



LOCTITE 402

**Lem Instan
dengan Performa Tak Tertandingi.**

Áine Mooney
Martin Smyth
Tammy Gernon
Michael Jordan
Oliver Droste
Christine Marotta



Para teknisi manufaktur dan desainer industri selalu mencari solusi inovatif yang memungkinkan penerapan desain baru dan canggih, serta meningkatkan proses manufaktur secara keseluruhan. Penggunaan perangkat berukuran lebih kecil dengan performa lebih baik saat ini menjadi tren di berbagai industri. Perangkat berukuran kecil memerlukan proses perakitan dan material yang inovatif serta tingkat ketelitian yang tinggi: demi menyediakan berbagai fungsi dalam ruang yang lebih terbatas serta mempertahankan atau menyempurnakan performa perangkat akhir. Proses desain perangkat semacam ini dapat menimbulkan tantangan baru, khususnya dari segi perakitan dan ketika mempertimbangkan elemen performa baru. Misalnya, panas yang dihasilkan oleh perangkat ini nantinya.

Saat ini tersedia berbagai solusi perakitan bagi teknisi. Mulai dari metode mekanis, seperti pengencangan, hingga penggunaan selotip, pengelasan (ultrasonik, pelarut), dan perekatan adalah beberapa contohnya. Setiap metode perakitan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Tabel 1 menyajikan gambaran umum tentang berbagai metode perakitan beserta kelebihan dan kekurangan utamanya.

TABEL 1
Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Metode Perakitan.

METODE PERAKITAN	KELEBIHAN	KEKURANGAN
Pengencangan Mekanis	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat • Ekonomis • Pengeringan tidak membutuhkan waktu lama • Mampu merekatkan dua material berbeda 	<ul style="list-style-type: none"> • Penyimpanan komponen memakan tempat • Sulit diautomasi • Konsentrasi tekanan di sekitar pengencang • Merenggang dalam jangka panjang • Tidak efektif untuk menyegel celah
Pengelasan Ultrasonik	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah diautomasi • Proses sederhana • Daya rekat kuat • Lebih cepat 	<ul style="list-style-type: none"> • Investasi modal tinggi • Pemeliharaan sistem yang rumit • Sulit merekatkan dua material berbeda • Tidak efektif untuk mengisi celah
Selotip	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya yang terjangkau • Waktu setting yang cepat • Mampu merekatkan dua material berbeda 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulit diautomasi • Pengaplikasian tidak akurat • Substrat yang sulit direkatkan
Lem	<ul style="list-style-type: none"> • Mampu merekatkan dua material berbeda • Distribusi tekanan merata • Mengisi celah yang besar • Menyegel celah • Mudah diautomasi • Merekatkan material yang sulit direkatkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaplikasian kurang efisien • Pengeringan memerlukan waktu lama (untuk beberapa peralatan) • Beberapa formula resistan terhadap suhu yang lebih rendah

Pada perakitan menggunakan lem, tersedia beberapa opsi. Misalnya, lem epoksi, perekat panas, lem UV, lem akrilik dua komponen, dan sianokrilat (atau lem instan). Lem sianokrilat menawarkan banyak kelebihan dibanding metode perakitan lainnya, termasuk tetapi tidak terbatas pada:

- Instalasi cepat
- Mudah kering dalam suhu ruang
- Satu langkah dan satu komponen
- Daya rekat kuat untuk berbagai bahan plastik, logam, dan elastomer
- Daya rekat kuat untuk bahan-bahan yang sulit direkatkan (mis. polietilena, polipropilena)
- Pengaplikasian mudah/akurat

Pada lem instan, terdapat beberapa kekurangan yang terutama disebabkan oleh sifat termoplastik: suhu pengoperasian maksimum normal pada 82°C; tingkat pengisian celah maksimum 2,5 mm untuk varian viskositas tinggi; mudah rapuh; dan tidak tahan lama di lingkungan basah.

Sejak diperkenalkan lebih dari 50 tahun yang lalu, sianoakrilat telah mengalami kemajuan formulasi yang cukup baik dengan varian baru yang tangguh dan fleksibel, formula suhu tinggi (hingga 121°C), dan bahkan varian minim bau. Inovasi terbaru ini menggabungkan berbagai karakteristik performa optimal bermacam lem instan terbaik menjadi satu solusi baru.

MEMPERKENALKAN LOCTITE 402

LOCTITE 402 adalah inovasi produk terbaru dari Henkel, dengan teknologi yang sudah dipatenkan dan performa yang mengungguli kemampuan etil sianoakrilat standar. Lem instan dengan performa tak tertandingi ini menggabungkan kemampuan instalasi cepat dan daya rekat kuat, dengan performa pada suhu tinggi yang terbaik di kelasnya dan daya tahan yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan.

Instalasi cepat dan daya rekat kuat

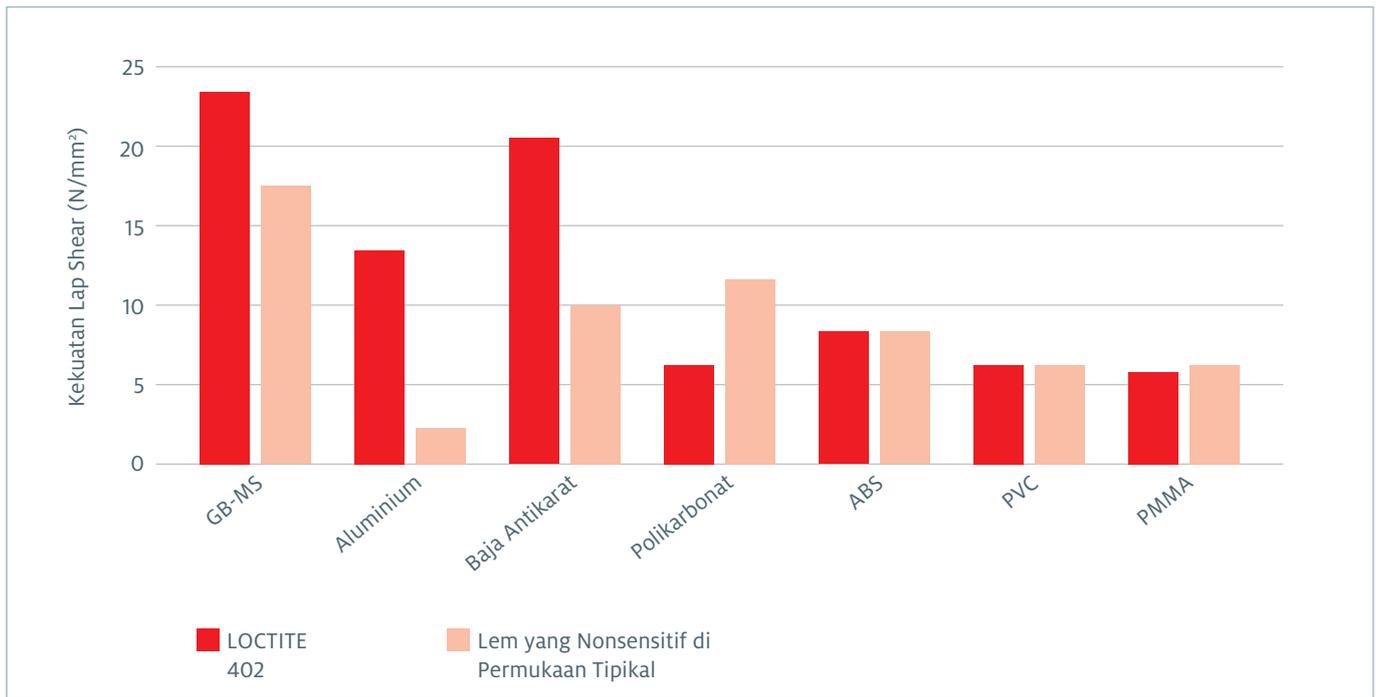
LOCTITE 402 terbukti cepat merekat pada berbagai substrat, termasuk logam, plastik, karet, dan bahan berpori (misalnya kertas dan kayu), dibanding perekat yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

LOCTITE 402 memiliki daya rekat kuat pada berbagai jenis logam dan plastik (lihat Gambar 1). Dibanding lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, lem ini menunjukkan performa yang lebih baik pada logam, seperti aluminium dan baja antikorosi. LOCTITE 402 juga memiliki kekuatan lap shear yang luar biasa pada semua plastik yang diuji.

TABEL 2

Kecepatan Instalasi LOCTITE 402 dan Lem yang Nonsensitif terhadap Permukaan Tipikal pada Berbagai Substrat.

BAHAN	LOCTITE 402	LEM YANG NONSENSITIF TERHADAP PERMUKAAN TIPIKAL
Baja karbon	< 5 detik	< 5 detik
Aluminium	< 5 detik	< 5 detik
Baja Antikarat	30 hingga 45 detik	20 hingga 30 detik
Polikarbonat	< 5 detik	< 5 detik
ABS	< 5 detik	< 5 detik
PVC	10 hingga 20 detik	5 hingga 10 detik
Kertas	5 hingga 20 detik	< 5 detik
Kayu (Ek)	30 hingga 45 detik	30 hingga 45 detik
Kulit	30 hingga 45 detik	10 hingga 20 detik
Karet EPDM	< 5 detik	< 5 detik



Gambar 1

Kekuatan lap shear LOCTITE 402 dan lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal pada berbagai logam dan plastik setelah pengeringan selama tujuh hari pada suhu ruang.

Performa pada suhu tinggi yang terbaik di kelasnya

Batas suhu pengoperasian aman yang umum untuk lem sianoakrilat adalah 82°C. Hingga kini, resistansi termal yang buruk masih menjadi kekurangan lem instan berbasis etil, khususnya ketika perekat terpapar suhu tinggi dalam waktu yang lama. Resistansi termal yang buruk ini disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor. Ini termasuk polimer kering yang melunak pada suhu yang mendekati suhu transisi kaca (T_g)-nya dan penurunan kualitas mekanis. Misalnya, kekuatan tarik dan kekuatan geser, akibat depolimerisasi polimer linear. Ulasan komprehensif mengenai hal ini diterbitkan pada tahun 2017.

Salah satu solusi bagi masalah resistansi termal ini adalah penggunaan monomer sianoakrilat yang mampu membentuk struktur polimer berikatan silang, seperti alil 2-sianoakrilat. Ketika dipanaskan hingga suhu sekitar 150°C atau lebih tinggi, ikatan silang polimer linear alil sianoakrilat akan terbentuk melalui polimerisasi radikal. Proses ini menghasilkan polimer yang memiliki resistansi termal. Namun, jika ikatan silang polimer alil tidak terbentuk, resistansi termal pada perekat instan berbasis alil akan sama buruknya dengan polimer sianoakrilat lainnya. Oleh karena itu, diperlukan langkah pemrosesan tambahan dengan paparan suhu tinggi sekitar 150°C untuk memberikan resistansi termal pada sambungan yang direkatkan dengan alil 2-sianoakrilat. Langkah pemrosesan tambahan ini dapat meningkatkan waktu dan biaya secara signifikan selama proses perakitan di pabrik.

LOCTITE 402 dibuat dengan teknologi berpaten baru yang dikembangkan oleh Henkel untuk mengatasi keterbatasan performa suhu tinggi ini. LOCTITE 402 mengandung campuran monomer etil dan alil sianoakrilat, dikombinasikan dengan paket aditif yang telah dipatenkan. Berkat campuran monomer etil dan alil sianoakrilat ini, LOCTITE 402 dapat diaplikasikan pada suhu tinggi seperti halnya lem instan lainnya, tanpa memerlukan langkah pemrosesan tambahan. Monomer etil sianoakrilat mendukung performa panas awal LOCTITE 402 pada suhu tinggi hingga reaksi ikatan silang monomer alil terbentuk. Waktu yang diperlukan hingga reaksi ikatan silang ini terbentuk bergantung pada suhu paparan.

Ada tiga karakteristik termal yang dianggap vital bagi daya tahan produk terhadap panas secara keseluruhan: (i) kekuatan panas; (ii) ketahanan panas dalam jangka panjang pada suhu tinggi; dan (iii) kekuatan panas setelah lama terpapar suhu tinggi. Dalam bagian berikut ini, kami akan memaparkan analisis tentang setiap karakteristik dan memberikan bukti keunggulan LOCTITE 402 dibanding lem instan lainnya.

Kekuatan panas

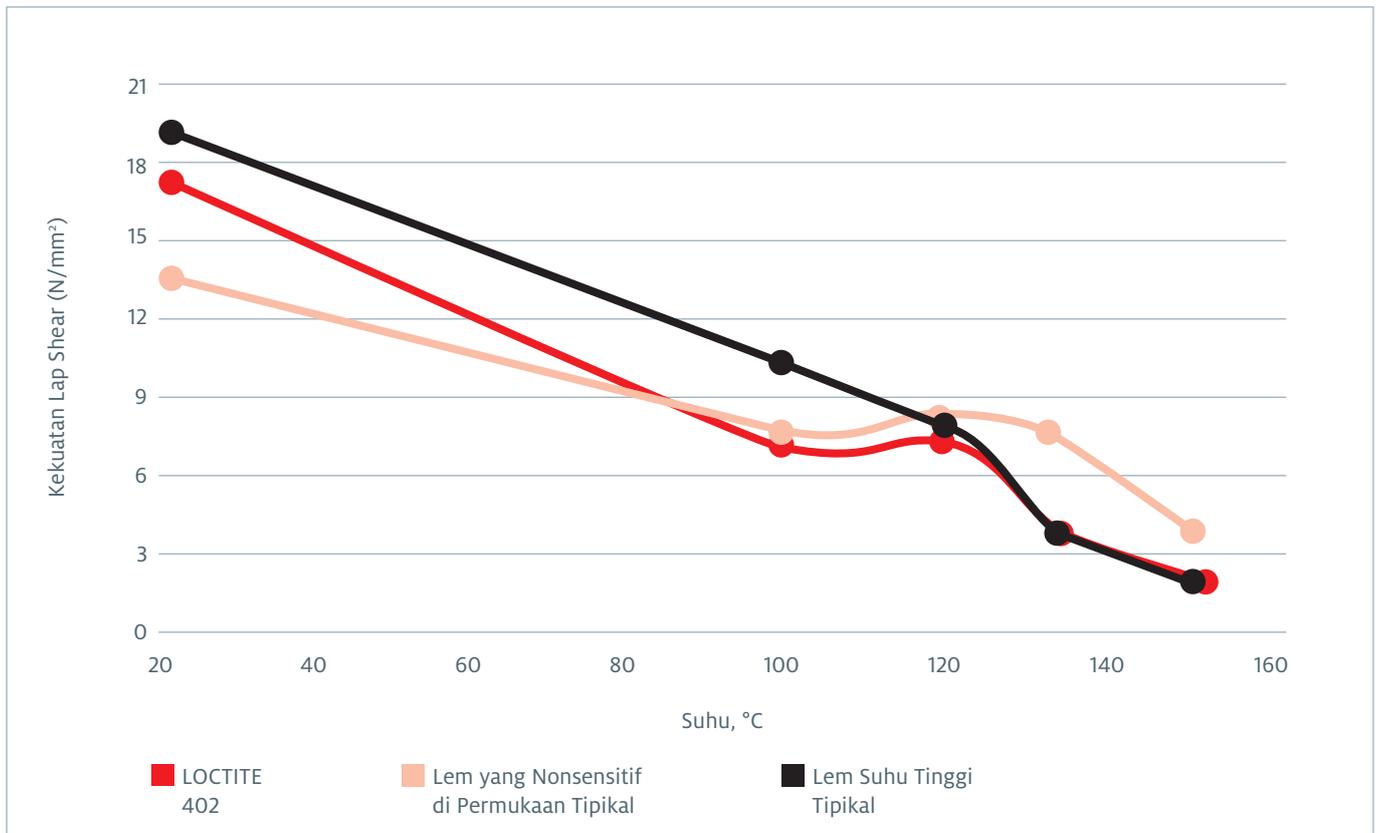
Kekuatan panas adalah kekuatan lem yang diukur pada suhu tinggi. Polimer sianoakrilat diklasifikasikan sebagai bahan termoplastik. Artinya, polimer ini akan melunak ketika dipanaskan pada suhu yang mendekati suhu transisi kaca (Tg)-nya. Nilai Tg beberapa ester sianoakrilat pada umumnya tercantum dalam Tabel 3.

TABEL 3
Nilai Suhu Transisi Kaca (Tg) Ester Sianoakrilat pada Umumnya.¹

ESTER SIANOAKRILAT	TG (°C)
Metil	165
Etil	140 –150
n-Butil	90
B-Metoksietil	85
Alil	130

Polimer etil sianoakrilat diketahui memiliki Tg pada kisaran 140°C–150°C. Dengan demikian, bahan ini akan mulai melunak dan meleleh pada suhu yang mendekati atau melampaui kisaran Tg tersebut. Sambungan lap shear yang direkatkan dan disimpan pada suhu yang mendekati atau melampaui kisaran tersebut, menunjukkan kekuatan yang rendah. Pada suhu di atas Tg, polimer sianoakrilat mulai mengalami depolimerisasi sehingga terjadi penurunan kualitas mekanis. Misalnya, kekuatan tarik dan kekuatan geser.

Gambar 2 menunjukkan kekuatan panas LOCTITE 402 pada suhu tinggi, dibanding lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal dan lem instan suhu tinggi tipikal, pada lap shear baja antikorosi setelah pengeringan selama tujuh hari pada suhu ruang. Dalam setiap kasus, teramati terjadinya penurunan kekuatan lap shear pada rekatkan sambungan setiap kali suhu lingkungan ditingkatkan. Pada suhu 135°C, kekuatan lap shear adalah sekitar 3 N/mm² untuk rekatkan sambungan.



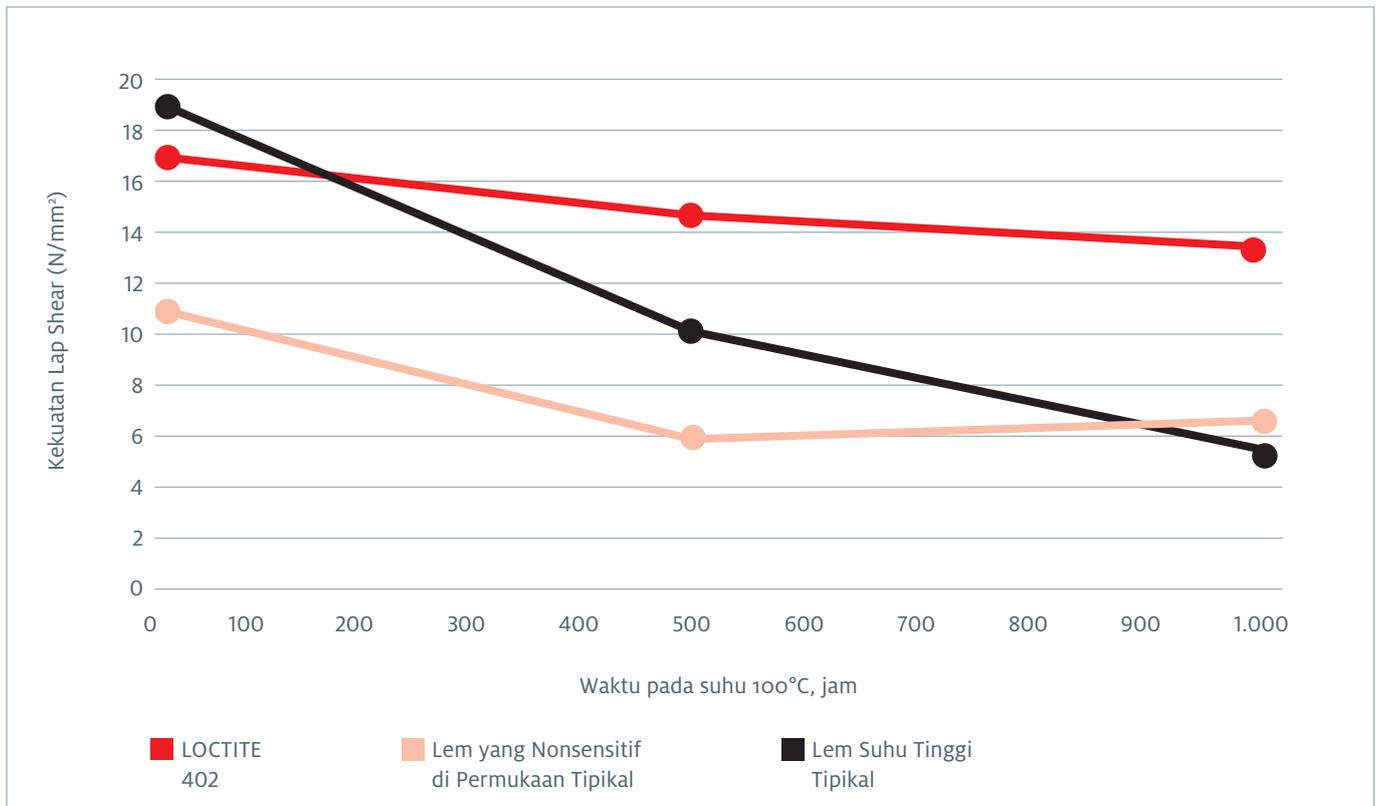
Gambar 2
Kekuatan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan perekat suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikarat setelah pengeringan selama tujuh hari pada suhu ruang.

Ketahanan panas

Ketahanan panas merupakan kemampuan lem kering pada rekatan sambungan dalam mempertahankan daya rekatnya pada suhu ruang awal setelah rekatan sambungan tersebut terpapar suhu tinggi dalam jangka panjang, yang kemudian dipulihkan dan diuji pada suhu ruang. Paparan panas akan berdampak pada melemahnya rekatan antara sambungan polimer sianokrilat dan substrat yang direkatkan. Umumnya, daya rekat dari lem instan melemah drastis ketika rekatan sambungan terpapar suhu yang jauh di bawah suhu Tg-nya.

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal diketahui setelah terpapar suhu yang berkisar antara 100°C hingga 150°C (lihat Gambar 3 sampai 6). Pada semua kasus, lap shear baja antikarat digunakan dan lap shear yang direkatkan tersebut dikeringkan selama tujuh hari pada suhu ruang sebelum dipapari suhu tinggi.

Setelah terpapar suhu 100°C selama 1.000 jam, LOCTITE 402 mempertahankan 79% dari kekuatan awalnya (lihat Gambar 3). Performa lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal juga tampak baik dengan mempertahankan 59% dari kekuatan awalnya. Sebaliknya, perekat suhu tinggi tipikal mempertahankan 29% kekuatannya.



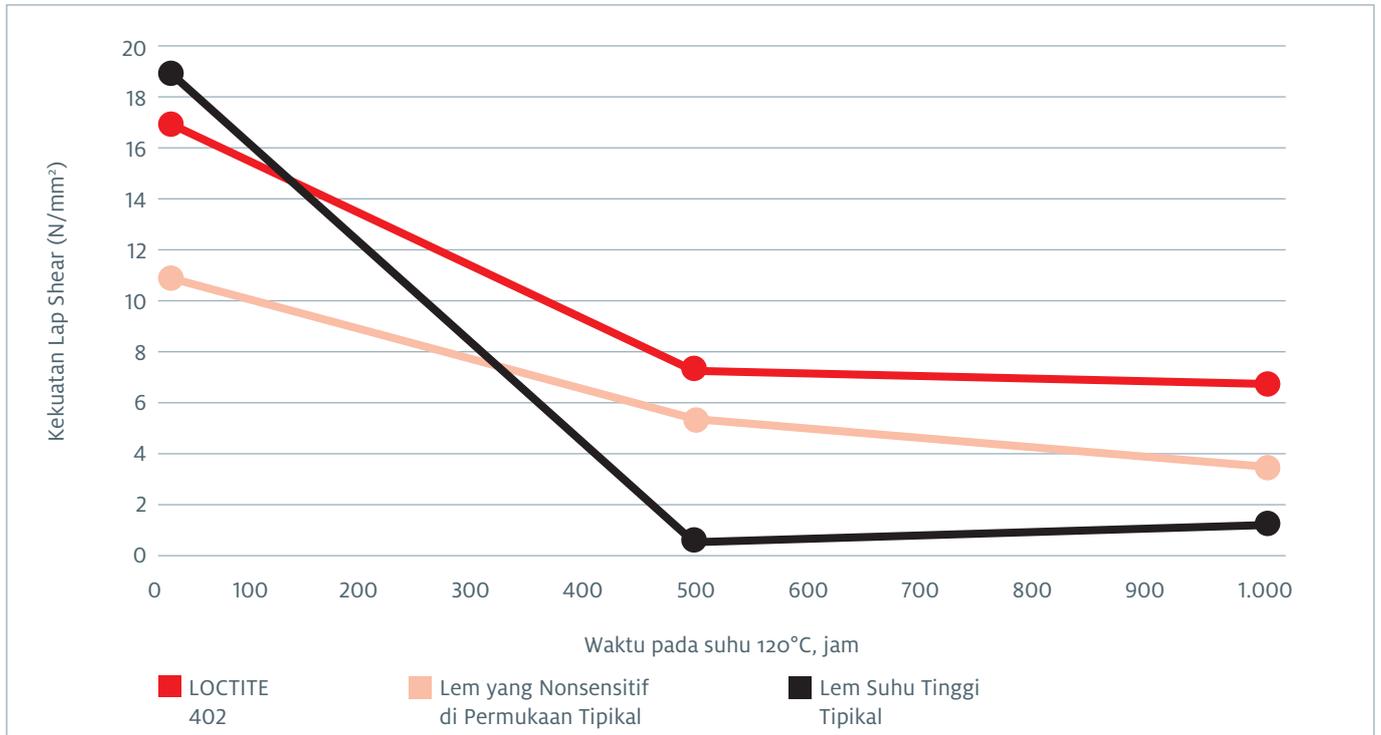
Gambar 3

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikorosi setelah terpapar suhu 100°C selama 1.000 jam.

Gambar 4 menunjukkan ketahanan panas LOCTITE 402 setelah terpapar suhu 120°C selama 1.000 jam dibanding perekat yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal dan lem suhu tinggi tipikal. Teramati bahwa daya rekat dari lem suhu tinggi tipikal menurun drastis. Kekuatan lap shear lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal tetap bertahan pada 3,9 N/mm² meski terpapar selama 1.000 jam. Sebaliknya, kekuatan lap shear LOCTITE 402 tetap bertahan pada 6,5 N/mm² (atau 38% dari kekuatan awal) meski terpapar selama 1.000 jam.

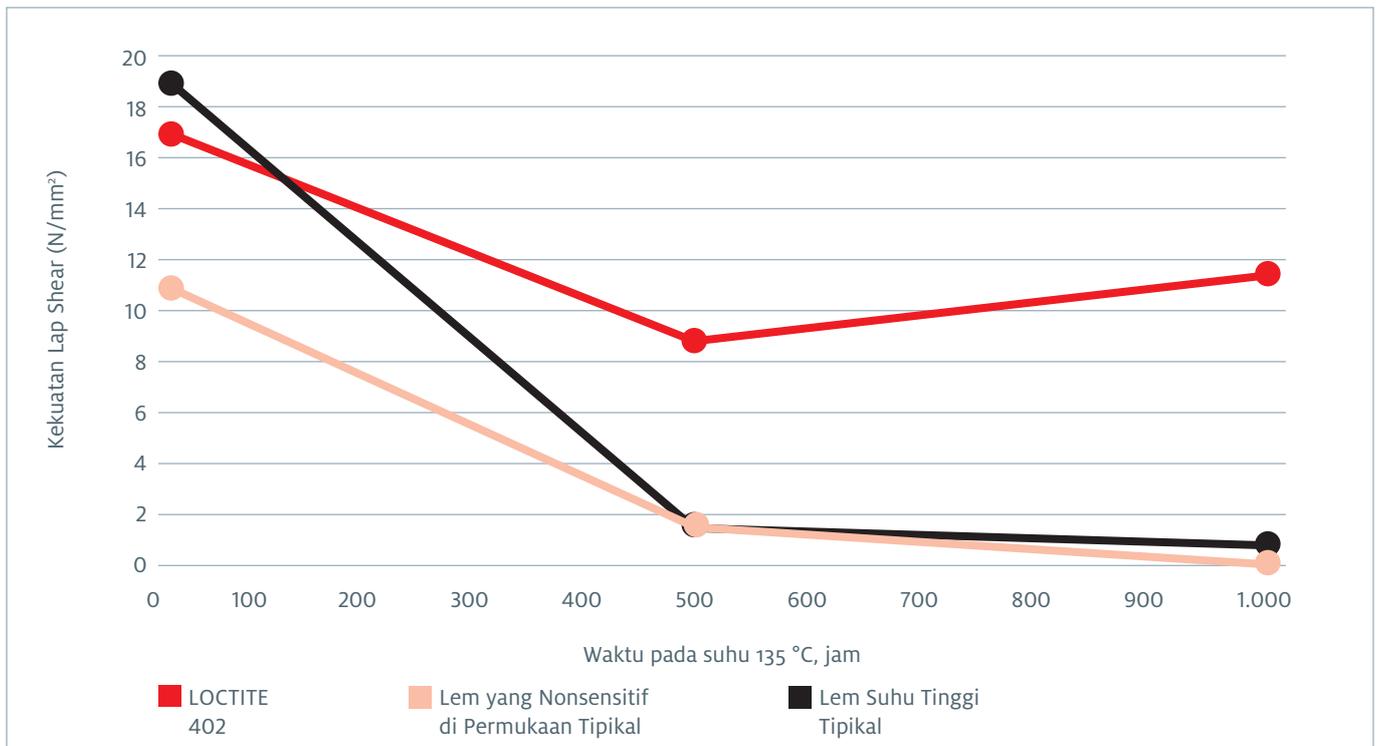
Ketika suhu ditingkatkan lagi hingga 135°C, performa ketahanan panas LOCTITE 402 menjadi makin jelas (lihat Gambar 5). Setelah terpapar suhu 135°C selama 1.000 jam, kekuatan lap shear LOCTITE 402 tetap bertahan pada 11,3 N/mm² atau 66% dari kekuatan awal. Sebaliknya, kekuatan lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal dan perekat suhu tinggi tipikal menunjukkan penurunan drastis dalam 500 jam. Setelah terpapar selama 1.000 jam, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal dan lem suhu tinggi tipikal menunjukkan kekuatan nol, yang menunjukkan bahwa terjadi degradasi polimer linear.

Ketahanan panas LOCTITE 402 dipertahankan saat terpapar suhu tertinggi, yaitu 150°C (lihat Gambar 6). Setelah terpapar selama 1.000 jam, LOCTITE 402 mempertahankan 49% dari daya rekat awalnya. Sebaliknya, lem suhu tinggi tipikal menunjukkan penurunan performa yang drastis setelah terpapar dalam 500 jam pertama. Lem jenis ini hanya mampu mempertahankan 9% dari daya rekat awalnya. Penurunan kekuatan lap shear yang lebih drastis teramati pada lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal. Lem jenis ini memiliki nol daya rekat setelah terpapar suhu 150°C selama 500 jam. Ini membuktikan bahwa degradasi polimer linear terjadi lebih cepat ketika suhu paparan ditingkatkan.



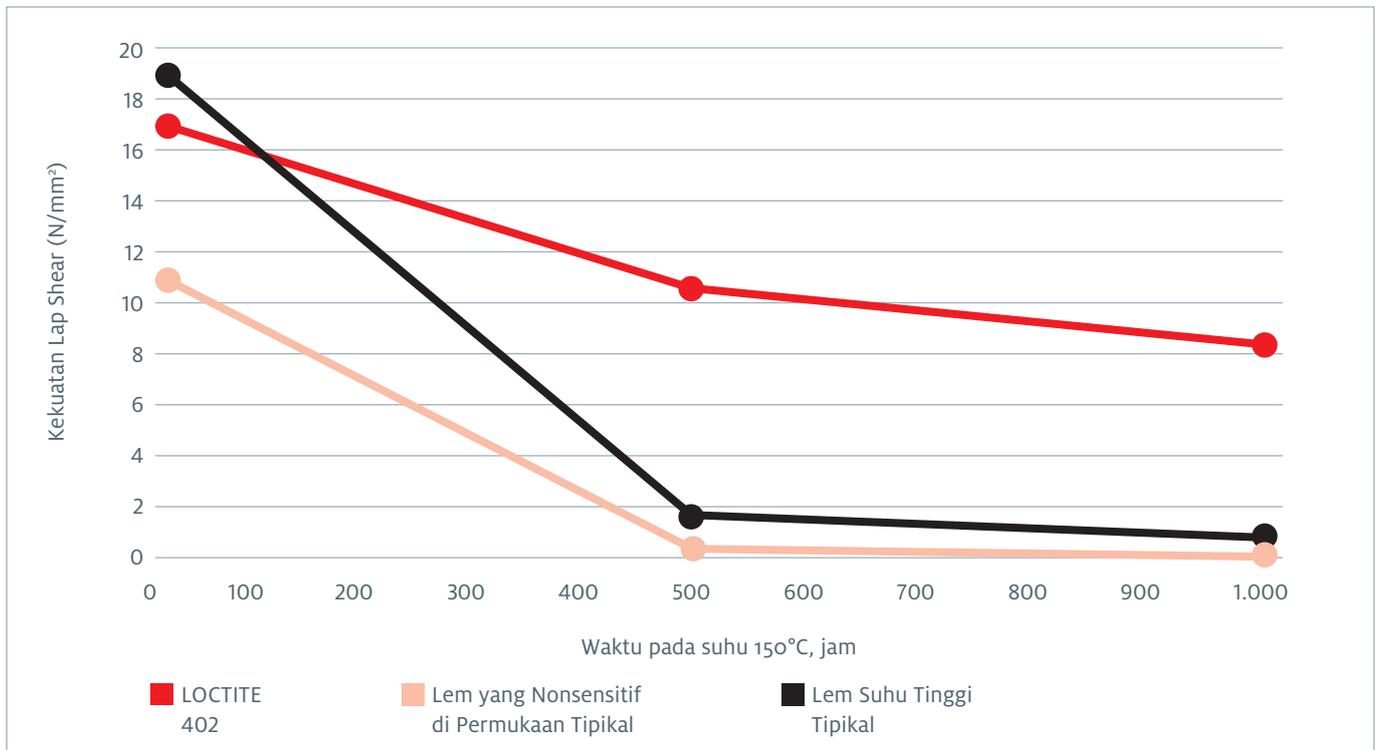
Gambar 4

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikorasi setelah terpapar suhu 120°C selama 1.000 jam.



Gambar 5

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikorasi setelah terpapar suhu 135°C selama 1.000 jam.



Gambar 6

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikarat setelah terpapar suhu 150°C selama 1.000 jam.

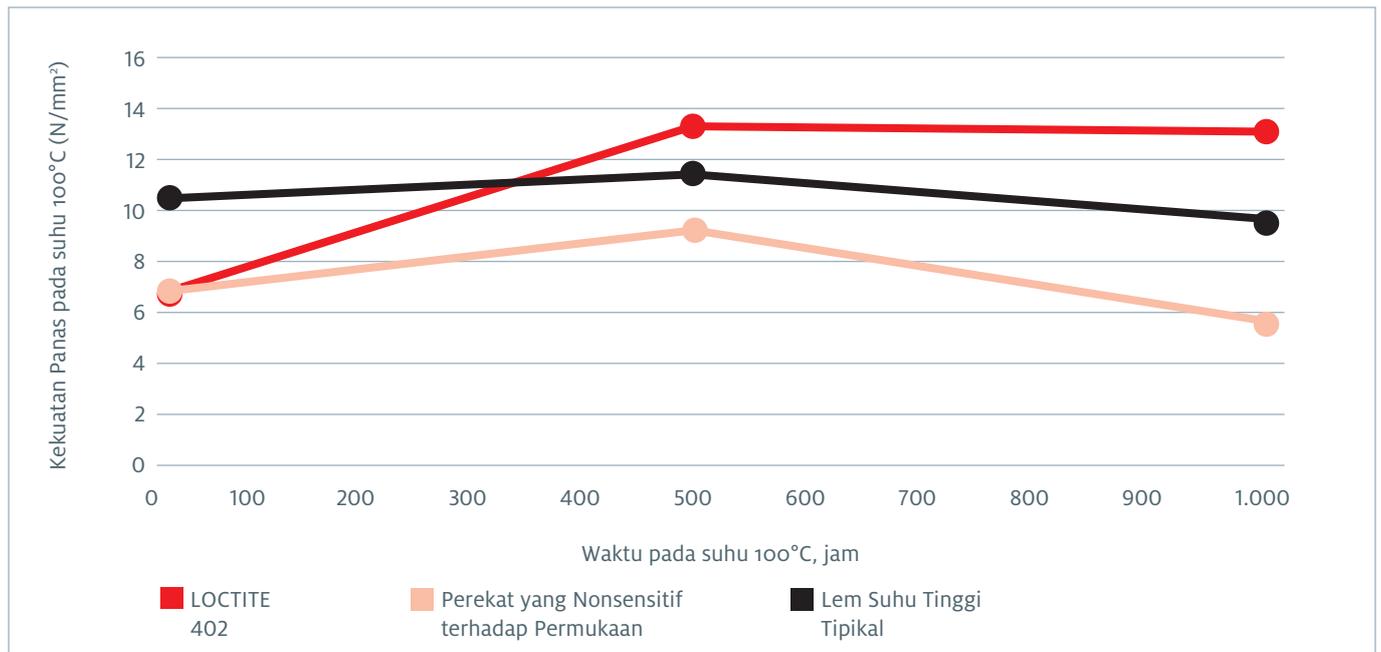
Kekuatan panas setelah terpapar suhu tinggi dalam jangka waktu lama

Keunggulan utama LOCTITE 402 terletak pada daya tahannya yang sangat baik terhadap paparan suhu tinggi dan kemampuannya mempertahankan kekuatan panas ketika terpapar suhu tinggi dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, LOCTITE 402 merupakan satu-satunya lem instan yang tahan terhadap suhu tinggi berkelanjutan dalam jangka panjang.

Ketahanan panas LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal setelah terpapar suhu tinggi diketahui sebagai berikut:

- Lap shear baja antikarat direkatkan dengan LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal atau lem suhu tinggi tipikal.
- Setelah dikeringkan pada suhu ruang selama tujuh hari, rekatan sambungan dipapari suhu tinggi berikut:
 - 100°C
 - 120°C
 - 135°C
 - 150°C
- Setelah terpapar selama 1.000 dan 500 jam pada setiap suhu, daya rekat lap shear juga diukur pada suhu ini.

Gambar 7 menunjukkan kekuatan panas pada suhu 100°C untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal setelah terpapar suhu ini selama jangka waktu yang lama. Untuk LOCTITE 402, kekuatan panas awal meningkat dari 7,8 N/mm² hingga 13,4 N/mm² setelah terpapar dalam 500 jam pertama. Peningkatan kekuatan panas ini bertahan selama 500 jam berikutnya saat terpapar suhu ini. Kekuatan panas lem suhu tinggi tipikal konstan pada sekitar 10 N/mm² setelah terpapar selama 1.000 jam. Untuk lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, kekuatan panas sedikit menurun menjadi 5,4 N/mm² setelah terpapar selama 1.000 jam.

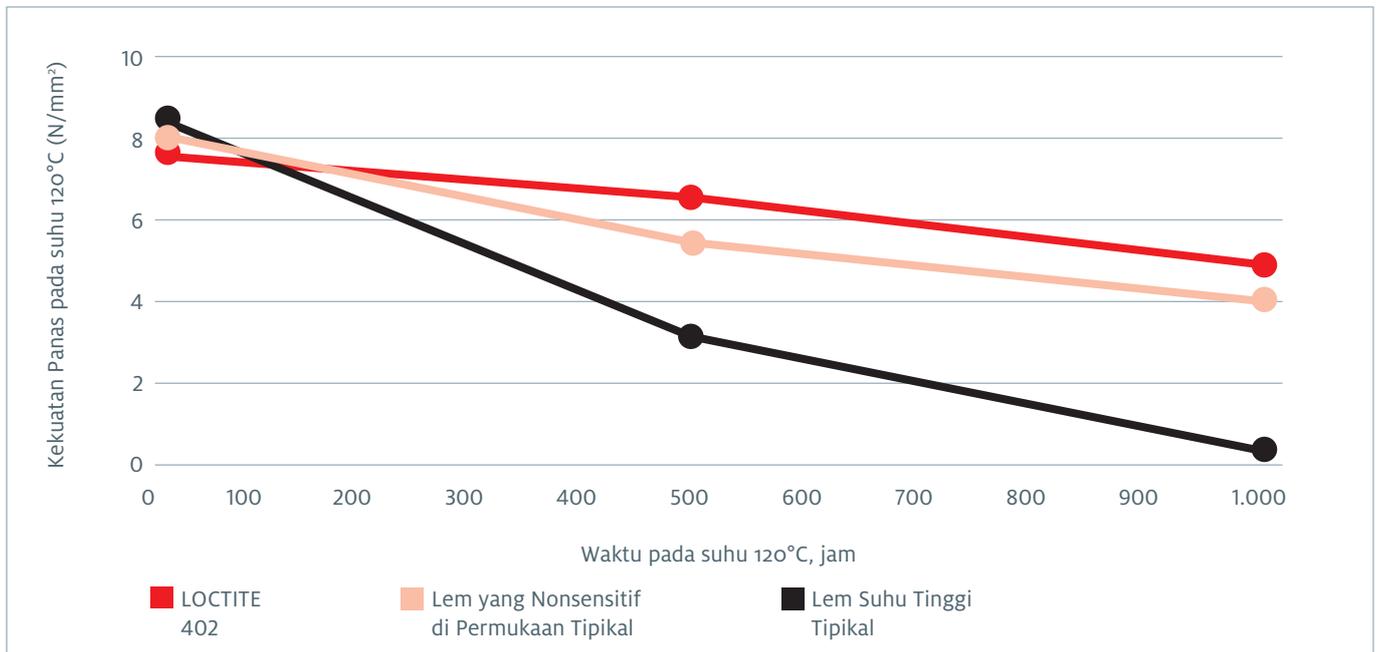


Gambar 7

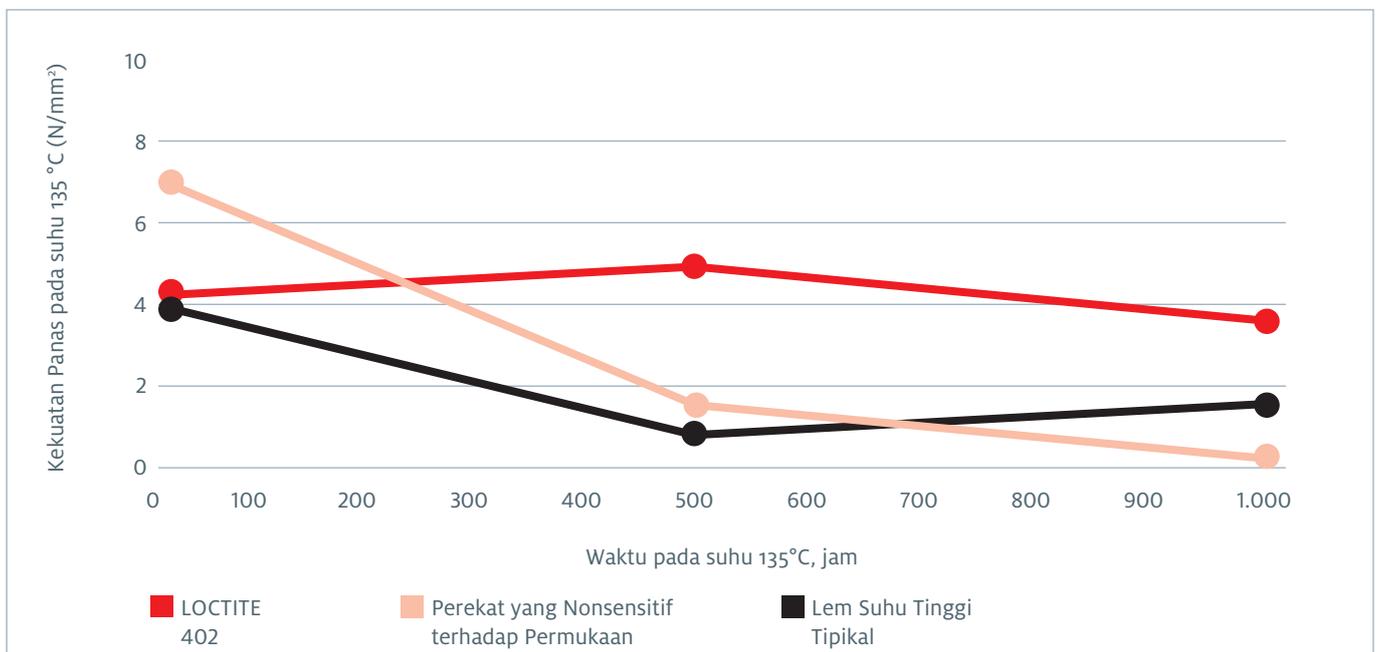
Kekuatan panas pada suhu 100°C untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikarat setelah terpapar suhu 100°C selama maks. 1000 jam.

Untuk LOCTITE 402, paparan suhu 120°C menyebabkan kekuatan panas sedikit menurun setelah terpapar selama 1.000 jam, menjadi 4,8 N/mm² (lihat Gambar 8). Penurunan kekuatan panas yang serupa teramati untuk lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal selama waktu paparan, dengan penurunan dari 8 N/mm² menjadi 3,9 N/mm² setelah 1.000 jam. Kekuatan panas yang berangsur menurun menunjukkan terjadinya degradasi kualitas mekanis polimer linear. Dengan demikian, bahkan setelah terpapar suhu 120°C selama 1.000 jam, kedua produk masih memiliki kekuatan panas yang memadai jika diaplikasikan. Sebaliknya, kekuatan panas untuk lem suhu tinggi tipikal turun hingga 0,7 N/mm² setelah terpapar selama 1.000 jam sehingga performanya kurang memadai jika diaplikasikan.

Ketika suhu paparan ditingkatkan lagi, perbedaan antara LOCTITE 402 dan dua lem lain menjadi makin jelas (lihat Gambar 9). Untuk lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, kekuatan panas berangsur menurun ketika terpapar suhu 135°C. Setelah terpapar suhu 135°C selama 500 jam, kekuatan panas turun hingga 1,7 N/mm² sehingga performanya kurang memadai jika diaplikasikan. Setelah 1.000 jam, kekuatannya menjadi nol. Artinya, terjadi degradasi total pada polimer linear. Untuk lem suhu tinggi tipikal, kekuatan panas turun hingga 1,4 N/mm² setelah terpapar selama 500 jam. Namun, pada 500 jam selanjutnya, kekuatan panas perekat jenis ini akan stabil pada nilai tersebut. Sekali lagi, performa kekuatan panas lem ini kurang memadai jika diaplikasikan. Sebaliknya, setelah terpapar suhu 135°C selama 1.000 jam, kekuatan panas LOCTITE 402 akan bertahan pada 3,8 N/mm². Performa yang dapat bertahan dalam jangka waktu lama ini disebabkan oleh ikatan silang alil polimer yang memberikan performa termal yang sangat baik.

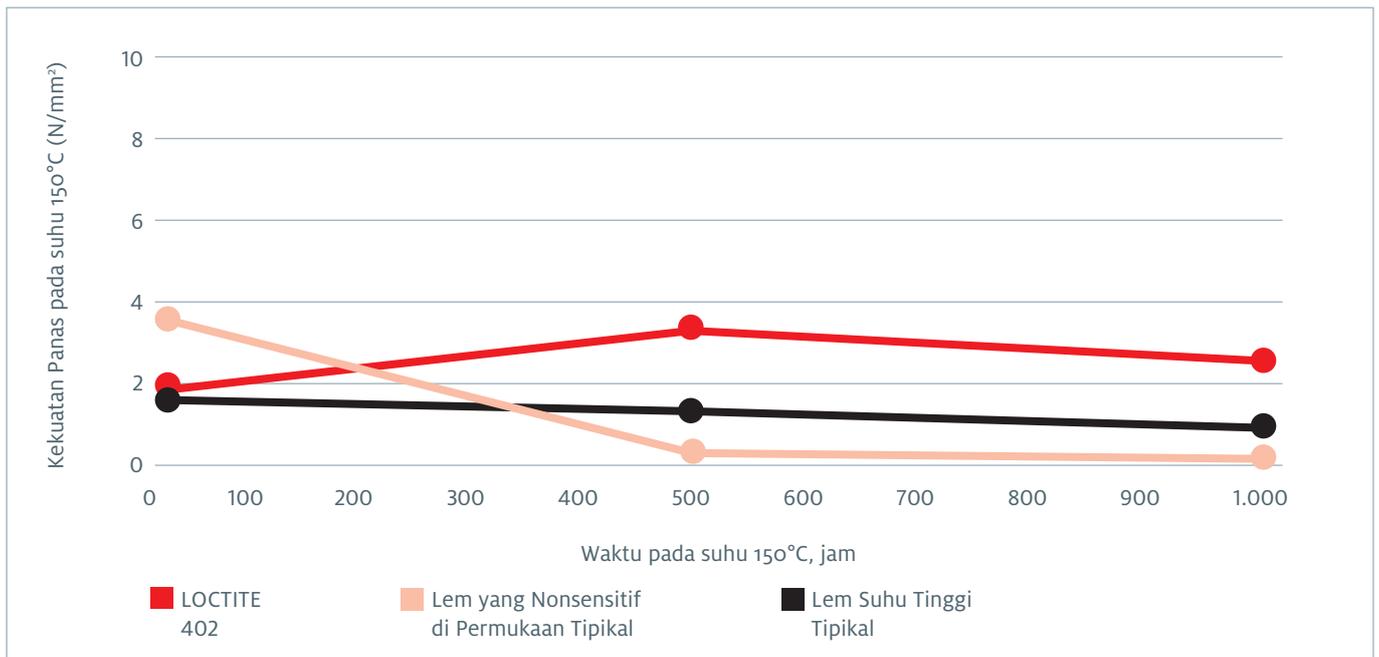


Gambar 8
 Kekuatan panas pada suhu 120°C untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antirarat setelah terpapar suhu 120°C hingga selama 1.000 jam.



Gambar 9
 Kekuatan panas pada suhu 135°C untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antirarat setelah terpapar suhu 135°C selama maks. 1.000 jam.

Peningkatan suhu paparan hingga 150°C akan mempercepat degradasi polimer untuk lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal (lihat Gambar 10). Setelah 500 jam, kekuatan polimer linear hampir sepenuhnya terdegradasi. Pada suhu 150°C, kekuatan panas awal lem suhu tinggi tipikal adalah 1,7 N/mm² dan 0,9 N/mm² setelah terpapar selama 1.000 jam. Yang menarik, kekuatan panas LOCTITE 402 meningkat ketika terpapar suhu 150°C dalam 500 jam pertama, yaitu hingga 3,1 N/mm². Peningkatan kekuatan panas ini menunjukkan bahwa terjadi ikatan silang pada polimer alil sehingga performa termalnya sangat optimal pada rekatan lap shear. Pada paparan suhu 150°C selama 500 jam berikutnya, kekuatan panas LOCTITE 402 bertahan pada tingkat yang memberikan performa memadai jika diaplikasikan.



Gambar 10

Kekuatan panas pada suhu 150°C untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal pada lap shear baja antikarat setelah terpapar suhu 150°C selama maks. 1.000 jam.

Ringkasan performa dalam suhu tinggi

Ringkasan keseluruhan performa dalam suhu tinggi untuk LOCTITE 402, lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal, dan lem suhu tinggi tipikal tersedia di Tabel 4. Dengan mempertimbangkan ketiga karakteristik termal, suhu pengoperasian yang disarankan untuk LOCTITE 402 adalah -40°C hingga 135°C. Ini dikarenakan nilai kekuatan panas awal pada suhu 150°C untuk LOCTITE 402 adalah 1,8 N/mm². Nilai tersebut sedikit berada di bawah nilai yang dianggap mampu memberikan performa memadai jika diaplikasikan. Namun, jika kekuatan panas awal pada 150°C bukan kebutuhan utama untuk pengaplikasian tertentu, LOCTITE 402 mungkin cocok untuk pengaplikasian pada suhu di atas 135°C. Sebaiknya lakukan percobaan pada LOCTITE 402 untuk setiap pengaplikasian terpisah.

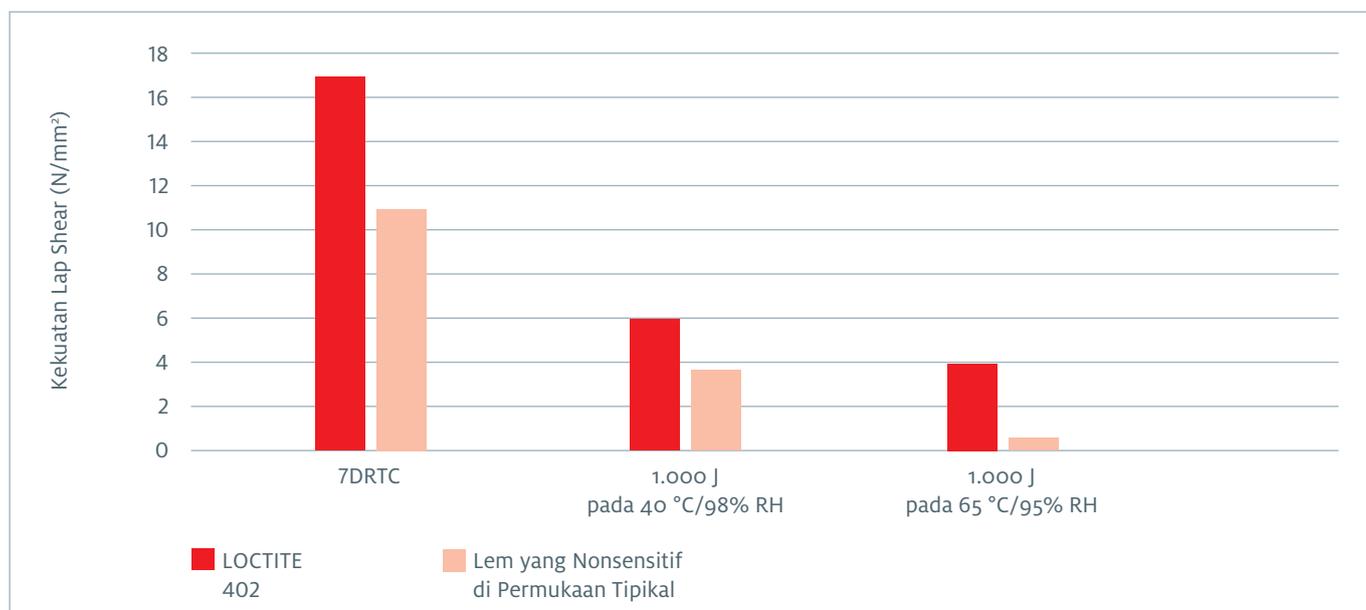
TABEL 4

Rangkuman Performa Suhu Tinggi untuk LOCTITE 402, Lem yang Nonsensitif terhadap Permukaan Tipikal, dan Lem Suhu Tinggi Tipikal dari suhu 100°C hingga 150°C.

PRODUK	PENGUJIAN	100°C	120°C	135°C	150°C
LOCTITE 402	Perekat Suhu Tinggi Tipikal	Ya	Ya	Ya	Tidak
	Ketahanan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Ya	Ya	Ya
	Kekuatan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Ya	Ya	Ya
Lem yang Nonsensitif terhadap Permukaan Tipikal	Kekuatan Panas Awal	Ya	Ya	Ya	Ya
	Ketahanan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Ya	Tidak	Tidak
	Kekuatan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Lem Suhu Tinggi Tipikal	Kekuatan Panas Awal	Ya	Ya	Ya	Tidak
	Ketahanan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
	Kekuatan Panas setelah 1.000 Jam	Ya	Tidak	Tidak	Tidak

Peningkatan ketahanan dalam kondisi lingkungan

LOCTITE 402 juga menunjukkan peningkatan ketahanan dalam berbagai kondisi lingkungan dibanding lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal. LOCTITE 402 menunjukkan peningkatan ketahanan pada kondisi suhu/kelembapan tinggi, terutama saat terjadi peningkatan suhu. Gambar 11 menunjukkan peningkatan performa ini setelah terpapar suhu 40°C/98% RH dan 65°C/95% RH selama 1.000 jam.

**Gambar 11**

Kekuatan Lap Shear (N/mm²) untuk LOCTITE 402 dan lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal pada baja antikorosi setelah terpapar suhu/kelembapan tinggi selama 1.000 jam.

LOCTITE 402 juga menunjukkan ketahanannya terhadap paparan berbagai pelarut/solven, termasuk bensin tanpa timbal, oli mesin, isopropanol, dan etanol jika dibanding perekat yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal (lihat Gambar 12).



Gambar 12
 Kekuatan Lap Shear (N/mm²) untuk LOCTITE 402 dan lem yang nonsensitif terhadap permukaan tipikal pada baja antikorosi setelah terpapar kondisi lingkungan selama 1.000 jam dalam berbagai pelarut/media.

KESIMPULAN

Meskipun tersedia berbagai metode perakitan untuk para desainer dan teknisi pabrik, lem instan umumnya memiliki keunggulan yang selaras dengan tren permintaan pasar yang membutuhkan perangkat berukuran lebih kecil, lebih efektif dan efisien, serta lebih presisi. LOCTITE 402 lebih unggul dibanding sianoakrilat konvensional. Keunggulannya, antara lain termasuk performa yang baik pada suhu tinggi dan lebih tahan terhadap panas/kelembapan. Lem ini juga mempertahankan fitur-fitur utama yang khas pada lem instan (satu komponen, instalasi cepat, dan dapat digunakan pada berbagai substrat).

LOCTITE 402 adalah lem instan dengan performa tak tertandingi: cepat, andal, dan mudah diautomasi untuk perakitan yang presisi.

Referensi

1. Cyanoacrylates: Towards High Temperature Resistant Instant Adhesives. A Critical Review, Barry Burns, Rev. Adhesion Adhesives, Vol. 5, No. 4, December 2017.

Ucapan terima kasih

Para penulis mengucapkan terima kasih atas kontribusi Hilary Bryan dalam penyediaan data yang disajikan dalam penelitian ini.

PENULIS

Áine Mooney

 aine.mooney@henkel.com

Martin Smyth

 martin.smyth@henkel.com

Tammy Gernon

 tammy.gernon@henkel.com

Michael Jordan

michael.jordan@henkel.com

Oliver Droste

 oliver.droste@henkel.com

Christine Marotta

 christine.marotta@henkel.com