

SKRIPSI

**PERENCANAAN PEKERJAAN SQUEEZE
CEMENTING PADA SUMUR PNN-A LAPANGAN X
PERTAMINA HULU ROKAN REGION 1 ZONA 4**



MUHAMMAD FARIZ IRAWAN
03021382126102

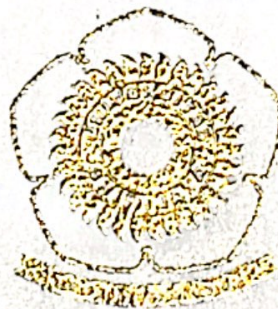
**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

SKRIPSI

PERENCANAAN PEKERJAAN SQUEEZE CEMENTING PADA SUMUR PNN-A LAPANGAN X PERTAMINA HULU ROKAN REGION 1 ZONA 4

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



MUHAMMAD FARIZ IRAWAN
03021383126102

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PEKERJAAN *SQUEEZE CEMENTING* PADA SUMUR
PNN-A LAPANGAN X PERTAMINA HULU ROKAN *REGION 1 ZONA 4*

SKRIPSI

Oleh :

MUHAMMAD FARIZ IRAWAN

03021382126102

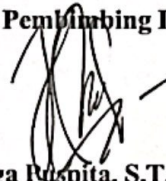
Palembang, 2025

Pembimbing I



Harry Waristian, S.T., M.T.
NIP 198905142015041003

Pembimbing II



Mega Ruspita, S.T., M.T.
NIP 199303052019032014

Mengetahui,

An. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi

Plt. Sekretaris,



Ir. H. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T.
NIP 199002102019031012

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fariz Irawan
NIM : 03021382126102
Judul : Perencanaan Pekerjaan *Squeeze cementing* Pada Sumur
PNN-A Lapangan X Pertamina Hulu Rokan *Region 1*
Zona 4

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2025



Muhammad Fariz Irawan
NIM 03021382126102

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fariz Irawan
NIM : 03021382126102
Judul : Perencanaan Pekerjaan *Squeeze cementing* Pada Sumur
PNN-A Lapangan X Pertamina Hulu Rokan *Region 1*
Zona 4

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2025



Muhammad Fariz Irawan

NIM 03021382126102

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Fariz Irawan, Anak laki-laki yang lahir di Palembang, 24 Juni 2004. Anak tunggal dari pasangan Ivan Irawan dan Faridah. Mengawali pendidikan di SD IT Al-Furqon Palembang pada tahun 2010. Pada tahun 2015 melanjutkan pendidikan di SMP Al-Azhar Cairo Palembang. Pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan di SMA Kusuma Bangsa Palembang. Pada tahun 2021 melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur USMB. Selama menjadi mahasiswa Universitas Sriwijaya penulis aktif dalam kegiatan organisasi yaitu, IATMI SM Unsri. Penulis menjabat menjadi kepala divisi *Public Relation* dari Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Seksi Mahasiswa Universitas Sriwijaya (IATMI SM Unsri) pada tahun 2023 hingga 2024.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua Orang Tua tercinta

Ayah saya Ivan Irawan dan Ibu saya Faridah.

*Terimakasih atas dukungan doa, kasih sayang
dan pengorbanan yang telah diberikan sehingga
perjuangan yang saya lalui bisa berjalan
dengan baik dan lancar*

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan YME karena atas karunia-Nya sehingga dapat diselesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perencanaan Pekerjaan *Squeeze cementing* Pada Sumur PNN-A Lapangan X Pertamina Hulu Rokan Region 1 Zona 4” di Fungsi *Drilling and Well Intervension* dari tanggal 1 Maret 2025 hingga 30 April 2025.

Terima kasih ditujukan kepada Harry Waristian, S.T., M.T. dan Mega Puspita, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN. Eng., APEC. Eng., ACPE. sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya.
4. Harry Waristian, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Syahrul S. Sebagai *Jr. Engineer well intervension* sekaligus pembimbing lapangan dan seluruh karyawan di PT Pertamina Hulu Rokan Zona 4.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Palembang, Juli 2025

Penulis,

RINGKASAN

PERENCANAAN PEKERJAAN SQUEEZE CEMENTING PADA SUMUR PNN-A LAPANGAN X PERTAMINA HULU ROKAN *REGION 1 ZONA 4*

Muhammad Fariz Irawan; Dibimbing oleh Harry Waristian, S.T., M.T. dan Mega Puspita, S.T., M.T.

xv + 55 halaman, 6 tabel, 12 gambar, 6 lampiran

RINGKASAN

Salah satu tantangan utama dalam operasi sumur adalah terjadinya kebocoran pada *casing* atau biasa disebut dengan *near wellbore water channeling* seperti yang ditemukan pada sumur PNN-A ini, sehingga diperlukan teknik *remedial cementing* yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sumur “PNN-A” Lapangan “X” merupakan salah satu sumur pengembangan dengan kondisi *suspended* karena teridentifikasi adanya *near wellbore water channeling* maka dari itu akan dilakukan operasi *squeeze cementing* karena produksinya yang menurun dan melakukan *shut off*. Berdasarkan perhitungan matematis, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sumur PNN-A dengan zona perforasi pada interval 2358 – 2361 meter dibutuhkan sekitar 27 sak semen. Selain itu, penambahan *additive* seperti *dispersant* (2,16 gal), *fluid loss additive* (40,50 gal), *bonding agent* (40,50 gal), *foam preventer* (0,81), *retarder* (1,76 gal) dapat meningkatkan efisiensi distribusi slurry. Data Hasil perencanaan terhadap Sumur PNN-A mengindikasikan bahwa parameter *thickening time* bubuk semen telah mencapai nilai 100 Bc dalam durasi 5 jam 28 menit, suatu kondisi yang tidak sesuai dengan spesifikasi standar *American Petroleum Institute* (API) yang menetapkan parameter optimal pada 70 Bc dalam durasi maksimal 3 jam. Investigasi lebih lanjut mengidentifikasi faktor kausal berupa konsentrasi retarder yang berlebih, yaitu sebesar 0,065 gps dalam formulasi slurry.

Kata Kunci : *Squeeze cementing, Well Integrity, Water Channeling*

Kepustakaan :

SUMMARY

SQUEEZE CEMENTING WORK PLANNING AT PNN-A WELL FIELD X PERTAMINA HULU ROKAN REGION 1 ZONE 4

Muhammad Fariz Irawan; Supervised by Harry Waristian, S.T., M.T. and Mega Puspita, S.T., M.T.

xv + 55 pages, 6 tables, 12 pictures, 6 appendices

SUMMARY

One of the main challenges in well operations is the occurrence of casing leaks commonly referred to as near wellbore water channeling, as found in well PNN-A, requiring effective remedial cementing techniques to address this issue. Well "PNN-A" in Field "X" is one of the development wells with suspended condition due to identified near wellbore water channeling. Therefore, squeeze cementing operations will be conducted due to declining production and to perform shut off. Based on mathematical calculations, the research results show that well PNN-A with perforation zone at interval 2358 – 2361 meters requires approximately 27 sacks of cement. Additionally, the addition of additives such as dispersant (2.16 gal), fluid loss additive (40.50 gal), bonding agent (40.50 gal), foam preventer (0.81), and retarder (1.76 gal) can improve slurry distribution efficiency. The planning data results for Well PNN-A indicate that the thickening time parameter of the cement slurry has reached a value of 100 Bc within a duration of 5 hours 28 minutes, a condition that does not comply with the American Petroleum Institute (API) standard specifications which establish optimal parameters at 70 Bc within a maximum duration of 3 hours. Further investigation identified the causal factor as excessive retarder concentration of 0.065 gps in the slurry formulation.

Keywords: *Squeeze cementing, Well Integrity, Water Channeling*

Libraries:

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1. Definisi <i>Squeeze cementing</i>	4
2.1.1. Semen.....	5
2.2. Teknik <i>Squeeze cementing</i>	6
2.2.1. Low Pressure <i>Squeeze cementing</i>	6
2.2.2. High Pressure <i>Squeeze cementing</i>	7
2.2.3. Metode Penempatan Bubur Semen	8
2.2.3.1. Metode <i>Bradenhead</i>	8
2.2.3.2. Metode <i>Squeeze Packer/Bullhead</i>	9
2.2.4. Metode Pemompaan.....	11
2.2.4.1. Metode <i>Running Squeeze Pumping</i>	11
2.2.4.2. Metode <i>Hesitation Squeeze Pumping</i>	11

2.3. Perencanaan Pekerjaan <i>Squeeze cementing</i>	11
2.3.1. Fluida Dalam Sumur	12
2.3.2. Desain Bubur Semen.....	12
2.3.2.1. Suhu dan Tekanan.....	12
2.3.2.2. Jenis Semen.....	13
2.3.2.3. Volume Bubur Semen.....	13
2.3.2.4. Pengendalian Filtrasi.....	13
2.3.3. Tekanan <i>Squeeze</i>	14
2.3.4. Waktu Pemompaan	15
2.3.5. Compressive strength.....	15
2.3.6. <i>Injectivity Test</i> (Test Injeksi).....	15
2.4. Perhitungan Untuk Pekerjaan <i>Squeeze cementing</i>	16
2.4.1. Perhitungan Volume Bubur Semen.....	16
2.4.2. Perhitungan Volume Aditif.....	17
2.4.3. Perhitungan Tinggi Kolom Semen.....	17
2.4.4. Perhitungan Tekanan.....	18
2.4.5 Perhitungan Tekanan Pompa	19
2.4.6 Perhitungan <i>Spacer</i>	19
2.4.7 Perhitungan <i>Displacement Fluid</i>	20
 BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian	21
3.2. Waktu Penelitian.....	22
3.3. Studi Literatur.....	23
3.4 Pengambilan Data.....	23
3.5 Langkah Kerja Penelitian.....	24
3.6 Bagan Alir Penelitian.....	24
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Perhitungan Teknis Operasional <i>Squeeze cementing</i>	27
4.1.1 Program <i>Squeeze cementing</i> pada Sumur “PNN-A”	27
4.1.2 Data yang Dibutuhkan Untuk Perencanaan Pekerjaan <i>Squeeze cementing</i> Sumur “PNN-A”	30
4.1.3 Perencanaan Teknis dan Perhitungan <i>Squeeze cementing</i> pada Sumur “PNN-A”	31
4.1.3.1 Perhitungan Volume Bubur Semen	32

4.1.3.2 Perhitungan Volume Aditif.....	34
4.1.3.3 Perhitungan Ketinggian Kolom Semen	35
4.1.3.4 Perhitungan Tekanan <i>Squeeze</i>	36
4.1.3.5 Perhitungan Tekanan Maksimum Pompa atau <i>Maximum Allowable Surface Pressure</i> (MASP).	38
4.1.3.6 Perhitungan <i>Spacer</i>	39
4.1.3.7 Perhitungan <i>Displacement Fluid</i>	39
4.2 Analisis Perbandingan Parameter Perencanaan dan Pelaksanaan	40
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
 DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Low-Pressure Squeeze cementing</i>	7
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>High-Pressure Squeeze cementing</i>	8
Gambar 2.3 Ilustrasi Metode <i>Bradenhead</i>	9
Gambar 2.4 Ilustrasi Metode <i>Squeeze Packer</i>	10
Gambar 2.5 <i>Node</i> Oleh Beberapa <i>Water Loss</i> yang Berbeda	14
Gambar 3.1 Peta kesampaian daerah penelitian	21
Gambar 3.2 Wilayah kerja PT Pertamina Hulu Rokan Zona 4, Prabumulih <i>Field</i>	22
Gambar 3.3 Bagan alir penelitian.....	25
Gambar 4.1 Profil Sumur “PNN-A”	27
Gambar 4.2 Perhitungan volume semen pada program aktual	28
Gambar 4.3 <i>Wellbore Schematic</i> “PNN-A”	29
Gambar 4.3 <i>Thickening time</i> @100 Bc Selama 5 Jam 28 Menit	42

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 <i>Compressive strength</i> Semen Berdasarkan API	6
Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan penelitian.....	23
Tabel 4.1 Perbandingan Volume Bubur Semen yang Dibutuhkan.	34
Tabel 4.2 Perbandingan Penentuan Tekanan Maksimum Pemompaan Diizinkan (MASP).	38
Tabel 4.3 Parameter Program <i>Squeeze cementing</i> Sumur “PNN-A” pada	41
Tabel 4.4 Estimasi waktu pada pelaksanaan pekerjaan <i>squeeze cementing</i> Sumur “PNN-A” pada Lapisan PB25 E	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. <i>Well Profile</i>	49
Lampiran B. <i>Actual Calculation</i>	50
Lampiran C. <i>Job procedure</i>	51
Lampiran D. <i>Cement Lab Report</i>	52
Lampiran E. <i>Grafik Thickening Time</i>	53
Lampiran F. <i>Grafik Compressive Strength</i>	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perminyakan dan gas bumi merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia, di mana integritas sumur menjadi aspek krusial yang harus dipertahankan untuk memastikan produksi yang optimal dan aman. Salah satu tantangan utama dalam operasi sumur adalah terjadinya kebocoran pada *casing* atau biasa disebut dengan *near wellbore water channeling* seperti yang ditemukan pada sumur PNN-A ini, sehingga diperlukan teknik *remedial cementing* yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sumur “PNN-A” Lapangan “X” merupakan salah satu sumur pengembangan dengan kondisi *suspended* dikarenakan pada interval perforasi di kedalaman 2358-2361 m teridentifikasi adanya *near wellbore water channeling* maka dari itu akan dilakukan operasi *squeeze cementing* karena produksinya yang menurun dan melakukan *shut off* pada perforasi ini .

Menurut Nelson dan Guillot (2006), *squeeze cementing* merupakan proses penyemenan ulang yang dilakukan dengan memompa bubur semen ke dalam formasi atau celah-celah yang terdapat pada selubung sumur untuk menutup kebocoran atau memperbaiki semen primer yang rusak, di mana teknik ini telah menjadi standar dalam industri migas sebagai solusi untuk berbagai masalah integritas sumur.

Optimalisasi desain cement slurry menjadi aspek krusial dalam keberhasilan operasi penyemenan, di mana penggunaan slurry dengan densitas dan viskositas berbeda dapat membantu mengontrol aliran semen dan memastikan isolasi zona yang lebih efektif, sehingga mengurangi risiko kehilangan sirkulasi dan meningkatkan efisiensi penyemenan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain perencanaan pekerjaan *squeeze cementing* dengan mengintegrasikan analisis kondisi sumur yang komprehensif untuk meningkatkan tingkat keberhasilan operasi, sehingga dapat dicapai efisiensi operasi yang lebih baik, dan pengurangan risiko kegagalan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perhitungan teknis operasional *squeeze cementing* yang meliputi volume bubur semen, volume aditif, perkiraan *top of cement*, tekanan maksimum pompa (MASP), tekanan *squeeze*, *spacer*, dan *displacement fluid* pada Sumur PNN-A?
2. Bagaimana perbandingan antara hasil perhitungan teknis perencanaan dengan data realisasi lapangan pada pekerjaan *squeeze cementing* Sumur PNN-A?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah analisis dan perhitungan pada pekerjaan *squeeze cementing* lapisan PB25E dan juga tidak membahas kondisi integritas sumur yang meliputi *casing*, *tubing*, atau komponen sumur lainnya secara detail. Skripsi ini dikerjakan tanpa memperhitungkan nilai keekonomian sumur.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan parameter teknis operasional *squeeze cementing* yang meliputi volume bubur semen, volume aditif, perkiraan *top of cement*, tekanan maksimum pompa (MASP), tekanan *squeeze spacer*, dan *displacement fluid* pada Sumur PNN-A.
2. Mengevaluasi tingkat akurasi perencanaan teknis dengan menganalisis perbandingan parameter perhitungan perencanaan dan parameter hasil pelaksanaan pada pekerjaan *squeeze cementing* Sumur PNN-A.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan uraian dari manfaat dari pelaksanaan penelitian:

- a. Manfaat bagi pihak perguruan tinggi

Implementasi penelitian ini akan menyediakan fondasi ilmiah yang kokoh sebagai rujukan dalam mengembangkan strategi *squeeze cementing* yang lebih optimal dan terdepan. Temuan studi ini juga menciptakan kesempatan untuk membangun kolaborasi yang solid antara dunia akademik dan pelaku industri, yang pada akhirnya akan meningkatkan kredibilitas lembaga serta memperluas jaringan kemitraan riset dan pengabdian masyarakat ke depannya.

b. Manfaat bagi perusahaan

Perusahaan akan mendapatkan sampel mengenai perencanaan *squeeze cementing* yang tidak hanya sesuai dengan kriteria teknis yang berlaku, tetapi juga mampu memaksimalkan efektivitas pelaksanaan.

c. Manfaat bagi pihak mahasiswa

Mahasiswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pengumpulan dan evaluasi data teknis *squeeze cementing*, yang memungkinkan mereka memperoleh pengalaman praktis yang sangat berharga untuk penyusunan Laporan Tugas Akhir. Lebih dari itu, keikutsertaan dalam kegiatan perencanaan operasi industri migas memberikan pemahaman aplikatif mengenai kompleksitas pelaksanaan di lapangan, sambil menumbuhkan dedikasi kerja yang optimal dan kematangan psikologis untuk menghadapi lingkungan kerja yang kompetitif di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. (2012). *"Specification for Casing and Tubing, API Specification SCT"*. American Petroleum Institute.
- Haswarpin, Y. P. 2015. *"Analisa Squeeze cementing Berdasarkan Data Log CBL Pada Sumur Ha-11"*. Seminar Nasional Cendekiawan.
- Kunetz, J. P. (2012). *Cementing Additives*. Balikpapan : NExT
- Nelson. E.B. 1990. *"Well Cementing"* Chapter 2 page 15, Chapter 3 page 33, Chapter 10 page 1 – 49, Chapter 13 page 1 – 17, Chapter 16 page 10 – 11. 500 Gulf Free Way, Houston, Texas: Schlumberger Educational Services.
- Norsok Standard D-010, 2013, Well Integrity in Drilling and Well Operations, Strandveien, Norsok Norway
- Prasetyo, Eko, et al. *"Perencanaan Squeeze cementing Metode Balance Plug Pada Sumur "X" Dan Sumur "Y" Di Lapangan Ogan Pt.pertamina Ep Asset 2 Prabumulih"*. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, vol. 2, no. 6, 2014.
- Rabia, H. 1985. *"Oil well Drilling Engineering"*. UK: Graham and Trotman, Oxford.
- Rubiandini, R. (2012). *"Teknik Operasi Pemboran I dan I"*. Institut Teknologi Bandung.
- Smith, D.K. 1976. *"Cementing"* Chapter 9 page 130 – 134, Chapter 12 page 168 – 169,. New York: Henry Doherty Memorial Of AIME, Society Of Petroleum Engineers Of AIME.
- Yazid, F. E., Hamid, A., & Affifah, A. N. (2016, April). *Evaluasi Penyemenan Casing Liner 7" Pada Sumur X-1 Dan Y-1 Blok Lmg*. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*.