

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Energi menggunakan Screw Oil Press Machine dengan temperatur 75°C, 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, 200°C dan putaran screw tetap pada 35 Hz. Temperatur yang berbeda menentukan kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon tetap, nilai kalor, kerapatan, laju pembakaran dan drop test.

Tabel 4.1 Data Perhitungan Analisa Proksimat Biopelet

Putaran Screw (Hz)	Temperatur Pemanasan (°C)	Analisa Uji Proksimat			
		Kadar	Kadar	Zat	Karbon
		Air (%)	Abu (%)	Terbang (%)	Tetap (%)
35	75	17,3469	1,9607	62,1331	18,5593
	100	16,6666	2,0408	62,2434	19,0492
	125	15,5339	1,9417	60,9561	21,5683
	150	14,2857	2,0833	61,6143	22,0167
	175	13,7254	1,9230	60,5746	23,7770
	200	13,5700	1,5400	60,6800	24,2100

Tabel 4.2 Data Pengujian Laju Pembakaran, Kerapatan, dan Drop Test

Putaran Screw (Hz)	Temperatur Pemanasan (°C)	Laju Pembakaran (g/s)	Drop Test (%)	Kerapatan (g/cm ³)
35	75	0,0788	2,7778	1,1890
	100	0,0467	1,1070	1,2786
	125	0,0367	1,4545	1,2975
	150	0,0240	1,1364	1,2456
	175	0,0199	0,3597	1,3116
	200	0,0155	0,3356	1,4060

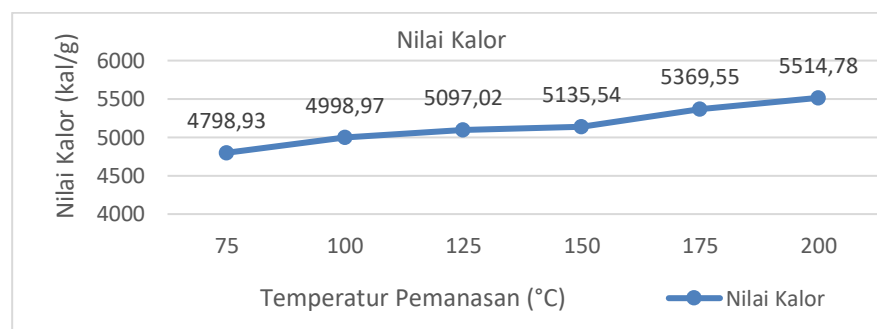
Tabel 4.3 Data Nilai Kalor Biopelet Biji Asam Jawa

Putaran Screw (Hz)	Temperatur Pemanasan (°C)	Hasil Uji Nilai Kalor (kal/g)
35	75	4798.9287
	100	4998.9720
	125	5097.0214
	150	5135.5350
	175	5369.5459
	200	5514.7759

4.2 Pembahasan

Biopelet dari biji asam jawa menggunakan Screw Oil Press Machine dengan variasi temperatur akan menentukan kualitas kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon tetap, nilai kalor, kerapatan, laju pembakaran dan drop test. Temuan dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mardiana Sari dan rekan-rekan (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan Screw Oil Press Machine dengan variasi Temperatur menghasilkan dampak pada kadar air, kandungan abu, kepadatan, kadar zat terbang, serta nilai kalor biopelet. (Jurnal Riset Ilmu Pendidikan).

4.2.1 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Nilai Kalor Biopelet

**Gambar 4.1** Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Nilai Kalor

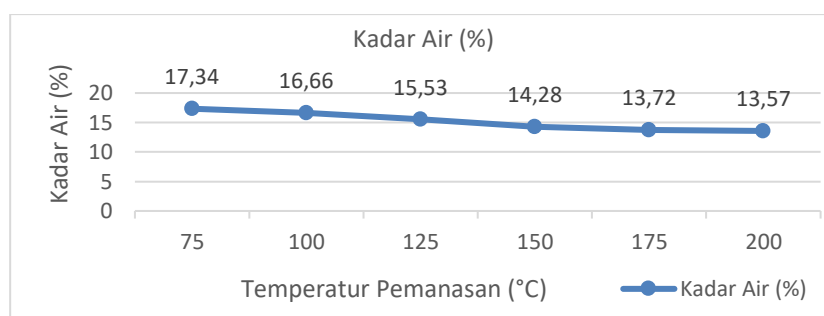
Menurut **Gambar 4.1**, nilai kalor dari biopelet meningkat dengan kenaikan temperatur pada Screw oil Press Machine. Nilai kalor mengalami kenaikan dari 4798,93 kal/g menjadi 5514,78 kal/g pada temperatur maksimal. Kenaikan ini menunjukkan bahwa memiliki dampak positif terhadap kandungan energi dalam biopelet. Mardiana Sari, Aminur, Wibowo, dan Ramadhoni (2025) menyatakan

bahwa peningkatan temperatur meningkatkan nilai kalor karena proses pemadatan berlangsung dengan lebih baik, sehingga biopelet memperoleh densitas energi yang lebih tinggi.

Peningkatan nilai kalor terjadi karena karbon tetap pada biopelet. Selain itu, karbon tetap mengindikasikan bahwa bahan bakar panas meningkat. Roig-Madrid dan rekan-rekannya (2025) dalam *Renewable and Sustainable Energy Reviews* mengungkapkan bahwa suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi nilai kalor biopelet, karena berkaitan langsung dengan peningkatan densitas energi, penurunan kadar kelembapan, serta peningkatan kekuatan mekanik pelet.

Hasil studi ini sejalan dengan riset yang dilakukan oleh Mardiana Sari dan rekan-rekan (2025) yang menemukan nilai kalor optimal pada suhu 200°C dengan menggunakan Mesin Press Minyak Secara Terkeluar. Riset tersebut mengindikasikan bahwa biopelet yang paling baik memiliki nilai kalor sebesar 5083,49 kal/g dan telah memenuhi standar kualitas SNI.

4.2.2 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Kadar Air Biopelet



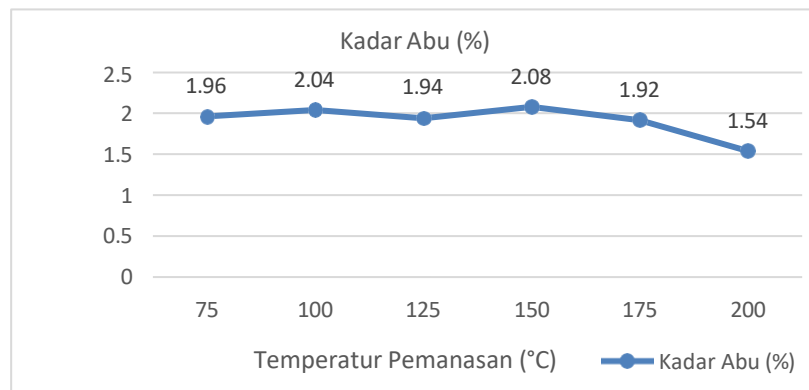
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Kadar Air

Berdasarkan pada **Gambar 4.2**, tingkat kelembapan biopelet menurun secara progresif ketika temperatur meningkat. Kadar kelembapan turun dari 17,34% menjadi 13,57%. Menurut Sinaga dkk (2024), kenaikan suhu selama proses pembuatan biopelet mempercepat penguapan, sehingga kadar air pada produk akhir menjadi lebih rendah dan kualitas pembakaran meningkat.

Penurunan ini mengindikasikan bahwa energi panas yang diterapkan selama proses mampu menguapkan sebagian besar air bebas yang terdapat dalam biomassa biji asam jawa. Munawar (2022) mengungkapkan bahwa kadar air yang sedikit akan meningkatkan proses pembakaran, mempercepat proses pengapian, dan meningkatkan nilai energi biopelet.

Namun, kadar air terendah tetap berada di angka 13,57%, sehingga masih sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan SNI 8675:2018, yakni 12%. Suryanto (2024), temuan dari penelitian ini menunjukkan peningkatan temperatur mengakibatkan penurunan kadar air biopelet dengan signifikan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengeringan awal yang lebih efisien sehingga kadar air biopelet dapat mencapai standar kualitas nasional dan memberikan hasil pembakaran yang lebih optimal.

4.2.3 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Kadar Abu Biopelet

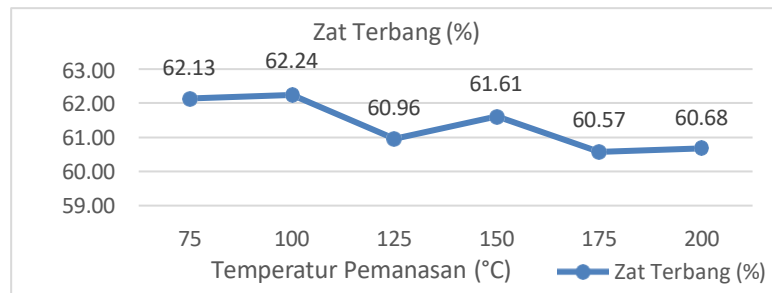


Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Kadar Abu

Berdasarkan **Gambar 4.3**, menunjukkan penurunan yang signifikan seiring dengan meningkatnya temperatur. Kadar abu turun dari 2,08% menjadi 1,54%. Penurunan mengindikasikan bahwa pengaruh temperatur menghasilkan biopelet dengan sisa pembakaran yang sedikit. Menurut Sucahyo dan rekan-rekan (2024), kadar abu adalah salah satu menilai kualitas biopelet karena berkaitan erat dengan efisiensi pembakaran serta jumlah residu yang dihasilkan setelah keseluruhan proses pembakaran.

Nilai terbaik untuk kadar abu 1,54%, yang telah mendekati, bahkan hampir memenuhi standar SNI 8675:2018, yang menetapkan batas maksimum kadar abu sebesar 1,5%. Oleh karena itu, peningkatan suhu pemanasan dapat menghasilkan biopelet yang memiliki kualitas pembakaran yang lebih baik dan menghasilkan lebih sedikit sisa pembakaran. Sinaga dkk (2024), dengan peningkatan temperatur, maka kandungan abu pada biopelet berkurang

4.2.4 Pengaruh Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Zat Terbang



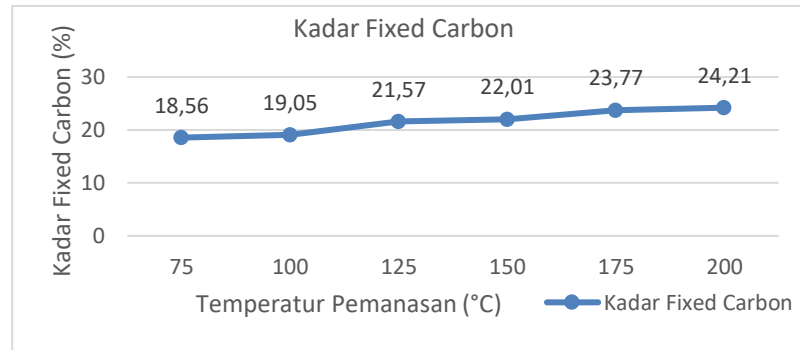
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Kadar Zat Terbang

Berdasarkan **Gambar 4.4**, penurunan kadar zat terbang biopelet dengan meningkatnya temperatur, akan menghasilkan asap yang lebih sedikit. Persentase menurun dari 62,24% menjadi 60,68%. Menurut Suryanto (2024), kadar zat terbang menunjukkan seberapa banyak senyawa organik yang bisa menguap ketika biomassa dibakar tanpa adanya oksigen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur maksimal memberikan kadar bahan terbang paling rendah, sehingga biopelet yang dihasilkan memiliki sifat pembakaran yang lebih stabil dibandingkan pada suhu lainnya. Utama dkk.(2023) yang menyebutkan bahwa peningkatan temperatur biopelet dapat menurunkan kandungan zat volatil karena sebagian besar senyawa volatil telah hancur selama pemanasan.

Hasil penelitian Utama dkk.(2023) yang menunjukkan bahwa peningkatan temperatur dapat menurunkan jumlah zat terbang karena hilangnya senyawa volatil dalam bahan baku biomassa. Dalam penelitian ini, kadar zat terbang terendah yaitu 60,68%, sehingga memenuhi standar SNI 8675:2018 yang menyatakan batas maksimal kadar zat terbang sebesar 80%. Oleh karena itu, temperatur tinggi bisa membuat biopelet yang lebih baik dalam pembakaran dan lebih ramah lingkungan, karena asap yang dikeluarkan cenderung lebih sedikit.

4.2.5 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Fixed Carbon



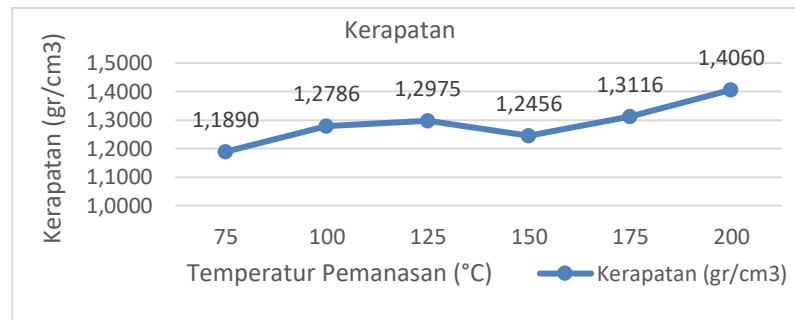
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Fixed Carbon

Berdasarkan **Gambar 4.5**, nilai kadar karbon tetap naik dari 18,56% menjadi 24,21% saat temperatur maksimal. Menurut Munawar (2022), fixed carbon adalah bagian karbon padat yang tersisa setelah air dan bahan volatil dihilangkan, sehingga komponen ini menjadi sumber utama energi saat proses pembakaran biomassa berlangsung.

Temperatur maksimal nilai fixed carbon dan nilai kalor biopelet juga meningkat. Bahwa kadar karbon tetap memiliki hubungan yang kuat dengan kemampuan biopelet untuk menghasilkan energi panas saat proses pembakaran terjadi. Hasil penelitian Sinaga dkk.(2024) menyatakan bahwa peningkatan temperatur selama proses biopelet dapat meningkatkan kadar karbon tetap, sehingga biopelet yang memiliki kualitas pembakaran lebih baik.

Pada temperatur maksimal, nilai fixed carbon 24,21%, yang melebihi batas minimum yang ditetapkan oleh SNI 8675:2018, 14%. Tingginya karbon tetap tersebut juga sesuai dengan naiknya nilai kalor biopelet. Hasil penelitian Sinaga dkk.(2024) menunjukkan bahwa peningkatan temperatur biopelet menyebabkan karbon tetap meningkat bertahap.

4.2.6 Pengaruh Temperatur Pemanasan Terhadap Kerapatan Biopelet

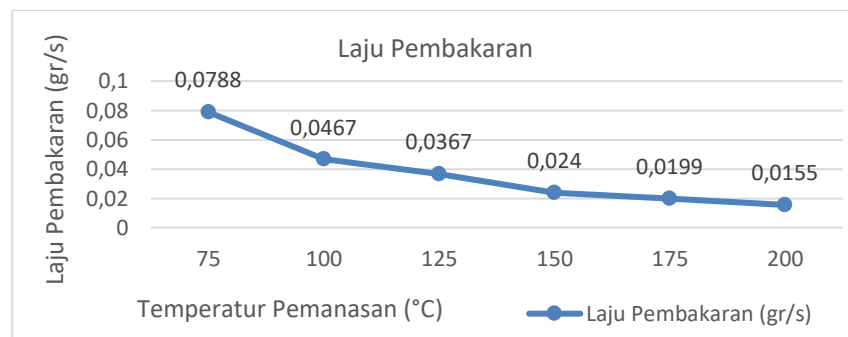


Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Kerapatan

Berdasarkan **Gambar 4.6**, nilai kerapatan naik dari 1,1890 g/cm³ menjadi 1,4060 g/cm³ saat temperatur maksimal. Menurut Aminur (2025), kenaikan temperatur menyebabkan biomassa terpadat lebih baik, sehingga menghasilkan biopelet yang memiliki tingkat kerapatan lebih tinggi.

Semua biopelet dalam penelitian ini memiliki berat jenis lebih dari 0,8 g/cm³, sehingga memenuhi standar SNI 8675:2018. Hasil penelitian Suryanto (2024) menyatakan bahwa peningkatan temperatur dapat meningkatkan kerapatan biopelet karena proses pengumpulan berjalan lebih baik.

4.2.7 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Laju Pembakaran Biopelet

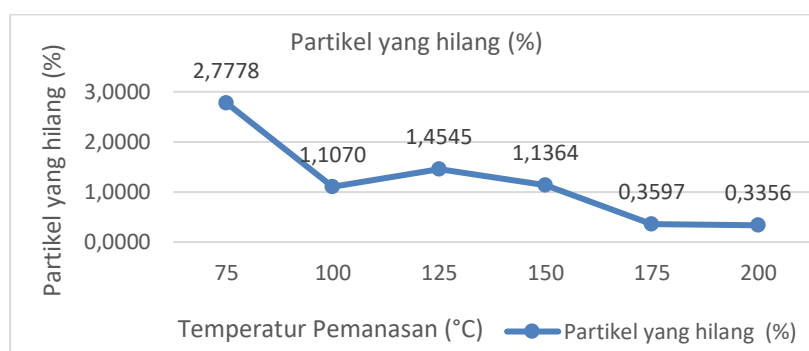


Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Laju Pembakaran

Berdasarkan **Gambar 4.7**, Penurunan tersebut menunjukkan bahwa biopelet membutuhkan waktu lebih lama untuk terbakar, sehingga api bisa tetap menyala dengan lebih stabil. Menurut Suryanto (2024), kecepatan api tergantung pada sifat fisik dari biopelet, seperti jumlah air, kepadatannya, dan kadar karbon yang tersisa. Biopelet dengan laju pembakaran yang lambat biasanya memiliki kualitas yang lebih baik karena energinya dilepaskan secara perlahan.

Dengan demikian, biopelet dengan kecepatan pembakaran terendah yaitu 0,0155 g/s, sehingga mampu memberikan pembakaran yang lebih stabil dan durasi nyala yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Utama dkk.(2023) yang menyatakan bahwa peningkatan temperatur menyebabkan laju pembakaran biopelet berkurang karena struktur biopelet menjadi lebih padat dan kadar karbon tetap meningkat.

4.2.8 Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Ketahanan Biopelet Berdasarkan Drop Test



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Temperatur Pemanasan Drop Test

Berdasarkan **Gambar 4.8**, hasil uji drop test menunjukkan bahwa persentase kerugian massa biopelet mengalami penurunan. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa biopelet mampu bertahan lebih baik terhadap benturan. Menurut Roig-Madrid (2025), kekuatan mekanik biopelet merupakan salah satu hal penting karena memengaruhi kemampuan biopelet untuk tetap awet selama penyimpanan.

Dalam penelitian ini, kehilangan berat yang paling rendah yaitu 0,3356%, yang menunjukkan bahwa biopelet memiliki sifat mekanik yang sangat baik dan lebih kuat tahan terhadap kerusakan saat diproses. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sucahyo dan rekan-rekannya (2024) yang menyatakan bahwa biopelet dengan kerapatan tinggi memiliki kehilangan massa yang lebih kecil dalam pengujian drop test.

4.3 Menentukan Temperatur Pemanasan Dengan Standar SNI 8675:2018

Penentuan temperatur dengan membandingkan SNI 8675:2018 sebagai standar kualitas biopellet di Indonesia. Menurut He dkk.(2024), kualitas biopellet perlu diperiksa secara mendalam karena setiap aspeknya saling memengaruhi selama proses biomassa. Variasi temperatur terhadap kualitas biopellet pada Screw Oil Press Machine dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dan kondisi temperatur maksimal biopellet pada screw oil press machine dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.4 Variasi Temperatur Pemanasan Biopellet Pada Screw Oil Press Machine

Temperatur Pemanasan (°C)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (kal/g)	Kerapatan (gr/cm ³)	Laju Pembakaran (gr/s)	Drop Test (%)
75	17,34	1,96	62,13	18,5	4798,3	1,18	0,0788	2,77
100	16,66	2,04	62,24	19,04	4998,7	1,27	0,0467	1,10
125	15,53	1,94	60,95	21,56	5097,2	1,29	0,0367	1,45
150	14,28	2,08	61,61	22,01	5135,4	1,24	0,0240	1,13
175	13,72	1,92	60,57	23,77	5369,5	1,31	0,0199	0,35
200	13,57	1,54	60,68	24,21	5514,8	1,40	0,0155	0,33

Sumber; Hasil data didapatkan dari pengujian Lab. Energi dan Lab. Satuan Operasi (2026)

Tabel 4.5 Kondisi Temperatur Maksimal Pada Screw Oil Press Machine

Parameter	SNI 8675:2018	Biopellet Biji Asam Jawa
Kadar air (%)	≤ 12%	13,57 %
Kadar abu (%)	≤ 1,5%	1,54 %
Nilai kalor (kal/g)	≥ 4000 kal/kg	5514 kal/kg
Zat Terbang (%)	≤ 80%	60,68 %
Fixed Carbon (%)	≥ 14 %	24,21 %
Kerapatan (g/cm ³)	≥ 0,8 g/cm ³	1,40 g/cm ³
Drop Test (%)	-	0,33 %
Laju Pembakaran (gr/s)	-	0,0155 gr/s

Sumber : SNI 8675:2018 Pelet Biomassa untuk Energi.

Penelitian menunjukkan bahwa pada temperatur maksimal memberikan karakteristik biopellet yang paling baik dibandingkan dengan lainnya. Penelitian oleh Mardiana Sari, Aminur, Wibowo, dan Ramadhoni (2025) juga menunjukkan bahwa menggunakan mesin tekan minyak sekrup pada temperatur 200°C menghasilkan biopellet dengan kualitas terbaik dibandingkan dengan suhu yang lebih rendah.

Berdasarkan Kondisi Temperatur Maksimal Pada Screw Oil Press Machine di **Tabel 4.5**, nilai kalor yang didapatkan 5514,78 kal/g sudah melebihi batas minimum, yang menunjukkan bahwa biopellet biji asam jawa memiliki kemungkinan besar sebagai bahan bakar padat alternatif. Nilai kerapatan 1,4060 g/cm³ menunjukkan bahwa biopellet memiliki bentuk yang padat, sehingga lebih praktis untuk disimpan, dibawa, dan digunakan sebagai bahan bakar. Menurut He dan rekan-rekannya (2024), semakin tinggi densitas biopellet maka semakin tinggi pula densitas energi, daya tahan mekanik, serta efisiensi pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air pada biopellet masih mencapai 13,57%, sehingga belum mencapai batas maksimum, yaitu 12%. Selain itu, kadar abu mencapai 1,54% yang sedikit lebih tinggi dari batas maksimum 1,50%, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biopellet dari biji asam jawa menggunakan Screw Oil Press Machine pada putaran screw tetap 35 Hz dengan temperatur 200°C menjadi kondisi maksimal berdasarkan SNI 8675:2018.