

**RANCANG BANGUN EXTENSION VS CODE UNTUK
CODEIGNITER *AUTOMATED UNIT TESTING*
GENERATOR DENGAN INTEGRASI AI**

TUGAS AKHIR



DISUSUN OLEH :

MAULANA YUSUF AHMADI

NIM. 21106050011

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1092/Un.02/DST/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Extension VS Code untuk CodeIgniter Automated Unit Testing Generator Dengan Integrasi AI

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAULANA YUSUF AHMADI
Nomor Induk Mahasiswa : 21106050011
Telah diujikan pada : Selasa, 03 Juni 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Muhammad Galih Wonoseto, M.T.
SIGNED

Valid ID: 6847ac99b01b9



Penguji I

Dr. Ir. Aulia Faqih Rifa'i, M.Kom.
SIGNED

Valid ID: 684cc4532ce30



Penguji II

Nia Maharani Raharja, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 6847ca7399bb1



Yogyakarta, 03 Juni 2025

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Iij. Khorul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68489705ced0

LEMBAR PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Yusuf Ahmadi
NIM : 21106050011
Program Studi : Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “Rancang Bangun *Extension* VS Code untuk CodeIgniter *Automated Unit Testing Generator* dengan Integrasi AI” merupakan hasil karya saya sendiri, tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Berdasarkan pernyataan tersebut, Tugas Akhir ini saya ajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yogyakarta, 23 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



Maulana Yusuf Ahmadi

NIM. 21106050011

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga FM-



UINSK-BM-05-02/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalammu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Maulana Yusuf Ahmadi

NIM : 21106050011

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Extension* VS Code untuk CodeIgniter *Automated Unit Testing Generator* dengan Integrasi AI

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Informatika.

Dengan ini kami mengharap agar tugas akhir Saudara dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalammu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 26 Mei 2025

Pembimbing

Muhammad Galih Wonoseto, M.T.

NIP. 199011132019031012

INTISARI

Dengan semakin kompleksnya perangkat lunak modern, pengujian perangkat lunak menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa aplikasi berkualitas. Penelitian ini mengembangkan ekstensi Visual Studio Code untuk menghasilkan *unit test* otomatis pada CodeIgniter 4 dengan integrasi AI, guna mengatasi tantangan efisiensi pengujian yang dihadapi *developer*. Menggunakan metode *Extreme Programming*, ekstensi ini menggabungkan pendekatan berbasis AI dan *template fallback*, mampu menganalisis kode *controller*, menghasilkan *controller unit test*, serta terintegrasi dengan PHPUnit untuk eksekusi pengujian. Hasil pengujian menunjukkan ekstensi berhasil mengurangi waktu pembuatan *test* dan memperoleh skor UAT 72%, meskipun masih terbatas pada CodeIgniter 4 dan pengujian level *controller*, dengan rencana pengembangan ke depan mencakup dukungan untuk *model*.

Kata kunci: *Unit testing*, CodeIgniter, *Extension*, GitHub Copilot



ABSTRACT

With the increasing complexity of modern software, software testing has become very important to ensure that applications are of high quality. This research develops a Visual Studio Code extension to generate automated unit tests on CodeIgniter 4 with AI integration, to address the testing efficiency challenges faced by developers. Using the Extreme Programming method, this extension combines AI-based approaches and fallback templates, is able to analyze controller code, generate controller unit tests, and integrate with PHPUnit for test execution. Test results showed that the extension successfully reduced test generation time and achieved a UAT score of 72%, although it is still limited to CodeIgniter 4 and controller-level testing, with future development plans including support for models.

Keyword: *Unit testing, CodeIgniter, Extension, GitHub Copilot*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,”

QS. Al-Insyirah 94: Ayat 5

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا... ﴿٢٨٦﴾

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

QS. Al-Baqarah 2: Ayat 286



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, hal utama bagi penulis adalah meniatkannya *lillahi ta'ala*. Dengan niat itu pula penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan mempersembahkannya khusus untuk:

Kedua Orang Tua Tercinta, ***Bapak Warsono*** dan ***Ibu Suprapti***,

Adik saya, Laras Rahmadani,

Semua orang yang Pernah Membuat Saya dari

Tidak Tahu menjadi Tahu

Almamater Tercinta

Program Studi Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini tidak dipublikasikan, tetapi tersedia di perpustakaan dalam lingkungan UIN Sunan Kalijaga, yang diperkenankan dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun, dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebiasaan ilmiah. Dokumen Tugas Akhir ini merupakan hak milik UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, penulis menyampaikan rasa syukur yang mendalam kepada Allah *Subhanahu wata’ala* atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun Extension VS Code Untuk CodeIgniter Automated *Unit* Testing Generator Dengan Integrasi AI".

Tugas akhir ini merupakan hasil dari proses yang panjang dan menantang, yang menguji ketekunan, konsistensi, serta semangat belajar penulis. Segala pencapaian dalam proses ini tidak lepas dari bimbingan, doa, dan dukungan banyak pihak yang telah memberikan kontribusi berarti, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Muhammad Mustakim, S.T. M.T., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
4. Bapak Muhammad Didik Rohmad Wahyudi, S.T., M.T., selaku dosen penasihat akademik yang telah membimbing penulis selama masa studi.
5. Bapak Muhammad Galih Wonoseto, M.T., selaku pembimbing tugas akhir yang dengan sabar memberikan arahan, masukan, dan dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Informatika UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Warsono dan Ibu Suprapti, atas segala doa, kasih sayang, serta dukungan yang tak pernah henti hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan tinggi ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan Informatika angkatan 2021 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis, khususnya dalam memberikan semangat dan kebersamaan selama kuliah.

9. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada satu sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang laki-laki sederhana dengan impian yang tinggi, namun seringkali sulit ditebak isi pikiran dan hati. Terima kasih kepada penulis skripsi yaitu diriku sendiri, Maulana Yusuf Ahmadi. Anak pertama yang baru saja menginjak usia 22 tahun. Terima kasih telah turut hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan yang semesta hadirkan. Terima kasih karena tetap berani menjadi dirimu sendiri. Aku bangga atas langkah kecil yang kau ambil, atas semua pencapaian yang mungkin tak selalu dirayakan orang lain. Walau terkadang harapanmu tidak sesuai dengan apa yang semesta berikan, teteplah belajar menerima dan mensyukuri apapun yang kamu dapatkan. Jangan lelah untuk tetap berusaha, berbahagialah dimanapun kamu berada. Aku berdoa, semoga langkah dari kakimu selalu diperkuat, dikelilingi oleh orang-orang yang hebat, serta mimpimu itu persatu akan terjawab.

Tugas akhir ini pasti tidak terlepas dari kekurangan kualitas maupun kuantitas materi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat dikembangkan untuk kedepannya.

Yogyakarta, 26 Agustus 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Maulana Yusuf Ahmadi

NIM. 21106050011

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Unit Testing</i>	3
2.2 <i>Framework CodeIgniter</i>	3
2.3 Bahasa Pemrograman Typescript.....	4
2.4 <i>Extension</i> Visual Studio Code	5
2.5 Github Copilot	6
2.6 Analisis <i>Extension</i> Serupa	7
BAB III METODE PENGEMBANGAN SISTEM	10
3.1 Alat dan Bahan	10

3.2 Metode Pengembangan	10
3.3 Penjadwalan Proyek	13
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	14
4.1 Perencanaan (<i>Planning</i>)	14
4.1.1 <i>User Stories</i>	14
4.1.2 <i>Acceptance Criteria</i>	15
4.1.3 <i>Iteration Plan</i>	16
4.2 Perancangan (<i>Desain</i>).....	17
4.2.1 <i>Design</i> iterasi 1	17
4.2.2 <i>Design</i> iterasi 2	24
4.2.3 <i>Design</i> iterasi 3	25
4.3 Implementasi (<i>Coding</i>)	26
4.3.1 <i>Coding</i> iterasi 1	27
4.3.2 <i>Coding</i> iterasi 2	30
4.3.3 <i>Coding</i> iterasi 3	33
4.4 Pengujian (<i>Testing</i>)	36
4.4.1 <i>Blackbox Testing</i>	36
4.4.2 Pengujian Hasil <i>Output</i>	38
4.4.3 <i>Acceptance Testing</i>	39
4.5 Panduan Pengguna.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2.1 Tahapan Metode <i>Extreme Programming</i>	11
Gambar 4.2.1 <i>Class Responsibility Collaborator Card</i>	18
Gambar 4.2.2 <i>Activity Diagram</i>	20
Gambar 4.2.3 <i>Activity Diagram Install PHPUnit</i>	21
Gambar 4.2.4 <i>Activity Diagram Generate Test</i>	22
Gambar 4.2.5 <i>Activity Diagram Generate Test Suite</i>	23
Gambar 4.2.6 <i>Activity Diagram Run Test</i>	24
Gambar 4.2.7 <i>Activity Diagram Generate Test with AI</i>	25
Gambar 4.2.8 <i>Wireframe Extension</i>	26
Gambar 4.3.1 <i>Command VS Code</i>	28
Gambar 4.3.2 <i>Interface ClassInfo</i>	29
Gambar 4.3.3 Contoh Hasil <i>ClassInfo</i>	29
Gambar 4.3.4 <i>Warning message</i>	30
Gambar 4.3.5 <i>Generate Test UI</i>	33
Gambar 4.3.6 <i>Select File Dialog</i>	34
Gambar 4.3.7 <i>Select Folder Dialog</i>	34
Gambar 4.3.8 Notifikasi Operasi yang Berjalan	34
Gambar 4.3.9 Mengubah <i>Directory Input</i>	35
Gambar 4.3.10 Memilih Model AI	35
Gambar 4.3.11 Memilih Bahasa	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.3.1 Penjadwalan Proyek	13
Tabel 4.1.1 <i>Acceptance Criteria</i>	15
Tabel 4.4.1 <i>Black Box Testing</i>	37
Tabel 4.4.2 Pengujian <i>Template-based</i>	39
Tabel 4.4.3 Pengujian <i>AI-based</i>	39
Tabel 4.4.4 Bobot Penilaian Skala <i>Likert</i>	40
Tabel 4.4.5 <i>User Acceptance Testing</i>	41
Tabel 4.4.6 Evaluasi fungsionalitas ekstensi	42
Tabel 4.4.7 Evaluasi kinerja ekstensi	42
Tabel 4.4.8 Evaluasi pengalaman dan tampilan antarmuka ekstensi	42
Tabel 4.4.9 Evaluasi efisiensi dan produktivitas	43
Tabel 4.4.10 Interpretasi Skor	43
Tabel 4.4.11 Fungsionalitas ekstensi	43
Tabel 4.4.12 Evaluasi kinerja ekstensi	44
Tabel 4.4.13 Evaluasi pengalaman dan tampilan antarmuka ekstensi	44
Tabel 4.4.14 Evaluasi efisiensi dan produktivitas	45
Tabel 4.4.15 Hasil akhir perhitungan UAT	45

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyaknya teknologi yang berkembang saat ini menjadikan perangkat lunak sebagai bagian penting dalam berbagai aspek kehidupan, seperti pendidikan, bisnis, dan hiburan. Perangkat lunak tidak hanya membantu meningkatkan produktivitas, tetapi juga memudahkan kita dalam mengelola informasi dan menyelesaikan berbagai tugas dengan lebih efisien. Dengan semakin kompleksnya perangkat lunak modern, pengujian perangkat lunak menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa aplikasi berkualitas, dapat diandalkan, dan aman sebelum digunakan oleh pengguna[1].

Pengujian perangkat lunak adalah langkah penting dalam proses pengembangan aplikasi yang bertujuan untuk memastikan produk berkualitas dan dapat diandalkan sebelum diluncurkan[1]. Namun, berdasarkan wawancara dengan 4 pengembang CodeIgniter Pusat Teknologi Informasi dan Pangkalan Data, mereka masih belum mengimplementasikan *unit testing* dalam pengembangan aplikasi dikarenakan oleh keterbatasan waktu. Akibatnya, banyak aplikasi yang dikembangkan tanpa pengujian yang cukup, sehingga meningkatkan risiko adanya *bug* yang tidak terdeteksi sebelum aplikasi dirilis.

Tren industri kini telah bergerak ke pengujian berbasis *Artificial Intelligence*. Menurut laporan Capgemini *World Quality Report 2023-2024*, 65% organisasi menganggap pengujian otomatis berbasis AI dapat meningkatkan produktivitas mereka[2]. Kemudian pada penelitian terbaru oleh Yuan et al. (2024) menunjukkan bahwa 57.9% *unit test* yang dihasilkan ChatGPT gagal dikompilasi, dan hanya 24.8% yang berhasil dieksekusi dengan benar[3]. Meskipun *test* yang berhasil memiliki cakupan dan *readability* setara dengan *test* manual. Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan solusi otomatisasi *testing* yang memadukan AI dengan pemahaman konteks spesifik *framework* seperti CodeIgniter. Integrasi AI dalam pengujian otomatis menawarkan solusi yang dapat mengatasi tantangan

tersebut. Dengan menggunakan model bahasa generatif, ekstensi yang dirancang dapat secara otomatis membuat *unit test* berdasarkan kode yang ada, sehingga meningkatkan akurasi dan kecepatan pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Visual Studio Code untuk CodeIgniter *Automation Testing Generator* dengan integrasi AI. Alat ini diharapkan dapat membantu pengembang dalam menghasilkan *unit test* otomatis, meningkatkan kualitas pengujian, dan mempercepat proses pengembangan perangkat lunak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “Bagaimana merancang dan membangun *extension* Visual Studio Code yang dapat membantu pembuatan *unit testing* pada Pusat Teknologi Informasi dan Pangkalan Data UIN Sunan Kalijaga?”

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah tersebut, tujuan yang ingin dicapai adalah merancang dan membangun *extension* VS Code yang dapat menghasilkan *unit test* dari kode program *framework* CodeIgniter dengan memanfaatkan model bahasa *generative* AI.

1.4 Manfaat

Hasil dari rancang bangun ini diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat sebagai berikut:

1. Membantu *developer* dalam menghasilkan *unit test*, sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi resiko kesalahan manusia.
2. Meningkatkan kualitas aplikasi yang dikembangkan dengan memastikan cakupan pengujian yang memadai.
3. Menyediakan alat bantu yang dapat diintegrasikan dengan VS Code, sehingga memudahkan *developer* dalam membuat *unit test*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Rancang bangun *Extension CodeIgniter 4 Unit Test Generator* telah berhasil dikembangkan dengan menerapkan metode *Extreme Programming (XP)* yang mengutamakan siklus pengembangan pendek dan adaptif. Pendekatan ini memungkinkan untuk secara cepat mengimplementasikan fitur-fitur inti seperti analisis kode, *generasi unit test* berbasis AI, dan eksekusi pengujian terintegrasi. Ekstensi ini dirancang dengan antarmuka yang intuitif dalam lingkungan Visual Studio Code, menyediakan akses mudah melalui *command palette*, sehingga memangkas kompleksitas dalam proses pembuatan *unit test* bagi pengembang CodeIgniter 4.

Hasil pengujian menggunakan metode *User Acceptance Testing (UAT)* didapatkan nilai rata-rata sebesar 72% sehingga ekstensi ini berhasil diimplementasikan tanpa adanya kendala dalam hal fungsionalitas ekstensi, kinerja ekstensi, tampilan antarmuka ekstensi, serta efisiensi dan produktivitas ekstensi.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan ekstensi di masa yang akan datang antara lain:

1. Menambah dukungan untuk CodeIgniter 3.
2. Menambahkan dukungan untuk pembuatan *unit test* pada *model*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. R. Devi, “Importance of *Testing* in Software Development Life Cycle,” *Int J Sci Eng Res*, vol. 3, no. 5, 2012, [Online]. Available: <http://www.ijser.org>
- [2] Capgemini, Sogeti, and Micro Focus, “World Quality Report,” 2023. [Online]. Available: www.worldqualityreport.com
- [3] Z. Yuan *et al.*, “Evaluating and Improving ChatGPT for *Unit Test* Generation,” *Proceedings of the ACM on Software Engineering*, vol. 1, no. FSE, pp. 1703–1726, Jul. 2024, doi: 10.1145/3660783.
- [4] CodeIgniter Foundation, “Welcome to CodeIgniter.” Accessed: Apr. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.codeigniter.com/userguide3/general/welcome.html>
- [5] Microsoft, “Why Create TypeScript.” Accessed: Apr. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.typescriptlang.org/why-create-typescript/>
- [6] J. Tan, Y. Chen, and S. Jiao, “Visual Studio Code in Introductory Computer Science Course: An Experience Report,” Mar. 2023.
- [7] Microsoft, “VS Code Documentation.” Accessed: Apr. 09, 2025. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs/>
- [8] “VS Code Marketplace,” Microsoft.
- [9] B. Yetistiren, I. Ozsoy, and E. Tuzun, “Assessing the quality of GitHub copilot’s code generation,” in *PROMISE 2022 - Proceedings of the 18th International Conference on Predictive Models and Data Analytics in Software Engineering, co-located with ESEC/FSE 2022*, Association for Computing Machinery, Inc, Nov. 2022, pp. 62–71. doi: 10.1145/3558489.3559072.
- [10] N. Nguyen and S. Nadi, “An Empirical Evaluation of GitHub Copilot’s Code Suggestions,” in *Proceedings - 2022 Mining Software Repositories Conference, MSR 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 1–5. doi: 10.1145/3524842.3528470.
- [11] V. Joshi and I. Band, “Disrupting *Test* Development with AI Assistants: Building the Base of the *Test* Pyramid with Three AI Coding Assistants,” Oct. 28, 2024. doi: 10.36227/techrxiv.173014488.82191966/v1.
- [12] A. Shrivastava, I. Jaggi, N. Katoch, D. Gupta, and S. Gupta, “A Systematic Review on Extreme Programming,” in *Journal of Physics: Conference*

Series, IOP Publishing Ltd, Jul. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1969/1/012046.

- [13] A. Restu Mukti, C. Mukmin, E. Randa Kasih, D. Palembang Jalan Jenderal Ahmad Yani No, S. I. Ulu, and S. Selatan, “Perancangan Smart Home Menggunakan Konsep Internet of Things (IOT) Berbasis Microcontroller,” Bulan Oktober, 2022.
- [14] S. Al-Saqqa, S. Sawalha, and H. Abdelnabi, “Agile software development: Methodologies and trends,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, no. 11, pp. 246–270, 2020, doi: 10.3991/ijim.v14i11.13269.
- [15] [UML.org](https://www.uml.org/what-is-uml.htm), “What is UML.” Accessed: May 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.uml.org/what-is-uml.htm>
- [16] GeeksforGeeks, “Class-Responsibility-Collaboration Card.” Accessed: May 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/class-responsibility-collaboration-card/>
- [17] GeeksforGeeks, “Activity Diagrams – Unified Modeling Language (UML).” Accessed: May 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-activity-diagrams/>
- [18] Figma, “What is Wireframing?” Accessed: May 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.figma.com/resource-library/what-is-wireframing/>
- [19] Microsoft, “Webview API.” Accessed: May 10, 2025. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/api/extension-guides/webview>
- [20] Rahman Abdillah, Rudi Hermawan, Wawan Hermawansyah, Ibnu Adkha, and Heri Arifin, “Pengujian Perangkat Lunak Sistem Informasi Inventori pada Usaha Jasa Pengiriman Paket,” *Polygon : Jurnal Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 2, no. 4, pp. 166–175, Jul. 2024, doi: 10.62383/polygon.v2i4.199.
- [21] Aliyah Aliyah, Nahrin Hartono, and Asrul Azhari Muin, “Penggunaan User Acceptance Testing (UAT) Pada Pengujian Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan Dan Inventaris Barang,” *Switch : Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 84–100, Dec. 2024, doi: 10.62951/switch.v3i1.330.