

**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN  
IoT *SMART WATER QUALITY SENSOR* UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DITINJAU DARI MOTIVASI DAN  
PENGETAHUAN AWAL PADA MATERI PENCEMARAN AIR**

**TESIS**

**Diajukan kepada Magister Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh  
Gelar Magister Pendidikan**



**Oleh:**

**FLAURENCIA IRENE MULYA IRAWATI**

**2108041010**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA  
2023**

# HALAMAN PERSETUJUAN

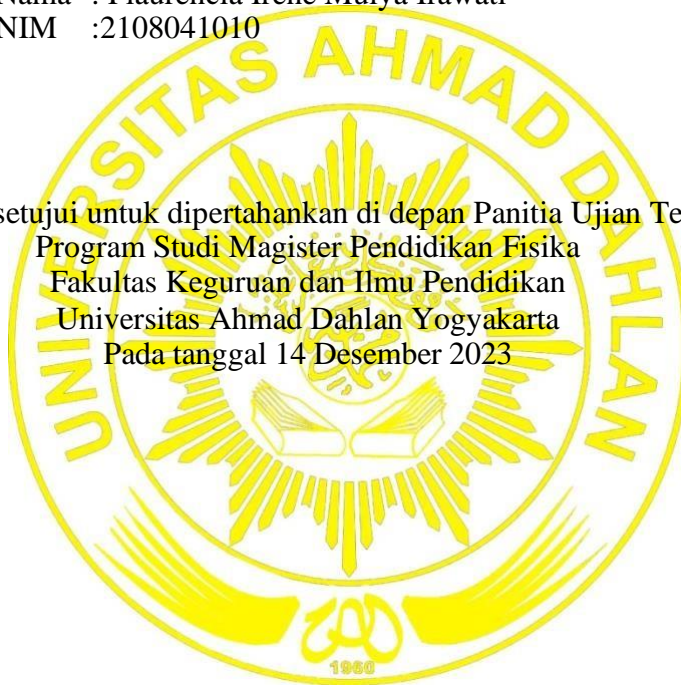
## TESIS

### **PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN IoT SMART WATER QUALITY SENSOR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DITINJAU DARI MOTIVASI DAN PENGETAHUAN AWAL PADA MATERI PENCEMARAN AIR**

Diajukan oleh:

Nama : Flaurencia Irene Mulya Irawati  
NIM : 2108041010

telah disetujui untuk dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis  
Program Studi Magister Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta  
Pada tanggal 14 Desember 2023



Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Dwi Sulisworo, M.T.  
NIPM. 19670514 199710 111 0839724

Yudhiakto Pramudya, Ph.D  
NIPM. 19801006 201305 111 1155929

# HALAMAN PENGESAHAN

## TESIS

### **PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN IoT *SMART WATER QUALITY* SENSOR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DITINJAU DARI MOTIVASI DAN PENGETAHUAN AWAL PADA MATERI PENCEMARAN AIR**

dipersiapkan dan disusun oleh

Flaurencia Irene Mulya Irawati

2108041010

telah dipertahankan di depan  
Panitia Ujian Tesis Program Studi Magister Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta  
Pada 14 Desember 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Magister Pendidikan

#### SUSUNAN PANITIA TESIS

Ketua : Prof. Dr. Dwi Sulisworo, M.T  
Sekretaris : Yhudiakto Pramudya, Ph.D  
Penguji I : Prof. Suparwoto, M.Pd  
Penguji II : Dr. Moh. Toifur, M.Si

Yogyakarta,  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Ahmad Dahlan  
Dekan

Muhammad Sayuti, S.Pd., M.Pd., M.Ed., Ph.D  
NIPM. 19710317 201601 1110763796

## Pernyataan Tidak Plagiat

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Flaurencia Irene Mulya Irawati  
NIM : 2108041010  
Email : flaurenciairenemulyairawati@gmail.com  
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Judul Tesis : Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Iot Smart Water Quality Sensor Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau Dari Motivasi Dan Pengetahuan Awal Pada Materi Pencemaran Air

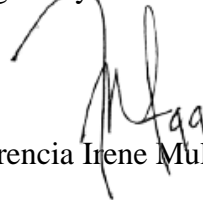
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian dan implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 27 Oktober 2023

Yang Menyatakan



Flaurencia Irene Mulya Irawati

## PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Flaurencia Irene Mulya Irawati  
NIM : 2108041010  
Email : flaurenciairenemulyairawati@gmail.com  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Program studi : Magister Pendidikan Fisika  
Judul tugas akhir : Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Iot  
Smart

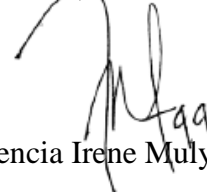
Water Quality Sensor Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir  
Kritis  
Ditinjau Dari Motivasi Dan Pengetahuan Awal Pada Materi  
Pencemaran  
Air

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut.

Saya (**mengijinkan**) karya tersebut diunggah ke dalam Repositroy Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 27 Oktober 2023

  
Flaurencia Irene Mulya Irawati

Mengetahui,  
Pembimbing I

Prof. Dr. Dwi Sulisworo, M.T  
NIPM. 19670514 199710 111 0839724

## MOTTO

*“Ikhtiar, doa, dan tawakal”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, tesis ini saya persembahkan untuk:

1. Diri saya sendiri yang telah berjuang dan berusaha selama ini dan sejauh ini. Terimakasih atas kerja keras dan kegigihannya telah berjuang dan bertanggung jawab atas apa yang sudah dipilih.
2. Keluarga tercinta, kedua orang tua saya Ummi Yetti Irawati dan Abi Ahmad Mulyadi yang telah memberikan kasih sayang, nasihat, dan do'a yang tidak pernah putus. Adik saya, Kevin Rizqy Mulya Irawati yang telah menjadi salah satu *support system*.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan IoT *Smart Water Quality Sensor* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Motivasi dan Pengetahuan Awal Pada Materi Pencemaran Air”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar magister pendidikan (M.Pd).

Penulis telah menerima banyak bantuan, saran, petunjuk, bimbingan, dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada,

1. Dr. Muchlas, M.T selaku rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di lembaga ini.
2. Muhammad Sayuti, S.Pd., M.Pd., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan, yang telah memfasilitasi perizinan penelitian kepada penulis sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan lancar tanpa suatu halangan yang berarti.
3. Dr. Moh. Toifur, M.Si. selaku ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan pengarahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan tesis.
4. Prof. Dr. Dwi Sulisworo, M.T. selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan waktu, pengarahan, ilmu, dorongan, dan bimbingan kepada penulis dalam penelitian dan penyusunan tesis.
5. Yudhiakto Pramudya, Ph.D. selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan waktu, bimbingan, arahan, dan masukan dalam proses penyusunan tesis.

Penulis memanjatkan doa dan rasa syukur, semoga jasa yang telah mereka berikan menjadi amal dan mendapat balasan yang jauh lebih baik. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 27 Oktober 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
G. Definisi Operasional.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	12
A. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu .....	12
B. Kajian Teori .....	15
1. Model Pembelajaran Berbasis Masalah.....	15
2. Kelebihan dan Kelemahan Model Pembelajaran Berbasis Masalah .....	17
3. IoT Smart Water Quality Sensor.....	18
4. Pencemaran Air.....	23
5. Kemampuan Berpikir Kritis.....	26
6. Motivasi Belajar.....	28
7. Pengetahuan Awal.....	29
8. Sintaks Model PBM Berbantuan IoT Smart Water Quality Sensor.....	30
9. Kerangka Berpikir.....	33
10. Hipotesis Penelitian.....	36
BAB III METODE PENELITIAN .....	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
B. Populasi dan Sampel Penelitian.....	37
C. Alat dan Bahan .....	37
1. Instrumen Perlakuan .....	38
2. Instrumen Pengukuran .....	39
D. Metode Penelitian .....	40
1. Rancangan Penelitian.....	40
2. Validitas Internal dan Eksternal.....	41
3. Pengumpulan Data.....	42
4. Analisis Data.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN BAHASAN .....	51
A. Hasil Penelitian.....	53
1. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	53
2. Deskripsi Data .....	55

3. Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata Kemampuan Awal Siswa.....	57
4. Hasil Uji Prasyarat.....	59
5. Hasil Uji Hipotesis.....	65
B. Bahasan.....	70
a. Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	72
b. Kontribusi Motivasi Belajar terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	76
c. Kontribusi Pengetahuan Awal terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	80
A. Simpulan .....	80
B. Keterbatasan Penelitian.....	80
C. Saran .....	81
DAFTAR PUSTAKA .....	82
LAMPIRAN.....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu .....	14
Tabel 2.2 Tahapan Pembelajaran Model PBM .....	17
Tabel 2.3 Indikator dan Perangkat Smart Water Quality Sensor .....	22
Tabel 2.4 Persyaratan Kualitas Air Bersih .....	24
Tabel 2.5 Penentuan Sistem Nilai Status Mutu Air .....	26
Tabel 2.6 Kualifikasi Kemampuan Berpikir Kritis .....	28
Tabel 2.7 Tahapan Model PBM Berbantuan IoT Smart Water Quality Sensor .....	32
Tabel 3.1 Kriteria Skor Angket .....	38
Tabel 3.2 Kriteria Uji Reliabilitas .....	39
Tabel 3.3 Desain Penelitian Pretest-Posttest One Group Only .....	40
Tabel 3.4 Kriteria Uji N-Gain .....	49
Tabel 3.5 Kriteria Nilai <i>Effect Size</i> .....	49
Tabel 4.1 Hasil Uji Validitas Instrumen .....	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Reliabilitas Soal <i>Pretest-Posttest</i> .....	55
Tabel 4.3 Deskripsi Nilai Motivasi Belajar Siswa .....	55
Tabel 4.4 Deskripsi Pengetahuan Awal Siswa .....	56
Tabel 4.5 Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis .....	57
Tabel 4.6 Perbedaan Hasil Rata-Rata Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	57
Tabel 4.7 Hasil Independent Sample Test .....	58
Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas Tes Pengetahuan Awal Siswa .....	59
Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas Tes Pengetahuan Awal Siswa .....	60
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Motivasi Belajar Siswa .....	61
Tabel 4.11 Hasil Uji Homogenitas Motivasi Belajar Siswa .....	62
Tabel 4.12 Hasil Uji Normalitas Posttest .....	63
Tabel 4.13 Hasil Uji Homogenitas Posttest .....	64
Tabel 4.14 Hasil Uji Ancova .....	65
Tabel 4.15 Hasil Uji N-Gain .....	66
Tabel 4.16 Hasil Uji R-Square .....	67
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan SE dan SR .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elektroda Kaca .....	20
Gambar 2.2 Tingkat Kekeruhan Air .....	21
Gambar 2.3 Diagram Sistem IoT Smart Water Quality Sensor.....	22
Gambar 4.1 Kegiatan Pengambilan Data dengan IoT <i>Smart Water Quality Sensor</i> .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 RPP kelas eksperimen .....	91
Lampiran 2 RPP kelas kontrol .....	96
Lampiran 3 Hasil validasi RPP .....	100
Lampiran 4 Hasil Validasi LKS .....	104
Lampiran 5 LKS .....	110
Lampiran 6 Kisi-kisi soal <i>pretest-posttest</i> .....	115
Lampiran 7 Hasil Validasi soal <i>pretest-posttest</i> .....	119
Lampiran 8 Soal <i>pretest-posttest</i> .....	128
Lampiran 9 Hasil Validasi angket motivasi belajar .....	130
Lampiran 10 Lembar angket motivasi belajar .....	134
Lampiran 11 Hasil nilai motivasi belajar siswa .....	135
Lampiran 12 Hasil nilai <i>pretest</i> .....	136
Lampiran 13 Hasil nilai <i>posttest</i> .....	137
Lampiran 14 Nilai ulangan harian siswa .....	138
Lampiran 15 Data perhitungan ANCOVA .....	139
Lampiran 16 Perhitungan Hasil Uji Validitas Instrumen .....	141
Lampiran 17 Uji normalitas dan homogenitas penilaian harian siswa .....	142
Lampiran 18 Perhitungan Effect Size .....	143
Lampiran 19 Perhitungan Sumbangan Efektif dan Sumbangan Relatif .....	144
Lampiran 20 Hasil pengerjaan <i>pretest</i> siswa .....	146
Lampiran 21 Hasil pengerjaan <i>posttest</i> siswa .....	148
Lampiran 22 Hasil pengerjaan angket motivasi belajar siswa .....	150
Lampiran 23 Hasil pengerjaan LKS kelas eksperimen .....	151
Lampiran 24 Lembar Observasi Keterlaksanaann Pembelajaran Kelas Eksperimen .....	153
Lampiran 25 Lembar Observasi Keterlaksanaann Pembelajaran Kelas Kontrol .....	155
Lampiran 26 Surat izin penelitian .....	157
Lampiran 27 Surat keterangan telah melakukan penelitian .....	158
Lampiran 28 Dokumentasi penelitian .....	159

Irawati, F.I.M. 2023. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Iot *Smart Water Quality Sensor* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau Dari Motivasi Dan Pengetahuan Awal Pada Materi Pencemaran Air. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.

## INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa yang belajar dengan model PBM berbantuan IoT *smart water quality sensor* dan siswa yang belajar dengan model PBM, (2) mengungkapkan hubungan antara motivasi belajar dan pengetahuan awal dengan kemampuan berpikir kritis siswa, dan (3) mengetahui besar kontribusi motivasi belajar dan pengetahuan awal terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, baik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode penelitian semu atau *quasi experimental design* dengan desain eksperimen *pretest-posttest control group design*. Penelitian dilakukan di MTs Muhammadiyah Karangakajen, Yogyakarta dengan populasinya adalah siswa kelas VII. Sebagai sampelnya adalah kelas VII A sebanyak 23 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas VII B sebanyak 22 siswa sebagai kelas kontrol yang dipilih secara *random sampling* dengan teknik undian. Siswa pada kelas eksperimen dibelajarkan dengan model PBM berbantuan IoT *smart water quality sensor* dan siswa kelas kontrol dibelajarkan dengan model PBM konvensional. Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan yaitu perencanaan, observasi, dan analisis data. Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik Ancova dengan 2 kovariat untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada kedua kelas. Kemudian untuk mengetahui efektifitas dari model pembelajaran yang diterapkan dilakukan perhitungan terhadap nilai N-Gain dan untuk mengetahui besar ukuran efek dari model yang diterapkan pada kelas eksperimen dilakukan perhitungan *effect size*. Untuk mengungkap hubungan antara motivasi belajar dan pengetahuan awal dengan kemampuan berpikir kritis dideskripsikan dengan indeks regresi dan mengungkapkan sumbangan ke dua variabel tersebut terhadap kemampuan berpikir kritis, baik secara bersama-sama dan sendiri-sendiri dengan dasar perhitungan koefisien determinasi

Hasil penelitian menyimpulkan dengan nilai signifikansi sebesar  $0,001 < 0,05$  yang dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil perhitungan uji N-Gain pada kelas eksperimen didapatkan sebesar 44,94% yaitu efektifitas sedang dan kelas kontrol sebesar 27,14% yaitu efektifitas rendah. Selanjutnya hasil dari uji *effect size* didapatkan nilai 0,711 yang berarti perlakuan pada kelas eksperimen memberikan efek yang sedang. Hubungan antara motivasi belajar dan pengetahuan awal dengan kemampuan berpikir kritis dinyatakan dengan  $R_{Y(1,2)}$  sebesar 0,68, sehingga besar koefisien determinasi  $R^2_{Y(1,2)} = 0,462$  sehingga secara bersama-sama sumbangan kovariat terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 46,2%. Selanjutnya sumbangan efektif dan relatif dari motivasi dan pengetahuan awal terhadap kemampuan berpikir kritis siswa berturut-turut adalah sebesar 22,7% dan 49% dan 23,5% dan 51%.

**Kata kunci:** IoT Smart Water Quality Sensor, Kemampuan Berpikir Kritis, Model PBM, Motivasi, Pengetahuan Awal

Irawati, F.I.M. 2023. Application of Problem-Based Learning Model Assisted by IoT Smart Water Quality Sensor to Improve Critical Thinking Skills in Terms of Motivation and Prior Knowledge on Water Pollution Material. *Thesis*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan

### ABSTRACT

The purpose of this research are to: 1) assess the difference in critical thinking abilities between students utilizing the PBL model assisted by IoT smart water quality sensors and those using only the PBL model, 2) determine the combined contribution of learning motivation and prior knowledge to students' critical thinking abilities, and 3) understand the individual contributions of learning motivation and prior knowledge to students' critical thinking abilities.

The research employed a quasi-experimental design with a pretest-posttest control group, conducted at MTs Muhammadiyah Karangajen, Yogyakarta. The population comprised class VII students, with class VII A (23 students) as the experimental group and class VII B (22 students) as the control group, selected through random sampling. The experimental class received instruction with the PBL model assisted by IoT smart water quality sensors, while the control class was taught using only the PBL model. The study encompassed three stages: planning, observation, and data analysis. Ancova was utilized to determine differences in critical thinking abilities between the two classes. The effectiveness of the learning model was assessed using N-Gain values, and the effect size measured the impact of the applied model in the experimental class. To determine the contribution of learning motivation and prior knowledge to critical thinking abilities, both collectively and individually, R square values, effective contribution, and relative contribution were calculated.

Ancova results indicated a significant difference ( $p$ -value of  $0.001 < 0.05$ ) in critical thinking abilities between the experimental and control groups. N-Gain test results showed medium effectiveness (44.94%) in the experimental class and low effectiveness (27.14%) in the control class. Additionally, the effect size test yielded a value of 0.711, indicating a moderate effect of the treatment in the experimental class. The relationship between learning motivation and prior knowledge with critical thinking skills is expressed by  $R_{Y(1,2)}$  at 0.68, resulting in a combined impact on students' critical thinking skills, with  $R^2_{y(1,2)} = 0.462$ , accounting for 46.2%. Meanwhile, the effective contribution and relative contribution of learning motivation were 22,7% and 49%, respectively, and the effective contribution and relative contribution of prior knowledge were 23,5% and 51%.

**Keyword:** IoT Smart Water Quality Sensor, Critical Thinking Abilities, PBL Model, Motivation, Prior Knowledge