

SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN
KANTOR MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR*
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN
KARO TAHUN 2025**



OLEH:
FATIMAH AZZAHRA
P00933221018

**KEMENTERIAN KESEHATAN POLITEKNIK KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA JURUSAN KESEHATAN
LINGKUNGAN PROGRAM STUDI SARJANA
TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
TAHUN 2025**

SKRIPSI
ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN
KANTOR MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR*
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN
KARO TAHUN 2025

Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Program Studi
Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



OLEH:

FATIMAH AZZAHRA
P00933221018

KEMENTERIAN KESEHATAN POLITEKNIK KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA JURUSAN KESEHATAN
LINGKUNGAN PROGRAM STUDI SARJANA
TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
TAHUN 2025

LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT (PM_{2,5}) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN
KANTOR MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR*
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO 2025

NAMA : FATIMAH AZZAHRA

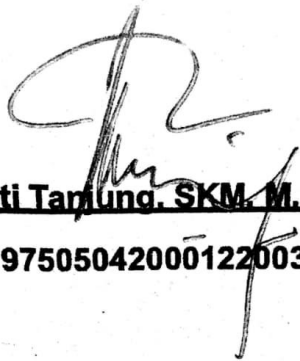
NIM : P00933221018

*Skripsi ini Telah Diterima dan Disetujui
Untuk Diseminarkan Dihadapan Penguji*

Kabanjahe, Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Risnawati Tanjung, SKM, M.Kes

NIP.197505042000122003

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan



Kemenkes Poltekkes Medan

Haesti Sembiring, SST.M.Sc

NIP.197206181997032003

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN
KANTOR MENGGUNAKAN LOW-COST SENSOR KECAMATAN
KABANJAHE KABUPATEN KARO 2025

NAMA : FATIMAH AZZAHRA

NIM : P00933221018

Skripsi Ini Telah Diuji Pada Seminar Ujian Akhir
Jurusan Kesehatan Lingkungan Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Kemenkes Politeknik Kesehatan RI Medan
Kabanjahe, Juni 2025
Menyetujui,

Penguji I

Dr. Eng. Muhammad Amin, ST, M.Eng
Staff number: 23649562

Penguji II

Deli Syaputri, SKM, M.Kes
NIP.198906022020122003

Ketua Penguji

Risnawati Tanjung, SKM, M.Kes
NIP.197505042000122003

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan
Kemenkes Politeknik Kesehatan Medan



Haesti Sembiring, SST, MSc
NIP.197206181997032003

BIODATA PENULIS



DATA DIRI

Nama : FATIMAH AZZAHRA
Nomor Induk Mahasiswa : P00933221018
Tempat, Tanggal Lahir : PADANGSIDIMPUAN, 11 NOVEMBER 2002
Jenis Kelamin : PEREMPUAN
Agama : ISLAM
Anak Ke : 2 DARI 4 BERSAUDARA
Nama Ayah : BOIMIN
Nama Ibu : SITI MACHRENI LUBIS
Alamat : JL.SM. RAJA KELURAHAN SITAMIANG BARU
KOTA PADANGSIDIMPUAN

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD : (2009-2015) SDN 200207 PADANGSIDIMPUAN
SMP : (2015-2018) MTsN 1 MODEL PADANGSIDIMPUAN
SMA : (2018-2021) MAN 2 MODEL PADANGSIDIMPUAN
DIPLOMA IV : (2021-2025) KEMENKES POLTEKKES MEDAN
SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN

SURAT PERNYATAAN

ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN PARTIKULAT (PM_{2,5}) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN KANTOR MENGUNAKAN *LOW-COST SENSOR* KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO TAHUN 2025.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan sebelumnya di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini disebut dalam Daftar Pustaka

Kabanjahe, Juni 2025



FATIMAH AZZAHRA
NIM. P00933221018

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KABANJAHE, JUNI 2025**

FATIMAH AZZAHRA

**“ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN PARTIKULAT
(PM_{2,5}) DALAM RUANGAN DI LINGKUNGAN KANTOR
MENGUNAKAN LOW-COST SENSOR KECAMATAN KABANJAHE
KABUPATEN KARO TAHUN 2025”**

ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruangan memegang peranan penting bagi kesehatan pekerja, terutama karena sebagian besar waktu kerja dihabiskan di ruang tertutup. Partikulat halus (PM_{2,5}) berukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ mampu menembus hingga alveoli paru dan menimbulkan dampak kesehatan jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi PM_{2,5} di dua kantor dengan karakteristik lokasi berbeda - Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan yang berlokasi dekat jalan raya, serta Kantor Dinas Lingkungan Hidup yang berjarak $\pm 1 \text{ km}$ dari jalan raya serta membandingkannya berdasarkan 2 rentang waktu pada pukul 07.00-18.00 dan pukul 19.00 – 06.00 serta hari kerja (Senin-Jumat) dan libur (Sabtu-Minggu). Penelitian deskriptif berpendekatan *cross-sectional* ini menggunakan *Low-cost sensor (PurpleAir)* yang dipasang selama tujuh hari (24 jam) di masing-masing lokasi.

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi PM_{2,5} di kantor dekat jalan raya adalah $32,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kategori *Moderate – Unhealthy for Sensitive Groups*), sedangkan kantor jauh dari jalan raya sebesar $28,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kategori *Moderate*). Konsentrasi cenderung lebih tinggi pada malam hari dan hari kerja di kedua lokasi. Uji-t independen tidak menemukan perbedaan signifikan antar-kantor ($p > 0,05$), namun perbedaan antara kondisi siang-malam serta ada-aktivitas dan tidak-ada-aktivitas menunjukkan signifikansi ($p < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa faktor aktivitas internal dan sirkulasi udara berperan besar, sementara kedekatan dengan jalan raya meningkatkan, tetapi tidak secara signifikan, konsentrasi PM_{2,5} di dalam ruangan. *Low-cost sensor* terbukti efektif sebagai alat pemantauan berkelanjutan untuk mengidentifikasi pola pencemaran di ruang kerja.

Kata Kunci : PM_{2,5}, kualitas udara dalam ruangan, kantor, low-cost sensor, Kabanjahe

**MEDAN HEALTH POLYTECHNIC OF MINISTRY OF HEALTH
BACHELOR PROGRAM OF APPLIED HEALTH SCIENCE IN
ENVIRONMENTAL HEALTH, KABANJAHE JUNE 2025**

FATIMAH AZZAHRA

**"ANALYSIS OF INDOOR AIR QUALITY REGARDING PARTICULATE
(PM_{2.5}) EXPOSURE IN AN OFFICE ENVIRONMENT USING A LOW-
COST SENSOR IN KABANJAHE DISTRICT, KARO REGENCY, 2025"**

ABSTRACT

Indoor air quality plays a crucial role in worker health, especially since most working hours are spent in enclosed spaces. Fine particulates (PM_{2.5}) with a size of $\leq 2.5 \mu\text{m}$ can penetrate the lung alveoli and cause long-term health effects.

This study aims to analyze PM_{2.5} concentrations in two offices with different location characteristics: the Industry and Trade Office located near a main road, and the Environmental Agency Office located ± 1 km from a main road. It also compares concentrations based on two time ranges (07:00-18:00 and 19:00-06:00) and between workdays (Monday-Friday) and weekends (Saturday-Sunday). This descriptive, cross-sectional study used a Low-cost sensor (PurpleAir) installed for seven days (24 hours) at each location.

The results showed that the average PM_{2.5} concentration in the office near the main road was $32.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (categorized as Moderate – Unhealthy for Sensitive Groups), while the office far from the main road had a concentration of $28.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (categorized as Moderate). Concentrations tended to be higher at night and on workdays at both locations. An independent t-test found no significant difference between the offices ($p > 0.05$), but the difference between daytime-nighttime and active-inactive periods showed significance ($p < 0.05$). These findings confirm that internal activities and air circulation play a major role, while proximity to a main road increases, but not significantly, the indoor PM_{2.5} concentration. Low-cost sensors have been proven effective as a continuous monitoring tool to identify pollution patterns in the workplace.

Keywords: *PM_{2.5}, indoor air quality, office, low-cost sensor, Kabanjahe*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga Skripsi ini dapat selesai tepat waktu yang telah ditentukan. Skripsi berjudul **“Analisis Kualitas Udara Terhadap Paparan Partikulat ($PM_{2,5}$) Dalam Ruangan Di Lingkungan Kantor Menggunakan *Low-Cost Sensor* Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo Tahun 2025”**. Skripsi ini menjadi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan pada Kemenkes Politeknik Kesehatan Medan.

Dalam Menyusun Skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan skripsi ini. Maka dari itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. PLT. Direktur Poltekkes Kemenkes Medan Ibu Tengku Sri Wahyuni, S.SiT., M.Keb
2. Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Ibu Haesti Sembiring, SST, MSc.
3. Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Ibu Risnawati Tanjung, SKM, M.Kes.
4. Ibu Risnawati Tanjung, SKM, M.Kes selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing serta memberikan saran dalam penulisan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng Muhammad Amin, ST, M.Eng selaku penguji I dan pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktu, arahan serta saran kepada penulis.
6. Ibu Deli Syaputri, SKM, M.Kes selaku penguji II, yang telah bersedia meluangkan waktu, arahan serta saran kepada penulis.
7. Seluruh Dosen dan Staf Pendidikan Kemenkes Politeknik Kesehatan Kabanjahe yang telah membekali ilmu pengetahuan dan membantu selama penulis mengikuti perkuliahan.
8. Kepala Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Karo beserta para pegawai dan Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karo beserta para pegawai dan kabanjahe yang telah memberi izin dan membantu dalam pengumpulan data.
9. Teristimewa kepada kedua orangtua saya bapak Boimin dan ibu Siti Machreni Lubis, terimakasih banyak atas lantunan doa-doa yang tiada henti di berikan kepada penulis, rezeki, dukungan, kasih sayang, rasa sabar dan kerja keras yang tiada lelah dalam mengusahakan segala sesuatu selama masa perkuliahan dan selalu memberikan yang terbaik kepada penulis, hingga penulis sampai di titik ini. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan dan keberkahan dalam hidup kedua oranagtua penulis.
10. Terkhusus kepada abang saya Afif Fauzan yang telah memberikan dukungan, motivasi serta sebagian rezekinya kepada penulis dan kedua

adik saya Syakirah Hana dan Ahmad Faiz yang selalu mendukung dan menghibur penulis selama masa perkuliahan ini.

11. Kepada sahabat saya Adeliana Lubis dan Wardah Anggraini Lubis yang selalu mendukung dengan kasih sayang yang tulus, membantu dan serta mendoakan yang terbaik kepada penulis selama masa perkuliahan.
12. Kepada teman saya anggota geng Reformasi (Dian Vatar Syahputra, Ilnabila, Nurhasanah, Wira, Arif dan Feri). Terimakasih karena pernah menjadi teman yang seru dan menghibur penulis selama dibangku perkuliahan ini.
13. Kepada teman teman penelitian udara (Ilnabila, Ivana, Deswika, Rima dan Feri) yang selalu mendukung dan membantu penulis dalam pembuatan Skripsi ini.
14. Teruntuk teman-teman penulis, Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan angkatan 2021. Terimakasih telah menjadi teman bagi penulis di bangku perkuliahan. Semoga Tuhan selalu memberkati kita semua.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun dalam kesempurnaan penulisan Skripsi ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Terimakasih.

Kabanjahe, Juni 2025

Penulis

FATIMAH AZZAHRA

P00933221018

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
C.1. Tujuan Umum.....	3
C.2. Tujuan Khusus	3
D. Manfaat Penelitian	4
D.1. Manfaat Bagi Peneliti	4
D.2. Manfaat Bagi Masyarakat	4
D.3. Manfaat Bagi Institusi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Udara.....	5
A.1. Pengertian Udara	5
A.2. Polusi Udara.....	5
A.3. Udara Dalam Ruangan.....	6
A.4. Dispersi Polutan	7
B. Partikulat PM _{2,5}	9
B.1. Dampak Partikulat PM _{2,5}	9
B.2. Metodologi Pengukuran	10
C. Pengendalian dan Manajemen Kualitas Udara	12
C.1. Peningkatan Ventilasi.....	12
C.2. Pembersih udara.....	12

D. Regulasi Standar Kualitas Udara	13
E. Alat <i>Low-Cost Sensor</i>	13
F. Kerangka Teori.....	15
G. Kerangka Konsep	16
H. Defenisi Operasional.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Jenis Dan Desain Penelitian.....	18
A.1. Jenis Penelitian	18
A.2. Desain Penelitian	18
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	18
B.1. Lokasi Penelitian	18
B.2. Waktu Penelitian	18
C. Obyek Penelitian	18
D. Jenis dan Cara Pengumpulan Data	18
D.1. Data Primer.....	18
D.2. Data Sekunder.....	19
E. Pengolahan dan Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
A. HASIL	20
A.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	20
A.2 Kualitas Udara Dalam Ruangan di Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabanjahe (dekat dengan jalan raya).....	23
A.3. Kualitas Udara di Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kabanjahe (jauh dari jalan raya).....	28
A.4. Perbandingan Kualitas Udara PM _{2,5} Dalam Ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kabanjahe	31
A.5 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5} pada siang dan malam hari di dalam ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	34
A.6 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5} pada Hari Kerja dan Hari Libur di dalam ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	37

B. PEMBAHASAN	40
B.1 Kualitas Udara Dalam Ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya).....	40
B.2 Kualitas Udara Dalam Ruangan Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya)	43
B.3 Perbandingan kualitas udara berdasarkan konsentrasi PM _{2,5} antara ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dengan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	45
B.4 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5} pada siang dan malam hari di dalam ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	47
B.5 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5} pada hari kerja dan hari libur di dalam ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	49
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Defenisi Operasional	17
Tabel 4.1 Perbedaan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan dengan Kantor Dinas Lingkungan Hidup.....	22
Tabel 4.2 Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya).....	25
Tabel 4.3 Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i> Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya).....	26
Tabel 4.4 Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh jalan raya).....	29
Tabel 4.5 Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i> Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	30
Tabel 4.6 Kategori Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan dan Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i>	32
Tabel 4.7 Hasil Uji Independent Samples T-test Perbandingan Kantor Perindustrian Dan Perdagangan (dekat jalan raya) Dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	34
Tabel 4.8 Hasil Uji Independent Samples T-test Perbandingan antara Siang Dan Malam Hari di Kantor Perindustrian Dan Perdagangan (dekat jalan raya)	36
Tabel 4.9 Hasil Uji Independent Samples T-test Perbandingan antara siang dan malam hari di Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	36
Tabel 4.10 Hasil Uji Independent Samples T-test Perbandingan antara Hari Kerja dan Hari Libur di Kantor Perindustrian Dan Perdagangan (dekat jalan raya)	38
Tabel 4.11 Hasil Uji Independent Samples T-test Perbandingan antara Hari Kerja dan Hari Libur di Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya)	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Air Quality Index (AQI)	8
Gambar 2.2 Kerangka Teori....	15
Gambar 2.3 Kerangka Konsep	16
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian 1 Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya).....	20
Gambar 4.2 Lokasi Penelitian 2 Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	21
Gambar 4.3 <i>Alat Low Cost Sensor</i>	24
Gambar 4.4 Perletakkan <i>Alat Low Cost Sensor</i> di Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan.....	24
Gambar 4.5 Grafik Kualitas Udara Dalam Ruangan (PM _{2,5}) Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya).....	27
Gambar 4.6 Perletakkan <i>Alat Low Cost Sensor</i> di Kantor Dinas Lingkungan Hidup	28
Gambar 4.7 Grafik Kualitas Udara Dalam Ruangan (PM _{2,5}) Dinas Lingkungan hidup (jauh dari jalan raya).....	31
Gambar 4.8 Perbandingan konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya) dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	33
Gambar 4.9 Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Pada Siang dan Malam di Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya) serta Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	35
Gambar 4.10 Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Pada Hari Kerja dan hari Libur di Dinas Perindustrian dan Perdagangan (dekat jalan raya) serta Dinas Lingkungan Hidup (jauh dari jalan raya).....	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Izin Penelitian Dinas Perindustrian Dan Perdagangan dan Dinas Lingkungan Hidup
- Lampiran 2. Surat Balasan Dinas Perindustrian Dan Perdagangan Serta Dinas Lingkungan Hidup
- Lampiran 3. Informan Consent
- Lampiran 4. Tabel Rata-Rata Suhu dan Kelembapan Di Kantor Dinas Perindustrian Dan Perdagangan (Dekat Jalan Raya) dan Di Kantor Dinas Lingkungan Hidup (Jauh Dari Jalan Raya)
- Lampiran 5. Hasil Uji Statistic
- Lampiran 6. Kondisi bangunan Dinas Perindustrian dan Perdagangan dan Dinas Lingkungan Hidup
- Lampiran 7. Desain Lokasi Dinas Perindustrian Dan Pedagangan dan Dinas Lingkungan Hidup
- Lampiran 8. Tabel Observasi Di Kantor Perindustrian Dan Perdagangan dan Kantor Dinas Lingkungan Hidup
- Lampiran 9. Ethical Clearance (Ec)
- Lampiran 10. Lembar Perbaikan Hasil Sidang Skripsi
- Lampiran 11. Lembar Bimbingan Skripsi