian informasi penerbangan antar bandar udara. Semua informasi penerbangan dalam bandar udara ini disampaikan keseluruhan bandar udara melalui AFTN. Data AFTN ini dikirim dengan menggunakan sarana VSAT (*Very Small Aperture Terminal*). Kondisi saat ini terdapat beberapa bandar udara tributary khususnya distrik Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan yang tidak memiliki sarana VSAT dan tidak memiliki jaringan AFTN. Sehingga dibutuhkan suatu rancangan peralatan sistem untuk mendukung penyampaian informasi penerbangan tersebut yang tidak tergantung pada ada tidaknya sarana VSAT.

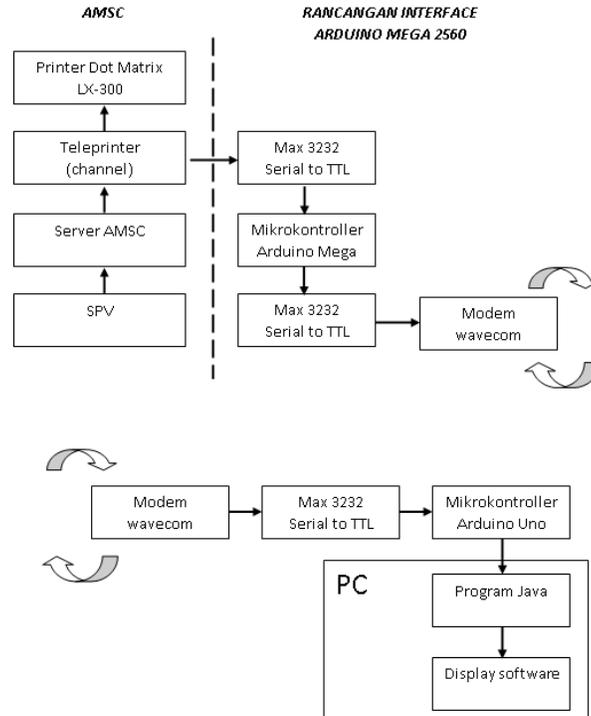
Sub Center Station adalah Suatu stasiun dalam jaringan AFTN yang berfungsi merelay atau meneruskan pengiriman berita dari atau kepada sejumlah stasiun–stasiun lainnya yang berhubungan langsung dengan sub centre station tersebut. Sedangkan Tributary Station adalah Suatu stasiun dalam jaringan AFTN yang berfungsi menerima atau mengirim berita tetapi tidak bisa merelay berita.

Berdasarkan keterangan diatas, maka penulis akan mencoba membuat rancangan komunikasi data AFTN melalui GSM GATEWAY yaitu dengan membuat interface pengiriman

data AFTN pada AMSC atau Teleprinter dengan cara mengkonversi kode bahasa IA-5 dan ITA-2 kedalam bentuk signal analog yang nantinya dapat dikirimkan melalui modem dengan pemanfaatan jaringan, kemudian kepada Bandar Udara yang dituju khususnya Tributary cukup hanya menyediakan sebuah PC atau laptop yang telah terinstal software sebagai bentuk tampilan berita yang diterima. Jadi, Data dari AFTN yang awal mulanya dikirim menggunakan sarana VSAT, sekarang dicoba untuk dikirimkan melalui modem sehingga diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang ada di Bandar udara yang masih belum mempunyai sarana VSAT dan yang tidak mempunyai jaringan AFTN.

Pada konsep dasar rancangan ini, menjelaskan mengenai tiap-tiap bagian rancangan menurut fungsi dan perannya masing-masing. Berikut gambar blok diagram rancangan :





Dari gambar diagram blok diatas dapat dijelaskan secara detail bagaimana cara kerja alat yang akan dibuat. Konsep dasar dari rancangan yaitu :

- mengkonversi *database* (system AFTN) atau teleprinter melalui port serial DB9 yang nantinya dikonversi oleh Module Max3232 Serial to TTL, kemudian dihubungkan dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang didalamnya telah tersimpan dan terprogram konversi data ASCII (8n1) dan ITA-2 (5n1). Selanjutnya data tersebut diubah dari digital menjadi analog yang nantinya dikirimkan melalui interface modem wavecom.
- pada system penerima, data analog yang dikirim oleh modem wavecom diterima dan diubah menjadi data digital yang kemudian dikonversi ulang oleh Module Max3232 Serial to TTL dan dihubungkan kembali dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang telah terhubung dengan PC (laptop). Di dalam PC tersebut terdapat sebuah software *Java Development Kit* (JDK) dan *JavaFX Scene Builder* sebagai tampilan berita yang diterima maupun yang nantinya dikirim.

Interface Java

PC (laptop) → Java disini berperan sebagai pemroses database, dimana proses tersebut berupa *ambil data, parsing data, pisah data, dan penampilan data*.

Ambil Data

Pada proses ambil data, terjadi pengambilan data dari hasil pengiriman hardware ke computer (PC) melalui media kabel Serial to USB.

Parsing Data

Pada proses parsing data, terjadi proses pengelompokan data yaitu dikelompokan berdasarkan urutan data sesuai format dari berita AFTN yang akan dikirimkan.

Pisah Data

Proses pisah data merupakan kelanjutan dari proses parsing data, dimana pada proses ini data dipisah untuk di cek kebenaran format berita yang akan dikirim, apakah sudah sesuai atau belum.

Tampilan Software

Pada blok ini, tiap-tiap data yang telah dipisah akan digabungkan kembali dan diproses sedemikian rupa dengan hasil yang kemudian ditampilkan pada sebuah display JavaFX Scene Builder.

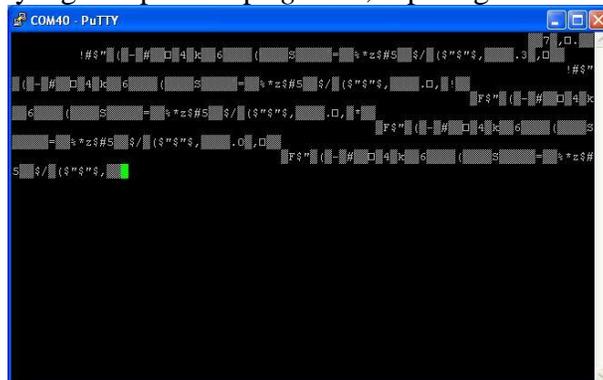
ANALISA DAN PENGUKURAN

Disini akan membahas mengenai pengujian dan analisa terhadap hasil rancangan interface yang telah dibuat. Pembahasan ini juga merupakan pembuktian mengenai isi dari bab-bab sebelumnya khususnya tentang perencanaan dan pembuatan rancangan interface komunikasi data AFTN menggunakan GSM Gateway berbasis Arduino. Bab ini berisikan tentang laporan mengenai analisa dan pengujian pada tiap-tiap hardware dan software.

- Analisa:
 1. Proses dalam Pengambilan Komunikasi Data
 2. Port Com yang digunakan
 3. Nilai Baudrate yang digunakan
 4. Type Code (ASCII dan ITA2)
 5. Data Bits dan Stop Bits (7n1 & 5n1)
- Pengujian:
 1. Pengiriman Berita (melalui PC atau Teleprinter)
 2. Pengiriman Berita (pada PC atau Teleprinter)
 3. Tes *Garble message*

Proses Pengambilan Data

Pada percobaan pertama pengambilan data melalui teleprinter, penulis menggunakan software PuTty dan hasil yang didapat berupa *garble*, seperti gambar dibawah ini:

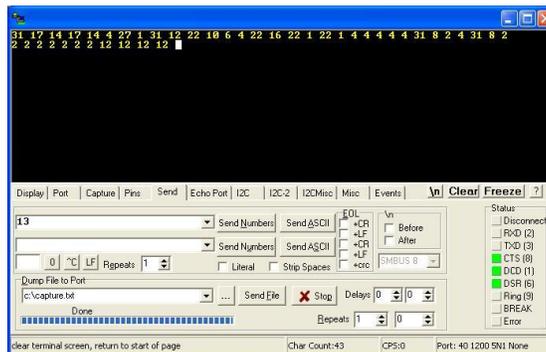


Gambar 1 Hasil Berita Garble

Pada percobaan kedua, penulis menggunakan software Realterm dan menyesuaikan dengan settingan yang ada pada STATUS computer SPV, yaitu untuk channel setiap teleprinter menggunakan kode komunikasi data #ITA2 (5n1). Hasil yang didapatkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2 Settingan 5n1



Gambar 3 Hasil Berita Dengan Kode #ITA2

Kode-kode tersebut kalau diartikan menjadi sebuah pesan yang bertuliskan:
 ZCZC E NPRI PTPEPE → format Heading
 NNNN → format Ending

Dari pengambilan inputan data tersebut penulis membuat sebuah *database* yang nantinya telah tersimpan dalam *sketch* mikrokontroler Arduino sebagai system konversi yang akan dibuat dan dikirimkan melalui modem wavecom. Berikut adalah kode komunikasi data yang digunakan dalam system AMSC.

Pengujian Rancangan pada Teleprinter

Pada pengujian rancangan ini secara manual sudah dilakukan mulai pengujian rangkaian pada module MAX3232 Serial to TTL, mikrokontroler Arduino Mega 2560, modem wavecom, dan mikrokontroler Arduino Uno. Dengan mendapatkan hasil yang diinginkan. Artinya rancangan diuji secara manual dengan memberi input pada module MAX3232 sampai mendapatkan output memberikan informasi bahwa data berhasil diteruskan menuju mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan selanjutnya dikirimkan melalui modem wavecom M1306B.

Pengujian Sambungan Rancangan Interface pada PC

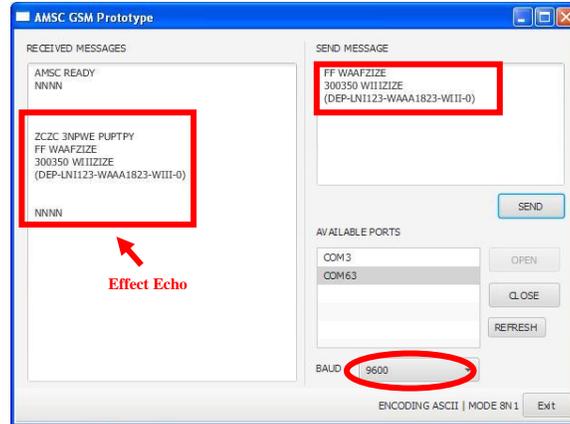
Untuk dapat menerima maupun mengirim berita, modem harus dapat berjalan dengan normal. Beberapa AT command untuk Modem Wavecom yang digunakan dalam menganalisa konfigurasi modem:

- AT+CMGF : menyeting mode SMS text atau PDU
- AT+CMGR : membaca sms
- AT+CMGS : mengirim sms

AT+CMGD : menghapus sms

Adapun cara untuk menguji modem wavecom yaitu penulis menggunakan sambungan antara modem wavecom dengan microcontroller Arduino yang nantinya akan tampak bahwa port sambungan sudah terhubung.

Konektivitas modem :

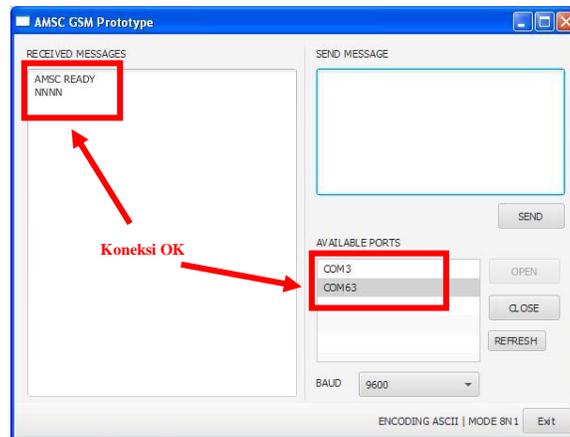


Gambar 4 Indikator Sambungan pada Program Java NetBeans IDE

Setelah Com port rancangan interface pada menu Available Port tertampil, pilih dan klik kemudian Open dan tunggu beberapa saat sampai muncul “AMSC READY” pada menu Received Message. Hal ini menandakan bahwa sambungan antara rancangan interface + modem wavecom dan PC tersambung.

Pengujian Pengiriman Berita

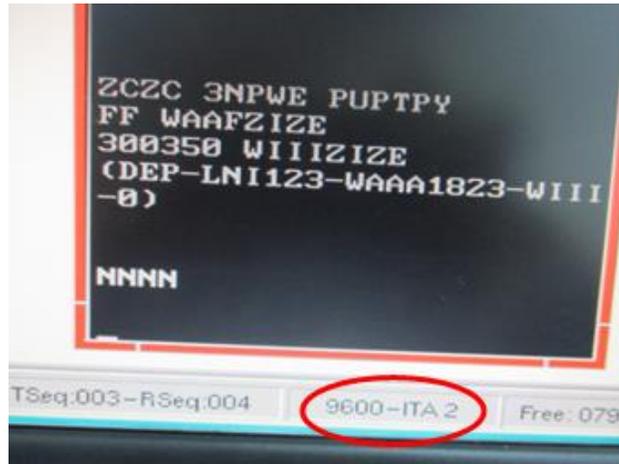
Pengujian aplikasi Software berupa perbandingan antara berita yang dikirim melalui PC dengan Channel Teleprinter yang menerima berita tersebut. Aplikasi dan *mock up* dikatakan normal jika berita yang dikirim sama isinya dengan berita yang masuk ke dalam system teleprinter.



Gambar 5 Percobaan pengiriman berita dari PC

Untuk proses pengiriman berita harus menyamakan besaran baudrate yang akan digunakan agar berita dapat terkirimkan dengan baik, sedangkan untuk penulisan berita harus menggunakan format AFTN sesuai dengan jaringan AFTN Bandar udara yang dituju dengan acuan standart format penerbangan yang diatur dalam annex 10 volume II untuk jaringan AFTN

(Aeronautical Fixed Telecommunication Network) agar pesan dapat dibaca oleh petugas unit AIS/BO.



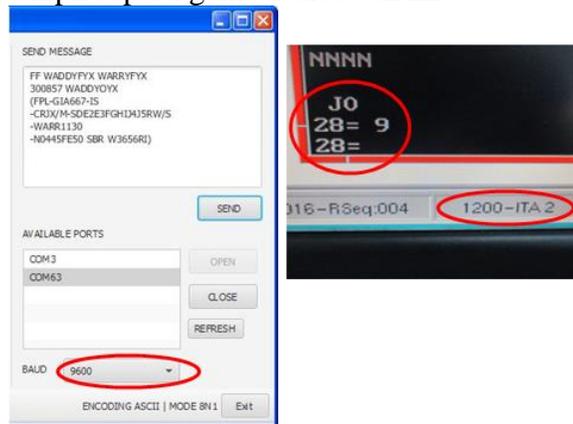
Gambar 6 Penerimaan berita *incoming message* pada Teleprinter

Table dibawah merupakan perbandingan antara pesan yang ditulis pada PC dan hasil yang diterima pada system teleprinter.

Tabel 1 Berita yang diuji

| No | PC | Teleprinter channel 05 |
|----|---|---|
| 1 | FF WAAFZIZE 300350 WIIIZIZE (DEP-LNI123- WAAA1832- WIII-0) | ZCZC 3NPWE PUPTPY FF WAAFZIZE 300350 WIIIZIZE (DEP-LNI123- WAAA1832- WIII-0) NNNN |

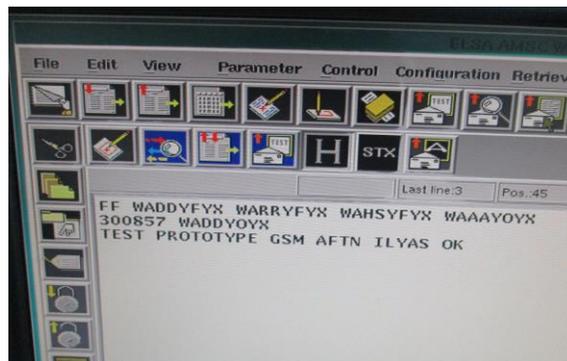
apabila besaran *baudrate* yang digunakan antara PC dengan teleprinter tidak sesuai maka berita yang diterima akan tampil seperti gambar dibawah ini.



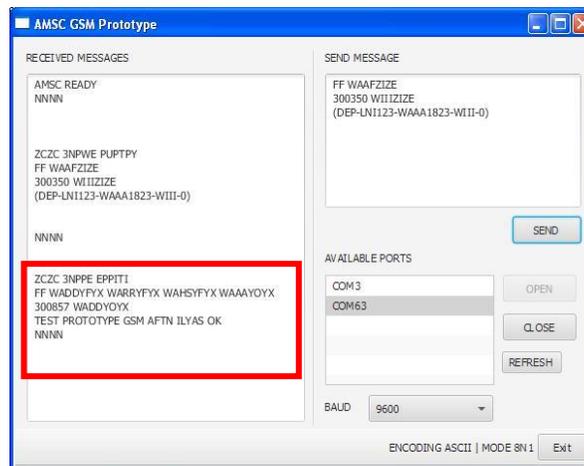
Gambar 7 Percobaan pengiriman baudrate yang berbeda

Pengujian Penerimaan Berita

Pengujian aplikasi Software berupa perbandingan antara berita yang dikirim melalui Teleprinter dengan PC sebagai yang menerima berita tersebut. Aplikasi dan *mock up* dikatakan normal jika berita yang dikirim sama isinya dengan berita yang masuk ke dalam PC.



Gambar 8 Percobaan pengiriman berita dari Teleprinter



Gambar 9 Hasil penerimaan berita pada PC

Dari pengujian dan analisa program yang dilakukan penulis, didapatkan hasil bahwa rancangan interface menggunakan modem wavecom M1306B yang digunakan dapat bekerja dengan baik.

Tabel 2 Pengukuran Power Module MAX3232

| i/p VCC module MAX3232 | Hasil pengukuran |
|-------------------------------|-------------------------|
| 5 volt DC | 4.8 volt DC |

Tabel 3 Pengukuran Power Arduino Mega 2560

| i/p VCC Arduino Mega 2560 | Hasil pengukuran |
|----------------------------------|-------------------------|
| 5 volt DC | 4.8 volt DC |

Tabel 4 Pengukuran Power Arduino Uno

| i/p VCC Arduino Uno | Hasil pengukuran |
|----------------------------|-------------------------|
| 5 volt DC | 4.9 volt DC |

KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan “RANCANGAN INTERFACE KOMUNIKASI DATA AERONAUTICAL FIXED TELECOMMUNICATION NETWORK MENGGUNAKAN GSM GATEWAY BERBASIS ARDUINO” ini dapat di simpulkan bahwa:

1. Rancangan interface menggunakan GSM Gateway ini dapat digunakan sebagai sarana pengganti VSAT untuk pengiriman data AFTN di Bandar Udara Tributary yang daerahnya memiliki provider seluler.
2. Module MAX3232 digunakan untuk konversi data dari inputan serial DB9 menjadi TTL yang nantinya dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino untuk proses coding data.
3. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Arduino Uno digunakan untuk database konversi komunikasi data dari ITA2 ke ASCII ataupun sebaliknya, konsep rancangan alat ini yang bekerja berdasarkan hasil inputan data dari teleprinter yang kemudian dikirimkan melalui modem wavecom sebagai alternative dalam penyewaan antenna VSAT.
4. Rancangan interface menggunakan modem Wavecom M1306B ini masih terbatas oleh berapa banyak jumlah karakter yang akan dikirimkan. Apabila karakter yang dikirimkan lebih dari 160, maka berita sulit untuk diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Blocher, Richard. *Dasar Elektronika*, Penerbit : Andi, Yogyakarta, 2003
- Rusmadi, Dedy. *Mengenal Elektronika*, Penerbit : CV.Pioner Jaya, Bandung, 2007
- Budi P, Arjuni. *Modul Dasar Sistem Telekomunikasi*, Penerbit : Universitas UPI, Bandung, 2011
- Arif, Isturom. *Modul Telekomunikasi 3*, Penerbit : Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya, Surabaya, 2011
- Santoso, Hari. *Arduino untuk Pemula*, Penerbit : Elangsakti, Trenggalek, 2015
- Kurniawan, Eko. *Belajar Java Dasar*, Penerbit : StripBandunk, Subang, 2011
- Annex 10 volume II, *Aeronautical Telecommunications*.
- Datasheet Arduino Uno R3.
- Datasheet Arduino Mega 2560.