

ANALISIS UNJUK KERJA AC (*AIR CONDITIONING*) 2 ½ PK SEBELUM DAN SESUDAH PERBAIKAN DI LABORATORIUM MESIN INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO JAKARTA

Moch.Sugiri

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
sugiri.itbu@gmail.com*

Abstrak

Pendingin udara merupakan usaha untuk mengontrol suhu dalam suatu ruangan sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi yang menempati. Ruangan yang panas dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni. Tujuan dilakukan pengujian sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengetahui kinerja AC. Metodologi penelitian dilakukan studi lapangan. Melakukan pengujian sebelum perbaikan kemudian dilakukan perbaikan dan dilakukan pengujian dan pengambilan data, selanjutnya dianalisa berdasarkan buku referensi unjuk kerja setelah ketemu hasil analisa lalu dibandingkan. Dari hasil pengujian AC 2 ½ PK dengan suhu bervariasi sebelum perbaikan daya kompresi memiliki nilai 1997,5 Watt dan sesudah perbaikan 1062 Watt pada suhu 18°C . Untuk nilai COP sebelum perbaikan memiliki nilai 3,19 pada suhu 18°C sedangkan sesudah perbaikan pada 18°C yaitu 6. Berdasarkan hasil nilai pengujian perbaikan AC terjadi perubahan unjuk kerja AC dari sebelum dan sesudah perbaikan dalam suhu ruangan pengaturan remote AC 18°C terdapat nilai suhu ruangan 26,9 °C menjadi 23,8 °C

Kata kunci : Daya Kompresi, Coefficient of Performance, Unjuk Kerja AC

1. PENDAHULUAN

Mesin pendingin adalah sebuah alat siklus yang prinsip kerjanya hampir sama dengan mesin kalor yang menggunakan fluida kerja yang berupa refrigeran. Siklus refrigeran yang paling banyak dipakai adalah daur refrigeran kompresi uap yang melibatkan empat komponen dasar yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Tujuan dari mesin pendingin adalah untuk menjaga ruangan tetap dingin dengan menyerap panas dari ruang tersebut (Khairil Anwar, 2010).

Melihat kenyataan saat ini faktor pemanasan global yang terjadi, ini yang diakibatkan dari penggundulan hutan, gedung bertingkat atau efek rumah kaca, polusi industri dan yang semakin menipisnya lapisan ozon. Pendingin udara merupakan usaha untuk mengontrol suhu dalam suatu ruangan sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi yang menempati. Dalam peranannya sistem pendingin udara dapat direncanakan, terutama pada tempat-tempat tertentu, dengan kata lain sistem tata udara dimaksudkan untuk memperoleh temperatur udara yang dingin (sejuk atau dingin) dan nyaman bagi tubuh. Sistem tata udara lebih banyak digunakan di wilayah beriklim tropis dengan kondisi udara yang relatif tinggi (panas), seperti di Indonesia. Dalam penggunaan sistem tata

udara tidak hanya menyejukkan atau mendinginkan udara, tetapi bisa juga mengatur kebersihan dan kelembaban udara didalam ruangan sehingga tercipta kondisi udara yang berkualitas, sehat dan nyaman bagi tubuh (Arismunandar, Saito, 2020)

Berdasarkan latar belakang permasalahan dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut : ruangan masih panas (tidak nyaman) untuk praktikum ; perlu dilaksanakan perbaikan terhadap komponen AC ; perlu dilakukan pengetesan apakah AC sudah mencapai suhu yang diinginkan?

Dari identifikasi masalah tersebut dapat kita maka penulis dapat membuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar suhu yang dihasilkan oleh AC sebelum dan sesudah perbaikan?
2. Berapa besar unjuk kerja AC 2 ½ PK di Laboratorium Mesin ITBU Jakarta?

Perlu penulis informasikan bahwa penelitian ini adalah kelanjutan penelitian sebelumnya yang berjudul : Pengujian *Air Conditioner* 2,5 PK Berdasarkan Tekanan Bervariasi di Ruang Laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo, 2022.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir Penelitian

Analisa unjuk kerja AC 2 ½ PK di Laboratorium ITBU Jakarta terhadap varian tekanan refrigerant dengan variasi suhu 26°C, 24°C, 22°C, 20°C, 18°C dan melakukan beberapa tahapan dapat dilihat pada gambar 1. (Srihanto, Sugiri, Kurniawan, 2021).

2.2 Studi Pustaka

Tahap awal penelitian dimulai dari mempelajari berbagai buku, jurnal serta sumber dari internet dan berbagai sumber lain yang akan menjadi referensi dalam penulisan penelitian ini. Studi literatur menjadi landasan teoritis yang akan dipraktekkan pada penelitian yang akan dilakukan.

2.3 Pengujian dan Pengambilan Data

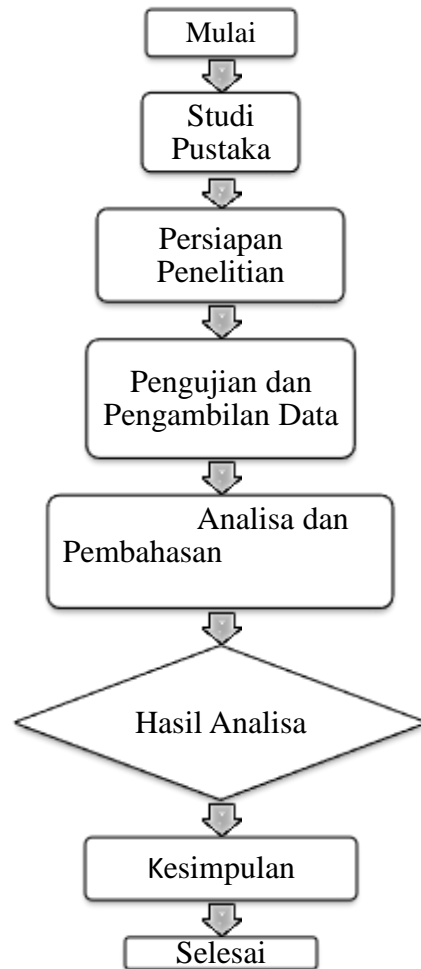
Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan melalui beberapa tahapan berikut :

1. Mempersiapkan alat tulis dan lembar pengambilan data.
2. Menempatkan seluruh alat ukur pada posisinya dan memastikan alat ukur berfungsi dengan baik.
3. Menyalakan unit AC dan menunggu kondisi sistem dalam keadaan stabil,
4. Mengatur atau menentukan suhu ruangan yang akan diuji dengan remote control dengan waktu pengambilan data percobaan setelah 30 menit.
5. Catat hasil pengambilan data suhu evaporasi (Te), suhu kondensasi (Tk), tekanan sistem, arus, serta tegangan yang terbaca pada alat ukur.
6. Lakukan percobaan berulang pada variasi *temperature setting* suhu 26°C, 24°C, 22°C, 20°C, 18°C dengan masing-masing waktu percobaan suhu selama 30 menit atau lebih.
7. Pencatatan semua penunjukan parameter pada setiap kenaikan suhu.
8. Setelah melakukan pengujian, merapikan kembali semua peralatan yang digunakan.

2.4 Waktu dan obyek penelitian

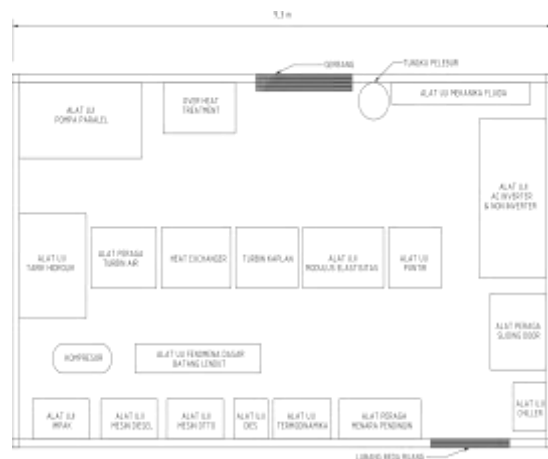
Penelitian dilaksanakan di ruang laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta dan obyek dipergunakan adalah *Air Conditioner* (AC) dengan kapasitas 2,5 PK merk Daikin.

Berikut adalah Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber : Hasil Penelitian

Berikut denah ruang tempat penelitian di laboratorium Teknik Mesin ITBU seperti terlihat pada Gambar 2 (Moch.Sugiri, 2022)



Gambar 2. Denah Ruang Tempat Penelitian
Sumber : Hasil Penelitian

Denah ruang penelitian mempunyai ukuran sebagai berikut : panjang : 9,3 meter , lebar 5,25 meter dan tinggi 2,7 meter. Seperti terlihat dalam Gambar 2 bahwa dalam ruangan terdapat beberapa alat pengujian untuk praktikum Prestasi Mesin dan Fenomena Dasar Mesin.

Spesifikasi Air Conditioner :

- Merk : Daikin
- Kapasitas : 2,5 PK
- Model : AC Split Wall Mounted
- Daya : 1 Phase, 220 V, 50 Hz.
- Arus : 9,3 A
- Konsumsi Daya : 2.032 W

Peralatan pengujian yang diipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tang Ampere.

Selain menjadi penjepit, tang ampere juga dapat digunakan untuk mengukur tegangan listrik, mengukur arus bolak-balik dan juga pengukuran arus searah. Dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Tang Ampere
Sumber : Hasil Penelitian

2. *Pressure Gauge dan Thermometer*

Pressure gauge dipergunakan untuk mengukur tingkat tekanan suatu cairan atau gas dan untuk mengetahui tinggi dan rendahnya tekanan refrigeran. Sedangkan *Thermometer* dipergunakan untuk mengukur suhu yang masuk dan keluar dari kompresor serta suhu yang masuk dan keluar dan kondensor. Dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 . Pressure Gauge dan Thermometer
Sumber : Hasil Penelitian

3. *Thermometer Digital Ruangan*

Thermometer yang terlihat pada Gambar 5 berfungsi untuk mengukur suhu dalam ruangan.



Gambar 5. Thermometer Digital Ruangan
Sumber : Hasil Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian AC Sebelum Perbaikan

Dari hasil pengujian performa Air Conditioner 2 ½ PK dengan pengujian sebelum dan sesudah perbaikan, maka diperoleh hasil data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Hasil Pengujian AC Sebelum Perbaikan

Suhu Setting Remote (°C)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PH (Psi)	PL (Psi)
18	10,7	48,7	25,1	24,2	105	100
20	9,9	52,7	24,4	22,9	105	100
22	9,4	54,5	23,1	22,5	105	100
24	8,4	57,2	22,7	21,6	105	90
26	8,2	58,1	22,6	21,3	105	90

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Keterangan :

- T1 = Temperatur yang masuk ke kompresor
- T2 = Temperatur yang keluar dari kompresor
- T3 = Temperatur yang keluar dari kondensor
- T4 = Temperatur yang masuk ke evaporator
- PH = High Pressure
- PL = Low Pressure

3.2 Perhitungan AC sebelum perbaikan pada suhu remote 18°C

Tabel 2. Data Pengukuran Hasil Pengujian AC Sebelum Perbaikan

Setting temperatur	18°C
Temperatur yang masuk kompresor (T1)	10,7 °C
Temperatur yang keluar kompresor (T2)	48,7 °C
Entalphy regrigerant masuk kompresor (h1)	425 kJ/kg
Entalphy refrigerant keluar kompresor (h2)	472 kJ/kg
Entalphy refrigerant dikondensor (h3=h4)	275 kJ/kg

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

1. Kapasitas pendingin evaporator AC yang dipergunakan 6.400 Watt = 21.800 Btu/h , dimana 1 kW = 1 kJ/s, maka diperoleh:
 - a. Kapasitas Pendingin (Qp)

$$Q_p = \frac{21.800}{3412,142} = 6,38 \text{ kW} = 6,38 \text{ kJ/s}$$
 - b. Efek Refrigerasi (RE)

$$RE = h_1 - h_4 = 425 \text{ kJ/kg} - 275 \text{ kJ/kg} = 150 \text{ kJ/kg}$$

c. Laju aliran massa (m)

$$m = \frac{6,38 \text{ KJ/s}}{150 \text{ kJ/kg}} = 0,0425 \text{ kg/s}$$

2. Daya Kompresi (W)

$$W = m (h_2 - h_1) = 0,0425 \text{ kg/s} (472 \text{ kJ/kg} - 425 \text{ kJ/kg}) = 1,9975 \text{ kJ/s} = 1997,5 \text{ W}$$
3. Katup ekspansi

$$h_3 = h_4 \text{ (perhitungan ideal)}$$
4. Energi yang dibuang kondensor (Qh)

$$Q_h = m ((h_2 - h_3)) = 0,0425 \text{ kg/s} (472 \text{ kJ/kg} - 275 \text{ kJ/kg}) = 8,7325 \text{ kJ/s} = 8732,5 \text{ W}$$
5. Coefficient of Performance (COP)

$$COP = \frac{q_e}{w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{150 \text{ kJ/kg}}{47 \text{ kJ/kg}} = 3,19$$

Dengan menggunakan cara yang sama yang sudah tertulis diatas untuk mencari nilai COP, Energi yang dibuang kondensor (Qh), katup ekspansi, Daya kompresi (W) pada suhu remote 18°C, 20°C, 22°C, 24°C, 26°C adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan AC Sebelum Perbaikan

Suhu Setting Remote (°C)	h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3=h4 (kJ/kg)	W (Watt)	Qh (kJ/s)	COP
18	425	472	275	1997,5	8,37	3,19
20	420	482	285	2926,4	9,29	2,17
22	423	486	290	3017,7	9,38	2,11
24	422	483	300	3184,2	9,55	2,00
26	421	484	307	3512,7	9,89	1,80

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada tabel 3. perhitungan AC sebelum perbaikan dengan refrigerant R410A diatas terlihat pada daya kompresi memiliki nilai yang bervariasi dan pada setting suhu remote 18°C memiliki nilai daya kompresi lebih kecil dibanding pada setting suhu remote lainnya yaitu 1997,5 Watt. Kemudian untuk nilai Qh setting suhu remote 18°C juga memiliki nilai kapasitas kondensor yang rendah dibanding yang lain yaitu 8,37 kJ/s dan COP memiliki

nilai yang paling tinggi yaitu 3,19 dibanding yang lain.

3.3 Hasil Pengujian AC Sesudah Perbaikan

Dari hasil pengujian sesudah perbaikan, maka diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Data Pengukuran Hasil Pengujian AC Sesudah Perbaikan

Suhu Setting Remote (°C)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	PH (Psi)	PL (Psi)
18	5,5	66,1	15,0	20,1	150	135
20	5,1	65,7	14,8	18,9	150	135
22	6,7	66,6	15,5	20,4	155	140
24	6,9	67,2	16,1	20,7	160	145
26	7,1	69,3	16,5	20,9	160	145

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Keterangan :

- T1 = Temperatur yang masuk ke kompresor
- T2 = Temperatur yang keluar dari kompresor
- T3 = Temperatur yang keluar dari kondensor
- T4 = Temperatur yang masuk ke evaporator
- PH = High Pressure
- PL = Low Pressure

3.4 Perhitungan AC sesudah perbaikan pada suhu remote 18°C

Tabel 5. Data Pengukuran Hasil Pengujian AC Sesudah Perbaikan

Setting temperatur	18°C
Temperatur yang masuk kompresor (T1)	5,5 °C
Temperatur yang keluar kompresor (T2)	66,1 °C
Entalphy regrigerant masuk kompresor (h1)	430 kJ/kg
Entalphy refrigerant keluar kompresor (h2)	445 kJ/kg
Entalphy refrigerant dikondensor (h3=h4)	340 kJ/kg

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

1. Kapasitas pendingin evaporator AC yang dipergunakan 6.400 Watt = 21.800 Btu/h , dimana 1 kW = 1 kJ/s, maka diperoleh:
 - d. Kapasitas Pendingin (Qp)

$$Qp = \frac{21.800}{3412,142} = 6,38 \text{ kW} = 6,38 \text{ kJ/s}$$

- e. Efek Refrigerasi (RE)

$$RE = h1-h4 = 430 \text{ kJ/kg} - 340 \text{ kJ/kg} = 90 \text{ kJ/kg}$$

- f. Laju aliran massa (m)

$$m = \frac{6,38 \text{ KJ/s}}{90 \text{ kJ/kg}} = 0,0708 \text{ kg/s}$$

2. Daya Kompresi (W)

$$W = m (h2-h1) = 0,0708 \text{ kg/s} (445 \text{ kJ/kg}-430 \text{ kJ/kg}) = 1,062 \text{ kJ/s} = 1062 \text{ W}$$

3. Katup ekspansi

$$h3 = h4 \text{ (perhitungan ideal)}$$

4. Energi yang dibuang kondensor (Qh)

$$Qh = m ((h2-h3)) = 0,0708 \text{ kg/s} (445 \text{ kJ/kg}-340 \text{ kJ/kg}) = 7,434 \text{ kJ/s} = 7434 \text{ W}$$

5. Coeffisient of Performance (COP)

$$COP = \frac{qe}{w} = \frac{h1-h4}{h2-h1} = \frac{90 \text{ kJ/kg}}{15 \text{ kJ/kg}} = 6$$

Dengan menggunakan cara yang sama yang sudah tertulis diatas untuk mencari nilai COP, Energi yang dibuang kondensor (Qh), katup ekspansi, Daya kompresi (W) pada suhu remote 18°C, 20°C, 22°C, 24°C, 26°C adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan AC Sebelum Perbaikan

Suhu Setting Remote (°C)	h1 (kJ/kg)	h2 (kJ/kg)	h3=h4 (kJ/kg)	W (Watt)	Qh (kJ/s)	COP
18	430	445	340	1062	7,43	6,00
20	455	485	235	870	7,25	7,33
22	415	435	245	750	7,12	8,50
24	422	497	210	2250	8,61	2,82
26	424	499	215	2287,5	8,66	2,78

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada tabel 6. perhitungan AC sesudah perbaikan dengan refrigerant R410A diatas terlihat pada daya kompresi memiliki nilai yang bervariasi dan pada setting suhu remote 22°C memiliki nilai daya kompresi lebih kecil dibanding pada setting suhu remote lainnya yaitu 750 Watt. Kemudian untuk nilai Qh

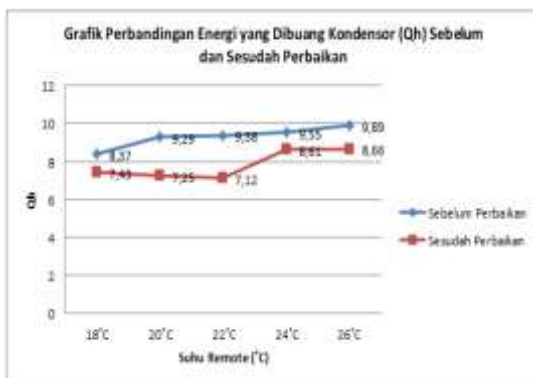
setting suhu remote 22°C juga memiliki nilai kapasitas kondensator yang rendah dibanding yang lain yaitu 7,12 kJ/s dan COP memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 8,5 dibanding yang lain.

3.5 Perbandingan Perhitungan Pengujian AC Sebelum dan Sesudah Perbaikan



Gambar 6 . Grafik Perbandingan Daya Kompresi AC Sebelum dan Sesudah Perbaikan
Sumber : Hasil Penelitian

Pada gambar 6 perbandingan daya kompresi AC diatas bahwa nilai daya kompresi memiliki kenaikan mengikuti peningkatan suhu sebelum dibersihkan pada suhu setting remote nya, kemudian nilai kompresi sebelum perbaikan pada suhu 18°C memiliki nilai terendah yaitu 1997,5 Watt dan sesudah perbaikan pada suhu 22°C memiliki nilai terendah yaitu 750 Watt.



Gambar 7 . Grafik Perbandingan Energi yang dibuang kondensator (Qh) Sebelum dan Sesudah Perbaikan
Sumber : Hasil Penelitian

Pada gambar 7 perbandingan energi yang dibuang kondensator (Qh) sebelum perbaikan dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan pada AC sesuai urutan suhu setting 18°C, 20°C,

22°C, 24°C, 26°C, tetapi sesudah perbaikan terdapat penurunan suhu setting 22°C dan terjadi peningkatan energi kembali pada suhu setting 24°C dan 26°C.



Gambar 8 . Grafik Perbandingan COP Sebelum dan Sesudah Perbaikan
Sumber : Hasil Penelitian

Pada gambar 8 perbandingan *Coefficient of Performance (COP)* sebelum dan sesudah perbaikan bahwa nilai COP sebelum perbaikan mengalami penurunan sesuai urutan suhu setting 18°C, 20°C, 22°C, 24°C, 26°C, kemudian untuk nilai COP sesudah perbaikan terjadi peningkatan pada suhu 22°C dan kembali terjadi penurunan pada suhu 24°C dan 26°C.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Daya Kompresi (W) terendah sebelum perbaikan AC pada suhu 18°C yaitu 1997,5 Watt dan sesudah perbaikan pada suhu 18°C yaitu 1062 Watt, sedangkan nilai daya kompresi tertinggi sebelum perbaikan AC terjadi pada suhu 26°C yaitu 3521,7 Watt dan sesudah yaitu 2287,5 Watt.
2. Nilai Nilai Evaporator terendah sebelum perbaikan AC pada suhu 22°C yaitu 9,38 kJ/s dan sesudah perbaikan AC yaitu 7,12 kJ/s, sedangkan untuk nilai evaporator tertinggi sebelum perbaikan AC terjadi pada suhu 26°C yaitu 9,89 kJ/s dan sesudah perbaikan yaitu 8,66 kJ/s
3. Nilai Coefficient of Performance (COP) terendah sebelum perbaikan AC terjadi pada suhu 26°C yaitu 1,8 dan sesudah perbaikan yaitu 2,78, sedangkan nilai Coefficient of Performance (COP) tertinggi sebelum perbaikan AC terjadi pada suhu

18°C yaitu 3,19 dan sesudah perbaikan AC yaitu 6.

DAFTAR PUSTAKA

Khairil, Anwar (2010), Efek beban pendingin terhadap performa sistem mesin pendingin. Teknik Mesin, fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu.

Arismunandar, Saito. (2020) Penyegaran Udara, cetakan ke tiga, PT. Pradnya Paramita, Jakarta .

Srihanto, Moch. Sugiri, Kurniawan (2021), Prosiding Seminar Nasional Inovasi

Teknologi Terapan, POLTEKBA, Balikpapan.

Moch. Sugiri, (2022), Pengujian Air Conditioner 2,5 PK Berdasarkan Tekanan Bervariasi di Ruang Laboratorium ITBU, Jurnal Ismetek edisi 13 No.1 , ITBU Jakarta.