



Pemahaman Siswa SMPN 17 Medan Menemukan Rumus Luas Permukaan Tabung melalui PMR

Kairuddin, Oktavia Sitanggang, Sefri Yanti Borotan, Chelsi Riani Lumbantoruan, Sundari Agusrina Saragih, Hizkia Sep Anugrah Purba, Nur Cholizah Rangkuti
Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan
kairuddin@unimed.ac.id

Abstrak

Pendidikan Matematika Realistik (PMR) adalah pendekatan yang menuntun siswa menemukan kembali konsep matematika bertolak dari situasi kontekstual. Mini riset ini bertujuan mendeskripsikan pemahaman awal siswa tentang luas permukaan tabung, pemahaman siswa dalam menemukan rumusnya melalui empat tahap (kontekstual, model of, model for, dan formal mathematics), serta perbandingan pemahaman siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Penelitian berupa mini riset deskriptif dengan pendekatan kuantitatif-kualitatif sederhana yang memakai desain satu kelompok pretest-posttest. Subjek penelitian adalah 30 siswa Kelas 9-5 UPT SMPN 17 Medan dengan pembelajaran berdurasi ± 40 menit pada 18 September 2026. Instrumen berupa tes pemahaman dengan skor maksimum 7, slide presentasi, benda nyata berbentuk tabung, dan video jaring-jaring tabung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor meningkat dari 3,32 pada pretest menjadi 5,05 pada posttest, dan jumlah siswa yang mencapai skor setidaknya 70% dari skor maksimum naik dari 3 menjadi 21 siswa. N-Gain kelas sebesar 0,47 dan rata-rata N-Gain individu sebesar 0,44, keduanya termasuk kategori sedang, dengan 7 siswa berkategori tinggi, 16 sedang, dan 7 rendah. Soal tentang luas permukaan tabung tanpa tutup masih sulit bagi sebagian besar siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa penemuan kembali rumus secara bertahap, mulai dari benda nyata hingga rumus formal, dapat membantu siswa memahami asal rumus, tetapi pemahaman tentang tabung tanpa tutup masih memerlukan penguatan melalui pembelajaran yang lebih lama. Karena penelitian tidak memiliki kelas pembandingan dan sampelnya kecil, hasilnya hanya menjadi gambaran awal.

Kata Kunci: Pendidikan Matematika Realistik; Luas Permukaan Tabung; Pemahaman Siswa; Penemuan Rumus; N-Gain.

Abstract

Realistic Mathematics Education (RME) is an approach that guides students to reinvent mathematical concepts starting from contextual situations. This mini research aims to describe students' initial understanding of the surface area of a cylinder, their understanding in discovering the formula through four stages (contextual, model of, model for, and formal mathematics), and the comparison of their understanding before and after learning. The study was a descriptive mini research with a simple quantitative-qualitative approach using a one-group pretest-posttest design. The subjects were 30 students of Class 9-5 at UPT SMPN 17 Medan, and the learning session lasted approximately 40 minutes on 18 September 2026. The instruments were an understanding test with a maximum score of 7, presentation slides, real cylindrical objects, and a video showing the net of a cylinder. The results show that the mean score increased from 3.32 in the pretest to 5.05 in the posttest, and the number of students who reached at least 70% of the maximum score rose from 3 to 21. The class N-Gain was 0.47 and the mean individual N-Gain was 0.44, both in the moderate category, with 7 students in the high, 16 in the moderate, and 7 in the low category. Items on the surface area of a cylinder without a lid remained difficult for most students. Because the study had no comparison class and involved a small sample, the findings should be regarded only as a preliminary picture.

Keywords: Realistic Mathematics Education, Surface Area of a Cylinder, Students' Understanding, Formula Discovery, N-Gain.

1. Pendahuluan

Bangun ruang sisi lengkung, termasuk tabung, diajarkan di kelas IX SMP (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018). Materi luas permukaan tabung menuntut siswa membayangkan bentuk tiga dimensi dan menghubungkannya dengan bangun datar. Muthmainnah et al. (2024) menyebut materi luas permukaan dan

volume tabung sering menjadi kendala karena sifatnya abstrak dan memerlukan pemahaman mendalam serta visualisasi yang tepat. Wantinem (2022) juga menemukan bahwa banyak siswa kelas IX hanya mampu menuliskan rumus bangun ruang sisi lengkung secara tidak lengkap dan cenderung mengandalkan intuisi, bukan konsep. Kondisi ini menunjukkan bahwa rumus sering dihafal tanpa dipahami asal-usulnya, sehingga siswa mudah keliru ketika bentuk soal berubah, misalnya lupa menghitung luas alas dan tutup atau tidak mengenali bahwa selimut tabung berbentuk persegi panjang.

Landasan teori penelitian ini adalah Pendidikan Matematika Realistik (PMR). Freudenthal (1991) memandang matematika sebagai aktivitas manusia, sehingga siswa seharusnya diberi kesempatan menemukan kembali (reinvention) konsep matematika dengan bimbingan guru, bukan menerima hasil jadi. Treffers (1987) menjelaskan proses ini sebagai matematisasi, yaitu matematisasi horizontal (mengubah masalah kontekstual menjadi bentuk matematika) dan matematisasi vertikal (mengolah bentuk matematika menuju tingkat yang lebih formal). Gravemeijer (1994) menggambarkan alurnya sebagai pemodelan bertahap: situasi kontekstual, model of (model dari situasi), model for (model untuk penalaran yang lebih umum), dan akhirnya matematika formal. Keempat tahap inilah yang menjadi kerangka mini riset ini.

PMR menawarkan jalan keluar dari pembelajaran berbasis hafalan karena siswa diarahkan menemukan kembali konsep secara terbimbing (guided reinvention), bergerak dari situasi nyata menuju matematika yang lebih formal (Van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2020). Penelitian terdahulu menunjukkan hasil yang menjanjikan. Wantinem (2022) melaporkan bahwa pendekatan PMRI pada bangun ruang sisi lengkung meningkatkan ketuntasan belajar siswa kelas IX dari 65,63% menjadi 96,88%, dan Suanto et al. (2023) menemukan bahwa perangkat pembelajaran berpendekatan RME valid dan praktis untuk memfasilitasi pemahaman matematis siswa.

Dalam mini riset ini, perjalanan dari situasi nyata menuju rumus dibagi menjadi empat tahap, yaitu kontekstual, model of, model for, dan formal mathematics. Keempat tahap ini penting bagi pemahaman siswa karena masing-masing menjawab kesulitan yang telah diuraikan di atas.

Tahap kontekstual membuat luas permukaan tabung bermakna. Siswa mulai dari benda yang mereka kenal (botol minum, kaleng susu, celengan kaleng, kaleng roti, dan cangkir), sehingga pertanyaan "berapa banyak bahan yang menutupi benda ini" muncul secara alami. Tahap model of menjembatani benda nyata dan konsep abstrak. Benda digambarkan sebagai tabung dengan unsur-unsurnya, sehingga siswa tidak langsung melompat ke simbol. Hal ini sejalan dengan saran Wantinem (2022) agar guru memakai benda konkret sebagai model matematika. Tahap model for menjadikan model sebagai alat bernalar. Ketika tabung dibentangkan menjadi jaring-jaring, siswa dapat melihat bahwa luas permukaan terdiri atas dua lingkaran dan satu persegi panjang, serta bahwa panjang selimut sama dengan keliling alas. Tahap inilah yang menjelaskan asal setiap suku dalam rumus. Tahap formal mathematics merumuskan hasil penalaran menjadi rumus $L = 2\pi r(r + t)$. Karena rumus ini disusun dari tahap-tahap sebelumnya, siswa tidak hanya menghafal, tetapi memahami maknanya.

Mini riset ini dilaksanakan di Kelas 9-5 UPT SMPN 17 Medan pada 18 September 2026, pukul 11.30–12.10 WIB (± 40 menit). Durasi yang singkat ini membuat penting untuk melihat sejauh mana pemahaman siswa dapat terbentuk melalui keempat tahap tersebut, baik pada hasil tes maupun pada proses pembelajaran.

Kajian terdahulu tentang PMR pada geometri ruang menunjukkan dua kecenderungan (state of the art). Pertama, banyak studi merancang lintasan belajar berbasis konteks budaya atau teknologi, misalnya tabung dengan konteks tradisi Nyadran dan video animasi (Nursyahidah et al., 2025), bola dengan video interaktif (Nursyahidah et al., 2023), luas permukaan bangun ruang sisi datar dengan konteks wisata (Adha et al., 2024), serta lembar kerja siswa berbasis RME (Sutarni et al., 2024). Kedua, studi tentang capaian belajar umumnya melaporkan peningkatan setelah pembelajaran realistik atau kontekstual (Gübbük & Uygun, 2024; Tessema et al., 2024), termasuk pada luas permukaan tabung dengan desain satu kelompok pretest–posttest (Somacala & Chiphambo, 2026). Di sisi lain, kesulitan siswa pada geometri ruang berkaitan dengan hambatan representasi, penataan spasial, dan pengukuran (Sudirman et al., 2023); performa prosedural juga tidak selalu menandakan pemahaman konseptual, sebagaimana ditunjukkan pada materi fungsi (Qetrani & Achtaich, 2022), dan tugas geometri pada buku teks sekolah menengah di Afrika Selatan yang ditelaah didominasi tugas intramatematis sehingga peluang memaknai konsep lewat konteks terbatas (Mthethwa et al., 2024). Celah penelitian (gap) yang kami lihat dari rujukan yang ditelaah adalah masih terbatasnya laporan yang menunjukkan secara rinci, per butir dan per lembar jawaban, bagian pemahaman luas permukaan tabung yang berubah setelah siswa melalui keempat tahap PMR secara berurutan dalam pertemuan singkat di kelas IX SMP. Kebaruan (novelty) mini riset ini adalah pemetaan tersebut:

peningkatan skor dipadukan dengan N-Gain, analisis per butir, dan telaah lembar jawaban, sehingga terlihat bagian yang membaik (penalaran asal rumus) dan bagian yang tetap sulit (tabung tanpa tutup).

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) bagaimana pemahaman awal siswa tentang luas permukaan tabung sebelum pembelajaran; (2) bagaimana pemahaman siswa dalam menemukan rumus luas permukaan tabung melalui tahap kontekstual, model of, model for, dan formal mathematics; dan (3) bagaimana perbandingan pemahaman siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Sejalan dengan itu, penelitian ini bertujuan mendeskripsikan (1) pemahaman awal siswa tentang luas permukaan tabung (hasil pretest); (2) pemahaman siswa dalam menemukan rumus luas permukaan tabung melalui tahap kontekstual, model of, model for, dan formal mathematics; dan (3) perbandingan pemahaman siswa sebelum dan sesudah pembelajaran (pretest dan posttest).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan mini riset deskriptif dengan pendekatan kuantitatif-kualitatif sederhana. Desain yang digunakan adalah satu kelompok dengan pretest dan posttest (one group pretest-posttest). Data kuantitatif dari tes dideskripsikan melalui rata-rata, selisih skor, dan N-Gain, sedangkan proses pembelajaran dideskripsikan secara naratif berdasarkan keempat tahap PMR. Karena tidak ada kelas pembandingan dan sampelnya kecil, hasil penelitian ini bersifat gambaran awal dan tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi.

Subjek penelitian adalah 30 siswa Kelas 9-5 UPT SMPN 17 Medan tahun ajaran 2026–2027. Kelas dipilih berdasarkan ketersediaan, yaitu kelas yang memiliki jam pelajaran pada waktu yang ditentukan peneliti. Penelitian dilaksanakan di UPT SMPN 17 Medan pada 18 September 2026, pukul 11.30–12.10 WIB (± 40 menit).

Instrumen dan bahan yang digunakan adalah tes pemahaman (pretest dan posttest) tentang luas permukaan tabung dengan skor maksimum 7; media pembelajaran berupa slide presentasi "Luas Permukaan Tabung" yang memuat tahap kontekstual, model of, model for, formal mathematics, dan dua contoh soal; benda nyata berbentuk tabung: botol minum siswa, kaleng susu, celengan kaleng, kaleng roti, dan cangkir; dan video pembelajaran yang menunjukkan jaring-jaring tabung, untuk memperjelas bentuk bagian-bagian tabung saat dibentangkan.

Skor tes dihitung dengan aturan berikut. Soal nomor 1–5 berupa pilihan ganda; jawaban benar diberi 1 poin untuk tiap soal. Soal nomor 6 diberi 2 poin karena memerlukan dua penyelesaian. Jika kedua penyelesaian benar, siswa memperoleh 2 poin; jika satu penyelesaian benar, siswa memperoleh 1 poin. Jika siswa hanya mampu menentukan r dan t tetapi gagal membuat pembuktian, skornya $\frac{1}{2}$ poin, demikian pula sebaliknya. Karena itu skor siswa dapat berupa bilangan desimal (misalnya 2,5 atau 4,5), dan skor maksimum seluruh tes adalah 7.

Soal-soal tersebut disajikan dalam satu lembar kuesioner yang identik untuk pretest dan posttest, dengan kolom nama di bagian atas, sehingga selisih skor bersumber dari perubahan jawaban siswa dan bukan dari perbedaan soal. Rancangan tiap butir beserta kunci jawabannya dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Butir Soal dan Kunci Jawaban

No	Bentuk	Hal yang diukur	Kunci jawaban	Skor
1	Pilihan ganda	Mengenal gambar tabung di antara beberapa bangun ruang	Gambar tabung	1
2	Pilihan ganda	Mengetahui bentuk selimut tabung ketika digunting dan dibentangkan	Persegi panjang	1
3	Pilihan ganda	Menghitung luas selimut kaleng ($r = 7$ cm, $t = 10$ cm, $\pi = 22/7$)	440 cm^2	1
4	Pilihan ganda	Menilai dua pernyataan tentang luas permukaan tabung tanpa tutup	Pernyataan I benar dan Pernyataan II salah	1
5	Pilihan ganda	Mengevaluasi dua pendapat siswa tentang luas permukaan tempat pensil tanpa tutup	Pendapat Siti benar	1
6	Uraian	Merancang dua pasangan r dan t yang berbeda untuk luas selimut $60\pi \text{ cm}^2$, disertai pembuktian	Contoh: $r = 10$ cm, $t = 3$ cm dan $r = 5$ cm, $t = 6$ cm (syaratnya $r \times t = 30$)	2

Keterangan: pada soal 6, satu rancangan dinilai benar jika memenuhi $2\pi rt = 60\pi$ dan pembuktiannya sesuai.

Butir soal pretest dan posttest ditelaah oleh seluruh anggota kelompok peneliti sebelum digunakan, dan tidak ada perubahan butir setelah penelaahan. Karena penelitian hanya berlangsung satu pertemuan, soal tidak diuji coba dan validitas serta reliabilitas butir belum diuji secara statistik; hal ini menjadi keterbatasan penelitian.

Penelitian dilaksanakan atas izin dosen pengampu mata kuliah yang juga Ketua Program Studi dan pihak UPT SMPN 17 Medan, disertai surat izin dari kampus. Partisipasi siswa bersifat sukarela dan hasil tes tidak memengaruhi nilai rapor. Untuk melindungi identitas peserta didik, siswa ditulis dengan inisial pada seluruh naskah; tiga siswa dengan inisial yang sama dibedakan dengan angka (NA1, NA2, NA3).

Prosedur penelitian terdiri atas tiga langkah utama: pretest, pembelajaran, dan posttest. Langkah pertama adalah pretest, yaitu siswa mengerjakan tes awal untuk mengetahui pemahaman awal tentang luas permukaan tabung sebelum pembelajaran. Langkah kedua adalah pembelajaran, yaitu pembelajaran berlangsung melalui empat tahap: (a) kontekstual, siswa mengamati benda nyata berbentuk tabung; (b) model of, benda digambarkan sebagai tabung dan unsur-unsurnya diidentifikasi; (c) model for, tabung dibentangkan menjadi jaring-jaring dengan bantuan video dan hubungan antarbagian dinalar; dan (d) formal mathematics, rumus luas permukaan tabung dirumuskan dan digunakan menyelesaikan contoh soal. Langkah ketiga adalah posttest, yaitu siswa mengerjakan tes akhir untuk melihat perubahan pemahaman setelah pembelajaran.

Skor pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif melalui rata-rata, simpangan baku, dan selisih skor (posttest dikurangi pretest). Jawaban siswa pada tiap soal juga dihitung untuk melihat soal yang paling sulit sebelum dan sesudah pembelajaran. Peningkatan pemahaman dihitung dengan N-Gain (Hake, 1999) menggunakan Persamaan (1).

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{maks}} - S_{\text{pre}}} \quad (1)$$

dengan g adalah N-Gain, S_{post} adalah skor posttest, S_{pre} adalah skor pretest, dan S_{maks} adalah skor maksimum tes (7). N-Gain kelas dihitung dengan memasukkan rata-rata skor kelas, sedangkan N-Gain individu dihitung untuk setiap siswa lalu dirata-ratakan. Hasilnya dikategorikan menjadi tinggi ($g \geq 0,70$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan rendah ($g < 0,30$).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pretest

Sebelum pembelajaran, rata-rata skor pretest 30 siswa adalah 3,32 dari skor maksimum 7 (sekitar 47%). Skor terendah adalah 1 dan tertinggi 6, dengan simpangan baku 1,09. Hanya 3 siswa yang mencapai skor setidaknya 70% dari skor maksimum ($\geq 4,9$), yaitu SW (6), ARS (5), dan VA (5).

Berdasarkan jawaban per soal (Tabel 5), soal 1 dan 2 relatif mudah (tidak ada siswa yang salah pada soal 1 dan hanya 3 siswa yang salah pada soal 2). Sebaliknya, soal 3, 4, dan dua penyelesaian soal uraian (kode 6 dan 7 pada lembar penilaian) banyak dijawab salah: 22, 25, 19, dan 25 siswa. Hasil ini sejalan dengan latar belakang, yaitu pemahaman awal siswa tentang asal rumus luas permukaan tabung masih rendah.

Proses Pembelajaran

Pembelajaran dirancang mengikuti alur penemuan kembali terbimbing PMR dan menggunakan slide presentasi, benda nyata, serta video jaring-jaring tabung. Siswa tidak langsung diberi rumus, tetapi diarahkan menyusunnya dari pengamatan terhadap benda nyata. Seluruh proses berlangsung dalam ± 40 menit (11.30–12.10 WIB). Setiap tahap dijelaskan pada subbagian berikut.

Tahap Kontekstual

Pada tahap kontekstual, siswa disajikan benda sehari-hari berbentuk tabung. Selain botol minum milik siswa sendiri, slide menampilkan kaleng susu, celengan kaleng, kaleng roti, dan cangkir. Siswa diarahkan mengenali bahwa benda-benda yang berbeda fungsi ini memiliki bentuk dasar yang sama, yaitu tabung. Tahap ini membangun pengalaman awal bahwa luas permukaan tabung berkaitan dengan bagian-bagian yang menutupi benda tersebut.

Tahap Model of

Pada tahap model of, kaleng susu digambarkan sebagai bangun tabung. Siswa diperkenalkan bahwa tabung adalah bangun ruang tiga dimensi yang dibentuk oleh dua lingkaran identik yang sejajar (alas dan tutup) dan sebuah persegi panjang yang menyelimuti kedua lingkaran tersebut. Tabung memiliki 3 sisi dan 2 rusuk. Gambar tabung ini merupakan model dari situasi nyata yang diamati pada tahap kontekstual.

Tahap Model for

Pada tahap model for, tabung dibuka dan dibentangkan menjadi jaring-jaring, dan video pembelajaran membantu memperjelas bentuk jaring-jaring tersebut. Jaring-jaring tersusun atas alas (lingkaran), tutup (lingkaran), dan selimut (persegi panjang). Lingkaran memiliki jari-jari (r), sedangkan jarak antara alas dan tutup merupakan tinggi tabung (t). Siswa kemudian diarahkan bernalar bahwa panjang persegi panjang selimut sama dengan keliling lingkaran ($p = 2\pi r$) dan lebarnya sama dengan tinggi tabung ($l = t$), sehingga luas selimut adalah $p \times l$, sedangkan luas lingkaran adalah πr^2 .

Tahap Formal Mathematics

$$\begin{aligned} L &= (\text{luas persegi panjang}) + 2(\text{luas lingkaran}) \\ &= (p \times l) + 2(\pi r^2) \\ &= (2\pi r \times t) + 2(\pi r^2) \\ &= (2\pi r \times t) + (2\pi r \times r) \\ &= 2\pi r (t + r) \quad (2) \end{aligned}$$

dengan L adalah luas permukaan tabung, r adalah jari-jari, t adalah tinggi tabung, p adalah panjang dan l adalah lebar persegi panjang selimut. Rumus ini kemudian dipakai pada dua contoh soal. Contoh soal 1 meminta luas permukaan tabung dengan tinggi 10 cm dan jari-jari 7 cm. Contoh soal 2 meminta luas permukaan tabung tanpa tutup dengan tinggi 21 cm dan jari-jari 8 cm. Soal kedua menguji apakah siswa memahami asal tiap bagian rumus, karena tanpa tutup siswa harus menghilangkan satu luas lingkaran dari rumus.

Hasil Posttest

Setelah pembelajaran, rata-rata skor posttest meningkat menjadi 5,05 dengan skor terendah 3 dan tertinggi 7 (simpangan baku 1,32). Sebanyak 21 siswa mencapai skor setidaknya 70% dari skor maksimum, naik dari 3 siswa pada pretest. Lima siswa memperoleh skor maksimum 7: RIL, KA, SFA, MSN, dan IAH.

Berdasarkan jawaban per soal (Tabel 5), jumlah siswa yang salah pada dua penyelesaian soal uraian (kode 6 dan 7) turun tajam, dari 19 menjadi 7 siswa dan dari 25 menjadi 4 siswa. Sebaliknya, soal 3 dan 4 masih dijawab salah oleh 14 dan 23 siswa.

Perbandingan Pemahaman Sebelum dan Sesudah Pembelajaran

Ringkasan statistik deskriptif disajikan pada Tabel 2, sebaran kategori N-Gain pada Tabel 3, skor setiap siswa pada Tabel 4, dan jumlah siswa yang salah pada tiap soal pada Tabel 5.

Tabel 2. Ringkasan Statistik Deskriptif

Ukuran	Pretest	Posttest
Jumlah siswa	30	30
Rata-rata	3,32	5,05
Skor terendah	1	3
Skor tertinggi	6	7
Simpangan baku	1,09	1,32
Siswa dengan skor $\geq 70\%$ skor maksimum	3	21

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14286>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Rata-rata skor naik sebesar 1,73 poin, dari 3,32 menjadi 5,05. Jika dihitung dari rata-rata skor, N-Gain kelas adalah 0,47, sedangkan rata-rata N-Gain individu adalah 0,44; keduanya termasuk kategori sedang. Dari 30 siswa, 24 siswa mengalami peningkatan skor, 5 siswa skornya tetap (AR, AAS, SH, SW, dan VA), dan 1 siswa mengalami penurunan (NA3, dari 4 menjadi 3).

Tabel 3. Sebaran Kategori N-Gain

Kategori	Jumlah siswa	Persentase
Tinggi ($\geq 0,70$)	7	23,3%
Sedang ($0,30 - 0,69$)	16	53,3%
Rendah ($< 0,30$)	7	23,3%
Jumlah	30	100%

Tabel 4. Skor Pretest, Posttest, Selisih, dan N-Gain Setiap Siswa

No	Inisial	Pretest	Posttest	Selisih	N-Gain	Kategori
1	RIL	3	7	4	1,00	Tinggi
2	KA	2	7	5	1,00	Tinggi
3	SFA	3	7	4	1,00	Tinggi
4	MSN	2	7	5	1,00	Tinggi
5	IAH	4,5	7	2,5	1,00	Tinggi
6	AFP	4	5	1	0,33	Sedang
7	AAR	2,5	5	2,5	0,56	Sedang
8	AR	3	3	0	0,00	Rendah
9	AAS	3	3	0	0,00	Rendah
10	APA	4	5	1	0,33	Sedang
11	AFN	3	5	2	0,50	Sedang
12	CL	4	5	1	0,33	Sedang
13	RDA	2	4	2	0,40	Sedang
14	NA1	3	4	1	0,25	Rendah
15	SAL	4	5	1	0,33	Sedang
16	DR	4	5	1	0,33	Sedang
17	ARS	5	6	1	0,50	Sedang
18	MR	4	6	2	0,67	Sedang
19	SH	3	3	0	0,00	Rendah
20	NA2	1	3,5	2,5	0,42	Sedang
21	RA	2	3,5	1,5	0,30	Sedang
22	SA	2,5	5	2,5	0,56	Sedang
23	SW	6	6	0	0,00	Rendah
24	VA	5	5	0	0,00	Rendah
25	SN	4	6	2	0,67	Sedang
26	ZR	3	6	3	0,75	Tinggi
27	N	4	5	1	0,33	Sedang
28	NA3	4	3	-1	-0,33	Rendah
29	KS	3	6	3	0,75	Tinggi
30	PCA	2	3,5	1,5	0,30	Sedang

Keterangan: skor maksimum = 7; N-Gain = selisih / (7 – pretest). Siswa ditulis dengan inisial; NA1, NA2, dan NA3 membedakan tiga siswa dengan inisial yang sama.

Tabel 5. Jumlah Siswa yang Salah pada Tiap Soal

Soal	Pretest	Posttest
1	0	0
2	3	0
3	22	14
4	25	23
5	13	7 (+1 sebagian benar)
6 (penyelesaian kode 6)	19 (+3 sebagian benar)	7
7 (penyelesaian kode 7)	25	4 (+2 sebagian benar)

Keterangan: kode 6 dan 7 adalah dua penyelesaian pada soal uraian nomor 6. "Sebagian benar" berarti siswa memperoleh ½ poin pada penyelesaian tersebut.

Telaah Jawaban Siswa pada Lembar Kuesioner

Skor total belum memperlihatkan cara siswa menjawab setiap soal. Karena itu, tiga lembar jawaban milik KA, AAR, dan NA2, dibandingkan soal demi soal antara pretest dan posttest. Ketiganya mewakili besar peningkatan yang berlainan, dengan N-Gain masing-masing 1,00, 0,56, dan 0,42.

KA menunjukkan perubahan terbesar. Pada pretest ia hanya tepat pada soal 1 dan 5, dan rancangan ukuran pada soal 6 belum memenuhi syarat. Setelah pembelajaran seluruh jawabannya benar. Pada soal 6 ia mengajukan $r = 15$ cm dengan $t = 2$ cm serta $r = 6$ cm dengan $t = 5$ cm, dan keduanya disertai pembuktian yang sesuai. Kedua pasangan ukuran itu memenuhi $r \times t = 30$, sehingga jawabannya mengisyaratkan bahwa ia memakai rumus luas selimut dengan benar dan tidak sekadar menebak.

AAR sudah benar pada soal 1 dan 2 sejak pretest. Pada soal 6 ia baru menuliskan satu pasangan ukuran ($r = 10$ cm, $t = 3$ cm) tanpa melengkapi pembuktiannya, sehingga hanya memperoleh setengah poin. Pada posttest ia menyelesaikan kedua rancangan beserta pembuktiannya ($r = 10$ cm, $t = 3$ cm dan $r = 15$ cm, $t = 2$ cm) dan juga benar pada soal 5. Meskipun demikian, soal 3 dan 4 tetap salah: ia memilih 70 cm² pada soal 3 dan pilihan "Pernyataan I salah dan Pernyataan II benar" pada soal 4.

NA2 pada pretest hanya benar pada soal 1. Setelah pembelajaran ia benar pada soal 1, 2, dan 3; jawaban soal 3 berubah dari 220 cm² menjadi 440 cm², yang kemungkinan menandakan bahwa faktor 2 pada keliling alas ($2\pi r$) kini tidak terlewat lagi. Pada soal 6, pasangan $r = 15$ cm dan $t = 2$ cm sudah memenuhi, tetapi pembuktiannya masih memuat angka yang tidak cocok sehingga ia hanya mendapat setengah poin. Soal 4 dan 5 masih salah.

Dari ketiga lembar tersebut tampak dua hal. Pertama, perubahan paling jelas terjadi pada soal yang menuntut siswa menunjukkan asal rumus (soal 6) serta pada penghitungan luas selimut (soal 2 dan 3), yaitu bagian yang dilatih pada tahap model for ketika selimut dihubungkan dengan keliling alas. Kedua, soal 4 menjadi hambatan. Dua dari tiga siswa tetap memilih "Pernyataan I salah dan Pernyataan II benar" pada posttest, dan pilihan yang sama dipakai KA pada pretest. Pilihan ini mengisyaratkan bahwa siswa masih menganggap rumus $2\pi(r + t)$ berlaku untuk tabung tanpa tutup, padahal rumus tersebut memuat dua lingkaran. Dugaan ini sejalan dengan kekeliruan yang diuraikan pada latar belakang, yaitu kurang cermat memperhitungkan luas alas dan tutup. Karena baru bersumber dari tiga lembar jawaban, dugaan ini perlu dikonfirmasi pada seluruh lembar jawaban.

Pembahasan Hasil

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pemahaman siswa dari pretest ke posttest. Mayoritas siswa (24 dari 30) mengalami kenaikan skor dan jumlah siswa yang mencapai skor setidaknya 70% dari skor maksimum meningkat dari 3 menjadi 21. Temuan ini sejalan dengan pandangan PMR bahwa pemahaman lebih kuat ketika siswa menemukan kembali konsep secara bertahap (Van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2020) dan dengan penelitian terbaru. Wantinem (2022) melaporkan peningkatan hasil belajar bangun ruang sisi lengkung melalui PMRI, dan Gübbük dan Uygun (2024) melaporkan bahwa RME meningkatkan capaian siswa kelas VII pada operasi bilangan bulat serta berpengaruh positif pada sikap terhadap matematika, meskipun penelitian ini tidak mengukur sikap. Pada materi yang sama, Somacala dan Chiphambo (2026) memakai desain satu kelompok pretest–posttest pada 39 siswa kelas 10 dan melaporkan peningkatan skor yang signifikan setelah pembelajaran berbasis aplikasi dunia

nyata ($t(38) = 6,30$; $p < 0,001$; $d \text{ Cohen} = 1,01$). Penelitian ini tidak menguji signifikansi, sehingga perbandingannya terbatas pada arah peningkatan.

Analisis per soal memperkuat hal tersebut. Penurunan jumlah siswa yang salah pada dua penyelesaian soal uraian (dari 19 dan 25 siswa menjadi 7 dan 4 siswa) menunjukkan bahwa lebih banyak siswa dapat menunjukkan bagaimana rumus diperoleh, tidak sekadar menghafalnya. Ini mendukung alasan pentingnya tahap model of dan model for: ketika tabung dibentangkan menjadi jaring-jaring dan panjang selimut dihubungkan dengan keliling alas, siswa memiliki dasar untuk menyusun rumus sendiri. Pola ini selaras dengan temuan bahwa pembelajaran realistik yang praktis (hands-on) berkontribusi pada pemahaman konseptual dan pemecahan masalah geometri ruang (Tessema et al., 2024) dan bahwa konteks situasional mendukung penalaran siswa (Fraihat et al., 2022). Karena selimut tabung berbentuk persegi panjang, kemampuan pada luas dan keliling persegi panjang juga menjadi bekal penting; lintasan belajar PMR untuk luas dan keliling persegi panjang telah dirancang oleh Purwati et al. (2023).

Meskipun demikian, rata-rata N-Gain berada pada kategori sedang (0,44) dan peningkatannya tidak merata. Tujuh siswa berada pada kategori tinggi, sedangkan tujuh siswa berada pada kategori rendah. Dari tujuh siswa tersebut, lima siswa tidak mengalami perubahan skor sama sekali (AR, AAS, SH, SW, dan VA), satu siswa menurun (NA3), dan satu siswa hanya naik 1 poin (NA1). SW dan VA sudah memiliki skor pretest tinggi (6 dan 5), sehingga ruang peningkatannya memang kecil. Selain itu, soal 3 dan 4 masih dijawab salah oleh 14 dan 23 siswa, sehingga sebagian pemahaman belum terbentuk. Kesulitan pada soal tabung tanpa tutup (soal 4) mirip dengan temuan Somacala dan Chiphambo (2026) bahwa soal yang menuntut pengintegrasian beberapa bagian permukaan tetap sulit bagi sebagian siswa setelah intervensi. Hal ini dapat dikaitkan dengan hambatan representasi dan penataan spasial pada geometri tiga dimensi (Sudirman et al., 2023) serta dengan perbedaan antara kemampuan prosedural dan pemahaman konseptual (Qetrani & Achtaich, 2022): siswa dapat menghitung luas selimut (kesalahan pada soal 3 turun dari 22 menjadi 14 siswa) tanpa selalu menentukan bagian permukaan mana yang dihitung. Kaitan ini masih berupa dugaan karena penelitian ini tidak menelusuri alasan siswa secara langsung.

Salah satu faktor yang mungkin berperan adalah waktu pembelajaran yang hanya ± 40 menit (11.30–12.10 WIB) untuk melalui empat tahap sekaligus, sehingga tidak semua siswa sempat mendalami tahap model for dan formal mathematics. Selain itu, jaring-jaring pada penelitian ini diperlihatkan melalui video, sedangkan Nursyahidah et al. (2025) meminta siswa menentukan luas permukaan tabung melalui pemodelan dengan karton. Media berbasis TIK memang telah dipakai untuk mendukung pembelajaran geometri (Meryansumayeka et al., 2022; Nursyahidah et al., 2023), tetapi pemodelan langsung seperti itu layak dicoba pada penelitian lanjutan untuk melihat apakah kesulitan pada tabung tanpa tutup berkurang. Dugaan-dugaan ini masih perlu dibuktikan melalui pengamatan dan analisis jawaban siswa yang lebih rinci.

Hasil ini tetap harus ditafsirkan hati-hati. Penelitian tidak memiliki kelas pembanding dan hanya melibatkan 30 siswa dalam satu pertemuan, sehingga peningkatan skor tidak dapat dipastikan semata-mata berasal dari pendekatan PMR (misalnya pengaruh terbiasa dengan soal pretest atau faktor lain di kelas), dan instrumen belum diuji validitas serta reliabilitasnya secara statistik. Keterbatasan serupa diakui pada desain satu kelompok Somacala dan Chiphambo (2026), yang menyatakan bahwa hasilnya tidak dapat menetapkan hubungan sebab-akibat.

4. Kesimpulan

Pemahaman awal siswa Kelas 9-5 UPT SMPN 17 Medan tentang luas permukaan tabung masih rendah, dengan rata-rata pretest 3,32 dari skor maksimum 7 dan 19 serta 25 siswa yang salah pada dua penyelesaian soal uraian tentang asal rumus. Setelah pembelajaran melalui empat tahap PMR, yaitu kontekstual, model of, model for, dan formal mathematics, rata-rata skor meningkat menjadi 5,05 dengan N-Gain rata-rata 0,44 (kategori sedang); siswa yang mencapai setidaknya 70% skor maksimum naik dari 3 menjadi 21, dan siswa yang salah pada soal uraian turun menjadi 7 dan 4, sehingga lebih banyak siswa dapat menunjukkan asal rumus, bukan sekadar menghafal. Peningkatan belum merata (7 siswa kategori tinggi, 16 sedang, dan 7 rendah) dan pemahaman belum menyeluruh, terutama pada soal tabung tanpa tutup (soal 4) yang masih dijawab salah oleh 23 siswa pada posttest dan tetap keliru pada dua dari tiga lembar jawaban yang ditelaah. Karena pembelajaran hanya ± 40 menit dan tidak ada kelas pembanding, hasil ini baru berupa gambaran awal. Penelitian selanjutnya disarankan menambah durasi atau jumlah pertemuan, menggunakan kelas pembanding, dan menganalisis jawaban siswa pada setiap tahap untuk mengetahui letak kesulitan, terutama bagi siswa yang tidak mengalami peningkatan.

Referensi

1. Adha, I., Zulkardi, Putri, R. I. I., & Somakim. (2024). When designer meets local culture: The promising learning trajectory on the surface area of polyhedron. *Journal on Mathematics Education*, 15(3), 945–960. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp945-960>
2. Fraihat, M. A. K., Khasawneh, A. A., & Al-Barakat, A. A. (2022). The effect of situated learning environment in enhancing mathematical reasoning and proof among tenth grade students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12088>
3. Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Kluwer Academic Publishers.
4. Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. CD-β Press/Freudenthal Institute.
5. Gübbük, E., & Uygun, T. (2024). The effects of realistic mathematics education on students' achievement and attitudes towards mathematics on integer operations. *Acta Didactica Napocensia*, 16(2), 83–97. <https://doi.org/10.24193/adn.16.2.7>
6. Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores* [Unpublished manuscript]. Indiana University.
7. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). *Matematika SMP/MTs kelas IX* (Edisi revisi 2018). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
8. Meryansumayeka, Zulkardi, Putri, R. I. I., & Hiltrimartin, C. (2022). Designing geometrical learning activities assisted with ICT media for supporting students' higher order thinking skills. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 135–148. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp135-148>
9. Mthethwa, H., Ogbonnaya, U., & Van Putten, S. (2024). Context in geometry in secondary school mathematics textbooks. *Acta Didactica Napocensia*, 17(2), 112–124. <https://doi.org/10.24193/adn.17.2.9>
10. Muthmainnah, P., Hutabarat, E. J. N., Hutagalung, B. A., & Rambe, K. R. (2024). Upaya meningkatkan hasil belajar matematika siswa kelas IV UPT SD Negeri Percobaan Medan menggunakan problem-based learning pada materi luas permukaan dan volume tabung. *MUKADIMAH: Jurnal Pendidikan, Sejarah, dan Ilmu-ilmu Sosial*, 8(2), 561–567. <https://doi.org/10.30743/mkd.v8i2.9648>
11. Nursyahidah, F., Albab, I. U., & Rubowo, M. R. (2023). Learning design of sphere using realistic mathematics education assisted by interactive video. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(3), 297–312. <https://doi.org/10.22342/jpm.17.3.20040.297-312>
12. Nursyahidah, F., Anindya, F. M., Yulianti, M. A., Prisantio, Z. I., & Rosario, M. (2025). Integrating local wisdom with technology: Designing learning trajectory of cylinder through realistic mathematics education approach. *Mathematics Education Journal*, 19(1), 81–98. <https://doi.org/10.22342/jpm.v19i1.pp81-98>
13. Purwati, P., Putra, Z. H., & Noviana, E. (2023). Designing a learning trajectory of area and perimeter of flat shapes with realistic mathematics education approach for fourth grade elementary school. *Kontinu: Jurnal Penelitian Didaktik Matematika*, 7(1), 63–75. <https://doi.org/10.30659/kontinu.7.1.63-75>
14. Qetrani, S., & Achtaich, N. (2022). Evaluation of procedural and conceptual knowledge of mathematical functions: A case study from Morocco. *Journal on Mathematics Education*, 13(2), 211–238. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i2.pp211-238>
15. Somacala, O., & Chiphambo, S. (2026). Bridging abstract formulas and real-world applications: Developing Grade 10 learners' conceptual understanding of cylinders in South African mathematics classroom. *Journal of Honai Math*, 9(2), 261–286. <https://doi.org/10.30862/jhm.v9i2.1311>
16. Suanto, E., Ginting, T. T. E., & Kartini, K. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran dengan pendekatan realistic mathematics education untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman matematis siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 1953–1964. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.6506>
17. Sudirman, Runisah, Kusumah, Y. S., & Martadiputra, B. A. P. (2023). Epistemological obstacle in 3D geometry thinking: Representation, spatial structuring, and measurement. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(4). <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.04.34>
18. Sutarni, S., Sutarna, S., Prayitno, H. J., Sutopo, A., & Laksmiwati, P. A. (2024). The development of realistic mathematics education-based student worksheets to enhance higher-order thinking skills and mathematical ability. *Infinity Journal*, 13(2), 285–300. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i2.p285-300>
19. Tessema, G., Michael, K., & Areaya, S. (2024). Realist hands-on learning approach and its contributions to learners' conceptual understanding and problem-solving skills on solid geometry. *Pedagogical Research*, 9(1), em0186. <https://doi.org/10.29333/pr/14096>
20. Treffers, A. (1987). *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics instruction—The Wiskobas project*. Reidel.
21. Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2020). Realistic mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 713–717). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_170
22. Wantinem. (2022). Peningkatan hasil belajar bangun ruang sisi lengkung melalui pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) pada siswa kelas IX E SMP N 4 Wates semester genap tahun pelajaran 2021/2022. *Jurnal Riset Pendidikan Indonesia*, 2(10), 1436–1445.