

pi

Prof. Dr. Drs. Kadir, M.Pd.  
Dr. Tita Khalis Maryati, S.Si., M. Kom.  
Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.



# RBL-STEM dan *Conjecturing*

Inovasi Pengubinan dengan Pewarnaan  
Antimagic Lokal

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

**RBL-STEM DAN CONJECTURING**  
**INOVASI PENGUBINAN DENGAN PEWARNAAN**  
***ANTIMAGIC LOKAL***

**Prof. Dr. Drs. Kadir., M.Pd.**  
**Dr. Tita Khalis Maryati, S.Si., M.Kom.**  
**Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.**

Publica Indonesia Utama

2026

---

\*\*\*

Perpustakaan Nasional RI. Katalog dalam Terbitan (KDT)

x + 173 Hlm; 15,5 X 23 cm

**ISBN: 978-634-7673-23-7**

Cetakan Pertama, Maret 2026

**RBL-STEM dan *Conjecturing***

**Inovasi Pengubinan dengan Pewarnaan *Antimagic* Lokal**

Penulis : Prof. Dr. Drs. Kadir, M.Pd.  
Dr. Tita Khalis Maryati, S.Si., M.Kom.  
Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Penyunting : Rania Ninanta Marito

Penata Halaman : Eka Tresna Setiawan

Desain Cover : Tim Kreatif Publica

copyrights © 2026

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang

*All rights reserved*

Diterbitkan oleh:

Publica Indonesia Utama, Anggota IKAPI DKI Jakarta 611/DKI/2022

18 Office Park 10th A Floor Jl. TB Simatupang No 18, Kel. Kebagusan, Kec. Pasar

Minggu Kota Adm. Jakarta Selatan, Prov. DKI Jakarta

publicaindonesiautama@gmail.com

## KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrohiim,

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan taufik-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku referensi ini. Selawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan alam, Nabi Besar Muhammad Saw, beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh umat beliau hingga akhir zaman.

Buku referensi ini merupakan sintesis dan konstruksi inovatif dari hasil-hasil penelitian penulis dalam bidang pembelajaran, pengembangan desain didaktis, pengembangan asesmen literasi, dan keterampilan berpikir matematis, serta pengembangan perangkat model *Research Based Learning* dengan pendekatan STEM (RBL-STEM). Secara spesifik, buku ini mengkaji penerapan model RBL-STEM pada masalah pengubinan *paving block* dengan teknik pewarnaan *antimagic* lokal sebagai upaya untuk mengembangkan keterampilan berpikir konjektur mahasiswa.

Secara garis besar, buku ini memuat teori dan implementasi yang mendeskripsikan secara komprehensif proses validasi, uji efektivitas, telaah kepraktisan, serta kebermaknaan perangkat model RBL-STEM dalam mengembangkan keterampilan konjektur mahasiswa. Perangkat yang dikembangkan meliputi: prototipe model RBL-STEM, rancangan pembelajaran (RPS), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan instrumen tes keterampilan konjektur (*conjecturing*).

Buku ini terdiri atas sembilan bab yang disusun secara sistematis sebagai berikut.

*Bagian Pertama* (Pendahuluan), menguraikan rasional RBL-STEM sebagai model pembelajaran alternatif, fokus pembahasan, formulasi masalah, serta maksud dan manfaat penulisan.

*Bagian Kedua*, membahas proses konjektur (*conjecturing*), meliputi definisi konjektur, keterkaitan antara konjektur dan pemecahan masalah, hubungan konjektur dengan penalaran induktif

dan penalaran analogi, serta tahapan dan indikator keterampilan konjektur.

*Bagian Ketiga*, menguraikan anatomi model *Research Based Learning* (RBL), mencakup definisi model pembelajaran, definisi RBL, serta tahapan atau sintaks RBL.

*Bagian Keempat*, menguraikan pendekatan STEM, meliputi definisi STEM dan Pendidikan STEM, model dan pendekatan pembelajaran STEM, serta tahapan dan proses pembelajaran berbasis STEM.

*Bagian Kelima*, membahas konsep pengubinan *paving block* dan teknik pewarnaan *antimagic* lokal, mencakup konsep dasar pengubinan (*tessellation*), definisi *paving block*, serta konsep pewarnaan *antimagic* lokal (*local antimagic coloring*).

*Bagian Keenam*, menguraikan metodologi pengembangan desain model RBL-STEM, meliputi metode pengembangan, tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), pengembangan prototipe perangkat (*develop*) dalam sintaks model RBL-STEM, subjek uji coba, desain eksperimen RBL-STEM, teknik dan instrumen pengumpulan data, serta teknik analisis data untuk menilai kevalidan, keefektifan, kepraktisan, dan kebermaknaan perangkat model RBL-STEM yang dikembangkan.

*Bagian Ketujuh*, memaparkan secara rinci hasil pengembangan perangkat model RBL-STEM pada masalah pengubinan *paving block* dengan teknik pewarnaan *antimagic* lokal. Bagian ini mendeskripsikan hasil pada setiap tahap pengembangan, yaitu tahap pendefinisian, tahap perancangan, dan tahap pengembangan.

*Bagian Kedelapan*, membahas capaian keterampilan konjektur mahasiswa sebagai tolok ukur efektivitas implementasi perangkat model RBL-STEM. Pembahasan meliputi deskripsi capaian keterampilan konjektur mahasiswa sebelum dan setelah intervensi perangkat serta potret fase (*phase portrait*) keterampilan konjektur mahasiswa.

*Bagian Kesembilan (Penutup)*, menyajikan simpulan terkait kevalidan perangkat model RBL-STEM yang dikembangkan, bukti empiris efektivitas peningkatan keterampilan konjektur mahasiswa setelah intervensi perangkat, serta kontribusi teoretis dan praktis sintaks RBL-STEM yang sistematis yang tercermin dalam potret fase keterampilan konjektur mahasiswa.

Penulis secara khusus menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Bapak Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua PUI-PT Kombinatorika dan Graf CGANT Universitas Jember, atas perhatian, kerja sama, gagasan, serta bimbingan yang telah membelajarkan penulis dalam tim penelitian kolaborasi antara perguruan tinggi yang diinisiasi oleh tim dosen Program Pendidikan Matematika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta pada tahun 2022.

Buku referensi ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan ajar untuk mengembangkan keterampilan berpikir matematis mahasiswa di perguruan tinggi maupun peserta didik di sekolah, melalui pengembangan pembelajaran berbasis penelitian pada berbagai materi, dan konsep matematika.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan isi buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini memberikan manfaat dan menjadi bagian dari ikhtiar untuk mengembangkan keterampilan berpikir matematis generasi bangsa melalui inovasi pembelajaran.

Jakarta, Maret 2026

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Prof. Asep Saepudin Jahar, M.A., Ph.D.
2. Pusat Penelitian dan Penerbitan, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PUSLITPEN-LP2M) UIN Syarif Hidayatullah Jakarta atas Hibah Penelitian Kolaborasi Antar Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2022.
3. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
4. Ketua dan Sekretaris Program Studi Pendidikan Matematika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
5. Validator perangkat pembelajaran model RBL-STEM, di antaranya Yth., Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., Dr. Ika Hesti Agustin, S. Si., M. Si., Dr. Gelar Dwirahayu, M.Pd., Zainur Rasyid Ridlo, S. Pd., M. Pd., Ahdatu Uli Khikamil M, S. Pd., M. Biotek., Diah Purnamasari, S.Pd., Widyatma Al Fathan Satrio, S.Pd., Kiki Rizki Amalia, S.Pd., dan Fathul Kholishah, S. Pd.
6. Mahasiswa yang telah terlibat sebagai tim implementasi perangkat model RBL-STEM yang dikembangkan serta menjadi tim survei dalam penelitian bersama penulis, khususnya kepada Yessi Alpian dan Jihan Amira Fadhilah.

Jakarta, Maret 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Balik Judul .....	iii
Kata Pengantar.....	v
Ucapan Terima Kasih .....	viii
Daftar Isi.....	ix
<b>Bab I</b>	
<b>Pendahuluan</b> .....	1
A. Rasional .....	1
B. Fokus Pembahasan .....	13
C. Formulasi Masalah.....	14
D. Maksud dan Manfaat .....	15
<b>Bab II</b>	
<b>Proses Konjektur (<i>Conjecturing</i>)</b> .....	17
A. Definisi Konjektur ( <i>Conjecturing</i> ).....	17
B. Konjektur dan Pemecahan Masalah.....	19
C. Konjektur dan Penalaran Induktif .....	21
D. Konjektur dan Penalaran Analogi.....	23
E. Tahapan dan Indikator Konjektur.....	24
<b>Bab III</b>	
<b>Model <i>Research Based Learning</i> (RBL)</b> .....	31
A. Definisi Model Pembelajaran.....	31
B. Definisi <i>Research Based Learning</i> (RBL).....	33
C. Tahapan <i>Research Based Learning</i> (RBL) .....	38
<b>Bab IV</b>	
<b>Pendekatan STEM</b> .....	49
A. Definisi STEM dan Pendidikan STEM .....	49
B. Model-Model Pembelajaran STEM .....	54
C. Tahapan dan Proses STEM .....	59
<b>Bab V</b>	
<b>Pengubinan <i>Paving Block</i> dan Teknik Pewarnaan <i>Antimagic Lokal</i></b> .....	63
A. Konsep Pengubinan.....	63

B. Paving Block.....	65
C. Konsep Pewarnaan Lokal <i>Antimagic</i> .....	70
<b>Bab VI</b>	
<b>Metodologi Pengembangan Desain Model RBL-STEM.....</b>	<b>81</b>
A. Metode Pengembangan Model RBL-STEM .....	81
B. Model Pengembangan RBL-STEM .....	82
C. Subjek Intervensi Model RBL-STEM .....	94
D. Disain Eksperimen Model RBL-STEM.....	95
E. Teknik Pengumpulan Data .....	96
F. Instrumen Pengumpulan Data .....	96
G. Teknik Analisis Data .....	101
<b>Bab VII</b>	
<b>Pengembangan Perangkat Model RBL-STEM pada Masalah</b>	
<b>Pengubinan <i>Paving Blok</i> dengan Teknik Pewarnaan <i>Anti Magic</i></b>	
<b>Lokal .....</b>	<b>107</b>
A. Deskripsi Hasil Tahap <i>Define</i> (Pendefinisian) .....	107
B. Deskripsi Hasil Tahap <i>Design</i> (Perancangan) .....	117
C. Deskripsi Hasil Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan) .....	132
D. Deskripsi Hasil Tahap <i>Disseminate</i> (Penyebaran).....	136
<b>Bab VIII</b>	
<b>Capaian Keterampilan Konjektur Mahasiswa .....</b>	<b>141</b>
A. Keterampilan Konjektur Mahasiswa Sebelum Intervensi Model	
RBL-STEM.....	141
B. Keterampilan Konjektur Mahasiswa Setelah Intervensi Model	
RBL-STEM.....	145
C. Potret Fase Keterampilan Konjektur Mahasiswa .....	148
<b>Bab IX</b>	
<b>Penutup .....</b>	<b>157</b>
A. Simpulan.....	157
B. Rekomendasi .....	158
Daftar Pustaka.....	161
Profil Penulis.....	171

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Rasional

Di tengah krisis iklim dan degradasi lingkungan yang semakin mengkhawatirkan, industri konstruksi ditantang untuk bermetamorfosis dari sekadar pemburu keuntungan menjadi garda terdepan pembangunan berkelanjutan. Di sinilah *paving block* atau yang kerap disebut bata beton terkunci, muncul bukan sekadar sebagai material pelengkap, melainkan sebagai solusi cerdas bagi infrastruktur masa depan yang ramah lingkungan dan berdaya tahan tinggi.

Secara teknis, *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidraulis, air, dan agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Karakteristiknya yang hampir mendekati mortar, bahan bangunan dari pencampuran pasir, agregat halus, bahan pengikat, dan air yang dalam keadaan keras memiliki sifat seperti batuan, menjadikannya material yang kokoh, stabil, dan mampu menahan beban berat. Standar mutunya pun telah dijamin melalui SNI 03-0691-1996 (Badan Standar Nasional (BSNI), 2017), sehingga keandalannya tidak perlu diragukan.

Namun, keunggulan *paving block* tidak berhenti pada kekuatan struktural. Di era yang menuntut estetika dan fungsionalitas secara simultan, *paving block* menawarkan fleksibilitas desain yang luar biasa. *Paving block* memiliki nilai estetika yang bagus, karena selain tersedia dalam bentuk segi empat atau segi banyak, ia juga dapat hadir dalam warna alami semen maupun diberi zat pewarna dalam komposisi pembuatannya. Hal ini memungkinkan para arsitek dan perencana kota untuk menciptakan ruang publik yang tidak hanya fungsional, tetapi juga indah dan manusiawi.

Lebih dari itu, *paving block* adalah jawaban atas kebutuhan infrastruktur berkelanjutan. Sifatnya yang porus (dapat menyerap air)

berkontribusi pada konservasi air tanah dan mengurangi risiko banjir di perkotaan, sebuah masalah krusial yang dihadapi hampir semua kota besar di dunia. Kemudahan dalam pemasangan, pembongkaran, dan pemasangan ulang juga menjadikannya material yang *reusable* dan *low maintenance*, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang semakin digaungkan.

Dengan segala keunggulan teknis, estetis, dan ekologisnya, *paving block* bukan lagi sekadar pilihan, melainkan keniscayaan dalam membangun masa depan. Material sederhana ini menyimpan potensi besar untuk mentransformasi wajah infrastruktur kita, dari yang kaku dan monoton menjadi lentur, hijau, dan adaptif terhadap perubahan zaman. Maka, investasi dalam riset, pengembangan, dan standarisasi *paving block* adalah investasi untuk masa depan yang lebih baik: masa ketika bangunan tidak hanya berdiri kokoh, tetapi juga hidup berdampingan secara harmonis dengan alam.

Di tengah semakin terbatasnya ruang terbuka hijau di perkotaan dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kelestarian lingkungan, kebutuhan akan material bangunan yang tidak hanya fungsional tetapi juga ramah lingkungan menjadi semakin mendesak. *Paving block* hadir sebagai jawaban atas tantangan tersebut, menawarkan solusi cerdas yang memadukan kemudahan, estetika, dan tanggung jawab ekologis dalam satu produk unggulan.

*Paving block* saat ini menjadi alternatif yang diminati untuk lantai halaman rumah. Fenomena ini bukan tanpa alasan. Hampir di setiap sudut hunian, baik halaman depan, samping, maupun belakang, yang selama ini mungkin hanya menjadi ruang kosong tak terpakai, kini dapat disulap menjadi area yang fungsional, rapi, dan menarik berkat pemasangan *paving block*. Transformasi ini tidak hanya meningkatkan nilai estetika properti, tetapi juga memberikan kontribusi nyata bagi lingkungan sekitar. Keunggulan utama *paving block* terletak pada kemudahan aplikasi dan perawatannya. Proses pemasangannya tidak rumit dan tidak memerlukan keahlian khusus yang berlebihan, sehingga dapat dilakukan oleh berbagai kalangan dengan pengawasan yang tepat. Lebih penting lagi, perawatannya sangat mudah dan tidak memakan biaya besar, menjadikannya pilihan ekonomis dalam jangka panjang. Namun, daya tarik terbesar *paving block* justru terletak pada filosofi desainnya yang jenius: pemasangan

*paving block* tidak memakai campuran semen dan sambungan di antaranya juga tidak dilapisi dengan semen, sehingga di setiap sambungan terdapat celah alami yang memungkinkan air hujan meresap langsung ke dalam tanah. Dengan mekanisme sederhana ini, halaman rumah yang dipasang *paving block* dapat terhindar dari bahaya banjir genangan, sekaligus berkontribusi pada pengisian kembali cadangan air tanah yang semakin menipis.

Aspek inilah yang menjadikan penggunaan *paving block* sangat mendukung gerakan *go green* yang telah dikumandangkan secara nasional maupun internasional. Sebagaimana ditegaskan oleh Adibroto (2014), daya serap air melalui pemasangan *paving block* berperan vital dalam menjaga keseimbangan air tanah, sebuah fungsi ekologis yang tidak dapat diberikan oleh aspal atau coran beton konvensional yang kedap air.

Dengan demikian, memilih *paving block* bukan sekadar keputusan estetika atau ekonomi, melainkan sebuah pernyataan komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan. Di masa depan ketika krisis air dan banjir perkotaan menjadi ancaman nyata, material sederhana ini menawarkan harapan: bahwa keindahan hunian dan tanggung jawab ekologis dapat berjalan beriringan, menciptakan harmoni antara kebutuhan manusia dan kelestarian alam. *Paving block* adalah bukti bahwa solusi terbaik sering kali lahir dari kesederhanaan yang berpihak pada bumi.

Tuntutan terhadap infrastruktur tidak hanya berhenti pada kekuatan, tetapi juga keindahan dan keberlanjutan, *paving block* muncul sebagai material yang merepresentasikan sintesis sempurna antara sains dan seni. Di balik tampilannya yang sederhana, tersembunyi struktur matematis yang elegan dan mendalam, yang menjadikannya bukan sekadar produk bangunan, tetapi juga manifestasi dari keteraturan alam yang dapat dihitung dan direkayasa.

Secara matematis, integrasi pemasangan *paving block* termasuk dalam bidang teori pengubinan (*tessellation*). Konsep ini, menjadi fondasi utama dalam menciptakan lantai yang tidak hanya kokoh tetapi juga indah dipandang. Dalam kerangka matematika, pengubinan adalah variasi pemasangan segi banyak yang sisi-sisinya berimpit sehingga menutup bidang secara sempurna, sehingga tidak ada bagian yang tidak tertutup. Prinsip ini menuntut ketepatan geometris

yang tinggi: bangun-bangun datar dipasang adalah bangun-bangun yang kongruen atau sama dan sebangun yang dipasang secara tepat dan tidak terjadi tumpang tindih antara bangun yang satu dengan bangun lainnya (Grünbaum & Shephard, 1987).

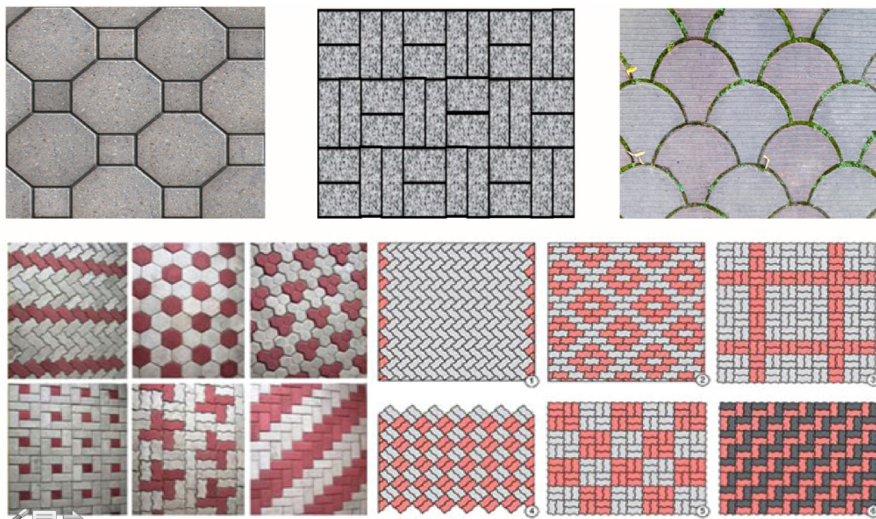
Konsekuensi dari penerapan prinsip ini sangatlah signifikan. Kekuatan struktural *paving block* tidak hanya berasal dari material penyusunnya, tetapi juga dari distribusi beban yang merata berkat pola pengubinan yang presisi. Celah-celah antarblok yang sengaja dirancang bukanlah kelemahan, melainkan bagian dari kecerdasan desain yang memungkinkan *drainase* air sekaligus menjaga kestabilan permukaan (Wells, 1991). Namun, matematika dalam *paving block* tidak berhenti pada fungsi struktural. Teori pengubinan membuka pintu menuju eksplorasi estetika yang tak terbatas. Pola berulang dari bangun kongruen dapat divariasikan melalui permainan warna, orientasi, dan kombinasi bentuk, menciptakan lanskap visual yang dinamis dan memikat. Pengubinan juga akan lebih baik jika memperhatikan nilai keindahan variatif pada saat pemasangan *paving block*, karena keindahan visual berkontribusi pada kenyamanan psikologis dan nilai ekonomi suatu lingkungan terbangun (Day & Midbjer, 2007). Variasi warna dan pola, sebagaimana dicontohkan dalam berbagai aplikasi, membuktikan bahwa fungsi dan estetika dapat berjalan beriringan dalam satu kesatuan yang harmonis.

Dengan demikian, memahami matematika di balik *paving block* bukan sekadar latihan akademis, melainkan kunci untuk membuka potensi material ini secara maksimal. Di masa depan ketika ruang publik dan privat dituntut untuk lebih manusiawi dan berkelanjutan, teori pengubinan menawarkan bahasa universal untuk merancang lingkungan yang tidak hanya efisien secara struktural, tetapi juga kaya secara visual dan ramah secara ekologis. *Paving block*, dengan matematika yang melekat padanya, adalah contoh nyata bahwa keindahan dan kecerdasan dapat menyatu dalam setiap langkah yang kita pijak. Contoh variasi pengubinan dengan variasi warna disajikan pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Contoh pengubinan *paving block* halaman rumah

Saat ini pemasangan *paving block* dikerjakan secara manual, termasuk juga dengan desain konfigurasi pemasangan dilakukan secara manual. Belum menggunakan pemrograman komputer dalam proses pra-integrasi pemasangan *paving block*, sehingga variasinya terlihat cenderung monoton, sebagaimana terlihat pada Gambar 1.2.



**Gambar 1.2** Variasi integrasi (konfigurasi) *paving block* yang cenderung monoton (sumber: Google Image)

Salah satu kelemahan utama dari pemasangan *paving block* konvensional adalah kecenderungan untuk menggunakan konfigurasi yang monoton, baik dari segi bentuk, ukuran, maupun pola susunan. Monotoni ini tidak hanya berdampak pada aspek

estetika, menciptakan lanskap yang membosankan dan kurang menarik, tetapi juga menimbulkan konsekuensi teknis yang serius, yaitu ketidakakuratan dalam estimasi jumlah *paving* yang dibutuhkan. Ketika pola yang digunakan selalu sama dan tidak mempertimbangkan variasi bentuk atau ukuran, kemungkinan terjadinya celah, potongan tidak presisi, atau sisa material yang terbuang menjadi lebih besar. Hal ini berimplikasi pada pembengkakan biaya dan inefisiensi proyek.

Dengan menggunakan konsep konfigurasi integrasi *paving block*, permasalahan tersebut dapat diatasi secara signifikan. Konsep ini memungkinkan bangun-bangun datar yang dipasang tidak hanya sejenis, tetapi dapat lebih dari satu jenis. Sebagaimana diilustrasikan pada gambar 1.3, integrasi berbagai bentuk geometris: segi empat, segi enam, atau bentuk lainnya, dalam satu kesatuan pola menciptakan fleksibilitas yang lebih besar dalam menutup bidang.



**Gambar 1.3** Contoh pengubinan dengan dengan satu dan lebih jenis ubin (sumber: Google Image)

Keuntungan dari pendekatan ini bersifat ganda, yakni: *Pertama*, dari sisi teknis, penggunaan beragam bentuk memungkinkan penutupan bidang yang lebih presisi. Setiap bentuk memiliki karakteristik geometris unik yang dapat saling melengkapi, mengurangi celah yang tidak diinginkan, dan meminimalkan kebutuhan akan pemotongan di lapangan. Akibatnya, estimasi jumlah *paving* menjadi lebih akurat karena pola yang dirancang sejak awal telah memperhitungkan interaksi antar bentuk secara matematis (Grünbaum & Shephard, 1987).

*Kedua*, dari sisi estetika dan psikologis, variasi bentuk menghadirkan dinamika visual yang memperkaya pengalaman ruang.

Lingkungan yang kaya secara visual terbukti dapat meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna, serta memberikan nilai tambah pada properti (Kaplan & Kaplan, 1989). Monotoni yang selama ini menjadi kelemahan dapat diubah menjadi kekuatan desain.

Dengan demikian, adopsi konfigurasi integrasi *paving block* bukan sekadar tren desain, melainkan solusi cerdas yang menjawab tantangan teknis, ekonomis, dan estetis secara simultan. Pendekatan ini membuktikan bahwa inovasi dalam material bangunan tidak harus selalu berupa penemuan baru, tetapi dapat lahir dari cara baru dalam menyusun elemen-elemen yang sudah ada, sebuah pelajaran berharga tentang efisiensi dan keindahan yang berjalan beriringan.

Paradoks yang menarik terjadi dalam industri *paving block*: di satu sisi, produk ini telah menjadi primadona material lanskap perkotaan dan perumahan; di sisi lain, perusahaan *paving block* tidak menyadari dan memahami bahwa pemasangan *paving block* merupakan bagian dari pengubinan, sebuah cabang matematika yang kaya akan teori dan aplikasi. Ketidaksadaran ini menyebabkan hilangnya potensi besar untuk melakukan inovasi pola pemasangan yang lebih efisien, estetis, dan presisi. Padahal, dengan pemahaman bahwa setiap susunan *paving* adalah sebuah *tessellation*, konfigurasi integrasi *paving block* bisa dilakukan secara matematis dan komputerisasi, memanfaatkan algoritma, dan pemodelan geometris untuk menciptakan pola yang optimal.

Kompleksitas dalam menciptakan variasi konfigurasi pemasangan *paving block* tidak dapat diselesaikan hanya dengan intuisi visual semata. Di sinilah pentingnya kolaborasi lintas disiplin ilmu. Untuk mencari variasi konfigurasi pemasangan *paving block* diperlukan integrasi pewarnaan graf dengan bidang kajian khusus pewarnaan *antimagic lokal*. Pewarnaan *antimagic lokal* adalah cabang matematika diskrit yang mempelajari bagaimana memberi label atau warna pada elemen-elemen graf sehingga jumlah label pada elemen yang bertetangga memiliki sifat-sifat tertentu yang unik (Arumugam et al., 2017). Ketika diaplikasikan pada *paving block*, setiap blok dapat dipandang sebagai simpul atau sisi dalam suatu graf, dan variasi warnanya diatur oleh prinsip-prinsip matematika untuk menghasilkan pola yang tidak hanya indah, tetapi juga terstruktur secara logis dan dapat diprediksi.

Dengan demikian, kajian terkait konfigurasi integrasi *paving block* ini menjadi menarik dan penting karena menggabungkan estetika terapan dengan fondasi matematis yang kokoh. Urgensi penelitian ini semakin terasa mengingat masih sangat terbatas penelitian yang dikembangkan untuk mengkaji terkait dengan konfigurasi integrasi *paving block* ini. Celah (*research gap*) yang lebar ini merupakan undangan terbuka bagi para akademisi dan praktisi untuk bersama-sama mengeksplorasi wilayah pengetahuan yang belum terjamah. Penelitian lintas bidang ini berpotensi menghasilkan temuan-temuan baru yang tidak hanya memperkaya khazanah matematika terapan, tetapi juga memberikan solusi praktis dan inovatif bagi industri konstruksi, seperti optimalisasi material, pengurangan limbah, dan penciptaan desain lanskap yang lebih variatif dan berkualitas.

Dengan kata lain, menjembatani kesenjangan antara praktik industri yang monoton dengan kekayaan teori matematis adalah sebuah keniscayaan. Inilah saatnya bagi industri *paving block* untuk tidak lagi sekadar memasang, tetapi juga berpikir secara matematis dalam setiap konfigurasi yang dihasilkan.

Di persimpangan antara matematika murni dan kebutuhan industri, muncul sebuah tantangan intelektual yang menarik: bagaimana menyusun konfigurasi integrasi *paving block* yang tidak hanya kokoh secara struktural, tetapi juga kaya secara visual melalui pewarnaan yang optimal? Jawabannya terletak pada integrasi antara geometri pengubinan dan cabang matematika diskrit yang dikenal sebagai pewarnaan *antimagic local*, sebuah bidang yang mempelajari bagaimana memberi warna atau label pada elemen graf sehingga setiap simpul atau sisi memiliki jumlah label unik yang dapat dikenali sebagai pola tertentu.

Penyusunan konfigurasi integrasi *paving block* dan integrasi pewarnaan graf dengan bidang kajian pewarnaan *antimagic* lokal memerlukan keterampilan *conjecturing* untuk menyelesaikan masalah. Mengapa demikian? Karena pada hakikatnya, menciptakan pola *paving* yang baru dan efisien adalah proses penemuan. Tidak ada resep tunggal yang dapat diterapkan secara universal. Setiap bentuk *paving*, setiap warna, dan setiap interaksi antarblok adalah sebuah eksperimen yang membutuhkan tebakan terdidik. Di sinilah *conjecturing* berperan sebagai mesin intelektual yang menggerakkan inovasi. Konjektur (*Conjecture*) adalah pernyataan berdasarkan fakta

empiris yang belum divalidasi (Canada & Martinez, 2005). Dalam konteks *paving block*, seorang perancang mungkin mengamati bahwa pola warna tertentu menghasilkan tampilan yang lebih menarik atau bahwa konfigurasi geometris tertentu mengurangi jumlah potongan yang terbuang. Pengamatan ini, meskipun belum terbukti secara universal, merupakan benih-benih *conjecture* yang kemudian dapat diuji, dimatematisasi, dan akhirnya divalidasi.

Proses ini sangat bergantung pada penalaran induktif, yaitu proses melihat keteraturan yang dimulai dari contoh-contoh tertentu dan menghasilkan generalisasi (Cañadas dkk., 2007). Dalam praktiknya, seorang peneliti atau praktisi akan: (1) Mengamati berbagai pola paving yang sudah ada; (2) Mengidentifikasi keteraturan atau keunikan dari pola-pola tersebut; (3) Merumuskan dugaan tentang pola baru yang mungkin lebih unggul; (4) Menguji dugaan tersebut dengan model matematis atau simulasi komputer.

Berdasarkan peran konjektur tersebut, dibutuhkan pembelajaran kepada mahasiswa untuk meningkatkan keterampilan *conjecturing*. Pendidikan tinggi tidak boleh hanya berhenti pada transfer pengetahuan jadi, tetapi harus membekali mahasiswa dengan kemampuan untuk menciptakan pengetahuan baru. Dengan membiasakan mahasiswa untuk berpikir induktif, merumuskan dugaan, dan mengujinya, kita sedang mempersiapkan generasi *problem-solver* yang mampu menghadapi tantangan-tantangan baru yang belum ada solusinya. Dalam konteks *paving block*, mahasiswa yang terampil dalam *conjecturing* dapat menjadi jembatan antara abstraksi matematis (seperti pewarnaan *antimagic* lokal) dan aplikasi industri yang nyata. Mereka tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga pencipta inovasi yang mampu mentransformasi industri material bangunan menuju masa depan yang lebih efisien, indah, dan berkelanjutan.

Dengan demikian, kajian tentang konfigurasi *paving block* yang terintegrasi dengan pewarnaan *antimagic lokal* bukanlah sekadar latihan akademis yang elitis, melainkan sebuah laboratorium hidup untuk mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang sangat dibutuhkan pada abad ke-21.

Keterampilan konjektur (*conjecturing thinking skill*) merupakan kompetensi esensial dalam pembelajaran matematika di perguruan

tinggi, khususnya dalam membentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Keterampilan ini mencakup indikator-indikator fundamental seperti kemampuan observasi, investigasi, eksplorasi, dan inkuiri yang menjadi fondasi dalam proses penemuan dan pembuktian matematis (Cañadas & Castro, 2005). Mahasiswa yang terampil dalam membuat konjektur tidak hanya mampu mengamati pola dan keteraturan, tetapi juga dapat merumuskan dugaan-dugaan logis yang kemudian dapat diuji kebenarannya melalui proses penalaran lebih lanjut.

Namun, kenyataannya, pengembangan keterampilan konjektur di perguruan tinggi masih menghadapi tantangan serius. Proses pembelajaran yang selama ini berlangsung cenderung bersifat prosedural dan berorientasi pada hasil akhir, sehingga kurang memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan observasi mendalam, melakukan investigasi mandiri, mengeksplorasi berbagai kemungkinan, serta mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis (inkuiri). Padahal, keempat indikator tersebut merupakan satu kesatuan utuh yang harus dilatih secara simultan dan sistematis. Elaborasi dalam pembelajaran pada perguruan tinggi dibutuhkan model dan pendekatan khusus dalam rangka mengembangkan keterampilan tersebut.

Menjawab tantangan tersebut, kami menawarkan alternatif model untuk mengembangkan keterampilan konjektur yaitu model *Research-Based Learning* (RBL) dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics* (STEM) atau disingkat dalam akronim (RBL-STEM). Model ini dirancang sebagai solusi integratif yang memadukan kekuatan penelitian dengan konteks nyata multidisiplin. RBL-STEM merupakan model pembelajaran yang berbasis riset dan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks dunia nyata (Hidayati, 2023). Karakteristik utama model ini adalah memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa untuk terlibat dalam proses penelitian mulai dari identifikasi masalah, perumusan hipotesis, pengumpulan dan analisis data, hingga penarikan kesimpulan.

Keunggulan RBL-STEM dalam mengembangkan keterampilan konjektur telah dibuktikan melalui berbagai penelitian empiris. Hidayati dkk. (2023) mengembangkan perangkat pembelajaran