

OPTIMASI SUHU PADA PROSES *SEAM SEALING* UNTUK MENINGKATKAN KINERJA TAHAN AIR PADA JAKET *WATERPROOF*

Wilda Murti¹, Andhi Sukma Hanafi², Kamelia Yogi Noviana³

Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta^{1,2,3}

e-mail: wmurti@ak-tekstilsolo.ac.id^{1*}, 4ndh15ukma@gmail.com²

kameliayogin@gmail.com³

Diterima: 31/12/2025; Direvisi: 6/1/2026; Diterbitkan: 20/1/2026

ABSTRAK

Proses *seam sealing* merupakan tahap penting dalam pembuatan pakaian tahan air (*waterproof jacket*) yang berfungsi menutup celah jahitan agar tidak tembus air. Namun, kualitas hasil *seam seal* sangat bergantung pada pengaturan parameter proses seperti suhu, tekanan, dan kecepatan mesin. Penelitian ini menelaah pengaruh variasi suhu penyegelan terhadap kekedapan air sambungan jahitan (*seam seal*) pada dua jenis sampel kain menggunakan pita perekat tape berbeda. Dua sampel yang diuji adalah: Sampel A (tape campuran poliuretan–poliester) dan Sampel B (tape poliester murni). Pengujian dilakukan berdasarkan standar AATCC 127:2022 dengan Hydrostatic Pressure Test pada kondisi air $21 \pm 2^\circ\text{C}$ dan laju peningkatan tekanan 60 mbar/menit; nilai hydrostatic head (mmH₂O) dicatat ketika muncul tiga tetes pertama pada sisi kering kain. Selain pengujian pada suhu rekomendasi supplier (480°C), dilakukan variasi suhu dari 230°C sampai 500°C untuk menentukan suhu optimal. Hasil menunjukkan bahwa Sampel A mempertahankan kekedapan air yang stabil pada rentang luas (260–470°C) dengan nilai tertinggi 9812,71 mmH₂O pada 470°C, sedangkan Sampel B menunjukkan nilai puncak 5710,41 mmH₂O pada 410°C dan performa yang lebih sensitif terhadap perubahan suhu. Temuan ini mengindikasikan bahwa komposisi tape (keberadaan poliuretan) dan penentuan suhu penyegelan yang tepat merupakan faktor kunci dalam menghasilkan *seam seal* yang kedap air. Rekomendasi pengembangan meliputi optimasi parameter proses (suhu, tekanan, waktu kontak) dan uji ketahanan jangka panjang untuk aplikasi manufaktur pakaian tahan air.

Kata Kunci: *pakaian tahan air, pita perekat, suhu penyegelan, uji kekedapan air*

ABSTRACT

The *seam sealing* process is a crucial stage in the production of waterproof garments, serving to close stitch holes and prevent water penetration. However, the quality of the *seam seal* highly depends on process parameters such as temperature, pressure, and machine speed. This study investigates the effect of sealing temperature variation on the waterproof performance of *seam seals* using two different adhesive tapes. Two fabric samples were tested: Sample A (polyurethane–polyester blended tape) and Sample B (pure polyester tape). The tests were conducted following the AATCC 127:2022 standard using a Hydrostatic Pressure Tester with water at $21 \pm 2^\circ\text{C}$ and a pressure increase rate of 60 mbar/min; the hydrostatic head value (mmH₂O) was recorded when the first three water droplets appeared on the dry side of the fabric. In addition to the supplier's recommended temperature (480°C), sealing temperatures ranging from 230°C to 500°C were applied to determine the optimal temperature. The results showed that Sample A maintained stable waterproof performance across a wider temperature range (260–470°C), achieving the highest value of 9812.71 mmH₂O at 470°C. In contrast, Sample B reached its peak value of 5710.41 mmH₂O at 410°C and exhibited greater sensitivity to temperature changes. These findings indicate that the tape composition (presence of

polyurethane) and the precise selection of sealing temperature are key factors in achieving optimal waterproof seam quality. Further research is recommended to optimize process parameters (temperature, pressure, and contact time) and to evaluate long-term durability for waterproof garment manufacturing applications.

Keywords: *waterproof jacket, adhesive tape, sealing temperature, hydrostatic pressure test*

PENDAHULUAN

Industri tekstil dan produk tekstil merupakan salah satu sektor manufaktur strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional, di mana PT XYZ hadir sebagai salah satu pemain kunci dalam ekosistem garmen di Indonesia. Dengan kapasitas produksi yang sangat masif mencapai angka seratus tiga puluh juta unit pakaian setiap tahunnya, perusahaan ini telah mengukuhkan posisinya di pasar domestik maupun internasional. Salah satu lini produk unggulan yang menjadi andalan perusahaan adalah *waterproof jacket* atau jaket tahan air, sebuah produk fungsional yang dirancang khusus untuk memberikan perlindungan maksimal bagi penggunanya dari kondisi cuaca ekstrem, hujan deras, maupun lingkungan yang lembap. Jaket jenis ini diproduksi menggunakan material tekstil khusus yang memiliki karakteristik teknis mampu menahan penetrasi air agar tidak merembes ke bagian dalam. Namun, dalam proses fabrikasinya, lembaran-lembaran kain canggih ini tetap harus dipotong pola dan disatukan kembali menjadi satu kesatuan busana yang utuh melalui proses penjahitan konvensional, yang secara ironis justru menciptakan celah bagi air untuk masuk (Atay et al., 2021; Karabay et al., 2022).

Tantangan utama dalam konstruksi pakaian anti air terletak pada paradoks proses penjahitan itu sendiri. Di satu sisi, penjahitan diperlukan untuk menyatukan komponen pakaian, namun di sisi lain, tusukan jarum jahit secara otomatis melubangi kain dan merusak integritas fitur tahan air dari material tersebut. Bagian sambungan jahitan ini menjadi titik paling lemah dan rawan bocor karena adanya ribuan lubang mikroskopis bekas tusukan jarum di sepanjang garis sambungan. Guna mengatasi kelemahan fundamental ini dan mengembalikan integritas ketahanan air pada produk, PT XYZ menerapkan sebuah teknologi penyempurnaan yang dikenal dengan istilah *seam sealing*. Proses ini merupakan teknik penyegelan celah jahitan dengan menggunakan pita perekat khusus yang disebut *seam tape*. Mekanisme kerjanya melibatkan penempelan pita yang bersifat kedap air tepat di atas jalur jahitan dengan bantuan aplikasi suhu panas dan tekanan mekanis tertentu, sehingga lubang jarum dapat tertutup secara hermetis dan air tidak memiliki celah untuk menembus masuk melalui sambungan kain tersebut (Hanafi et al., 2025; Karabay et al., 2022).

Keberhasilan sebuah produk jaket untuk dapat diklaim sebagai produk anti air sepenuhnya sangat bergantung pada kualitas kinerja ketahanan air pada bagian sambungan atau yang dikenal sebagai *seam waterproof performance* (Borse et al., 2020; Meşegül & Karabay, 2020; Rumiyyati et al., 2024, 2025). Kinerja ini menjadi indikator vital karena kegagalan sekecil apa pun pada area ini akan menggugurkan fungsi utama jaket sebagai pelindung tubuh dari air. Kualitas penyegelan ini sangat ditentukan oleh kemampuan proses *seam sealing* dalam menutup seluruh lubang jarum secara sempurna dan permanen. Secara teknis, proses penyegelan ini hanya akan berjalan efektif apabila material pita perekat memiliki karakteristik permukaan yang termoplastik, yaitu dapat meleleh dan melebur ketika dipanaskan, sehingga mampu membentuk ikatan fisik yang kuat dengan material kain dasar. Proses fusi atau peleburan ini harus terjadi melalui kombinasi yang presisi antara paparan panas dan tekanan yang diaplikasikan. Jika ikatan ini tidak terbentuk dengan sempurna, maka air akan dengan mudah mencari jalan masuk melalui celah-celah mikroskopis yang tidak terlindungi,

mengakibatkan kegagalan fungsi produk secara keseluruhan (Halim et al., 2025; Utami & Rastri, 2024; Widagdo et al., 2021).

Proses aplikasi *seam tape* bukanlah pekerjaan sederhana, melainkan sebuah prosedur teknis yang menuntut presisi tinggi dalam pengaturan parameter mesin. Kualitas akhir dari hasil penyegelan sambungan sangat dipengaruhi oleh tiga variabel utama, yaitu suhu udara panas atau *hot air temperature*, besaran tekanan udara yang diberikan, serta kecepatan roda penggiling atau *taping speed*. Ketiga parameter ini memiliki peran yang saling berkaitan dan krusial dalam menentukan tingkat adhesi atau daya rekat antara pita penyegel dan kain jaket. Ketidaktepatan dalam pengaturan salah satu parameter saja dapat berakibat fatal. Suhu yang terlalu rendah mungkin menyebabkan pita tidak melekat kuat dan mudah terkelupas, sementara suhu yang terlalu tinggi berisiko merusak struktur kain atau membuat pita meleleh berlebihan. Oleh karena itu, keseimbangan pengaturan antara suhu, tekanan, dan kecepatan menjadi kunci utama untuk memastikan bahwa pita dapat merekat kuat secara permanen tanpa merusak integritas fisik dari material tekstil yang digunakan (Hanafi et al., 2025; Intan et al., 2024).

Meskipun prosedur operasional telah ditetapkan, realitas di lantai produksi PT XYZ, khususnya pada tahap pembuatan sampel, masih menunjukkan adanya kendala teknis yang serius. Tim pengendali kualitas menemukan adanya sejumlah produk yang dikategorikan sebagai produk *reject* atau cacat produksi, khususnya pada bagian aplikasi *seam seal*. Istilah *reject seam seal* merujuk pada kegagalan proses perekatan pita kedap air pada sambungan jahitan, yang menyebabkan produk tersebut gagal lolos uji tekanan air. Produk-produk ini terbukti mengalami kebocoran karena sambungan jahitan tidak mampu menahan tekanan air sesuai dengan standar kualitas ketahanan yang telah ditetapkan perusahaan. Keberadaan produk cacat ini bukan hanya sekadar masalah teknis, melainkan menjadi indikasi adanya inefisiensi dalam proses produksi yang berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan. Dampak negatifnya meliputi peningkatan biaya produksi akibat perlunya pengerjaan ulang (*rework*), pemborosan bahan baku pita dan kain yang mahal, serta terbuangnya waktu kerja yang seharusnya produktif.

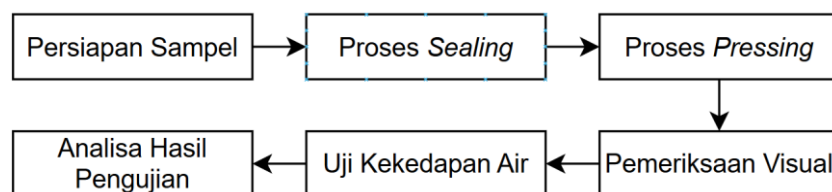
Analisis awal terhadap permasalahan *reject* ini mengarahkan dugaan pada ketidaksesuaian parameter proses, terutama pada aspek pengaturan suhu penyegelan. Berbagai literatur teknis dan pengalaman empiris di industri garmen menegaskan bahwa suhu merupakan variabel yang paling sensitif dalam proses *seam sealing*. Suhu udara panas berfungsi untuk mengaktifkan lapisan perekat pada *seam tape* agar dapat meresap dan mengunci serat kain. Permasalahan kualitas yang terjadi di PT XYZ diduga kuat berkaitan dengan belum ditemukannya titik optimal pengaturan suhu yang digunakan dalam proses tersebut, sehingga ikatan yang terbentuk belum maksimal atau justru merusak material. Variasi suhu yang tidak terkontrol atau penetapan standar suhu yang kurang tepat dapat menyebabkan fluktuasi kualitas hasil produksi. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah kajian mendalam untuk mengisolasi variabel suhu ini dan melihat bagaimana perubahannya berdampak langsung terhadap kekuatan dan ketahanan air pada sambungan jaket.

Berdasarkan latar belakang permasalahan produksi dan kesenjangan kualitas yang terjadi, penelitian ini dirancang dengan fokus utama untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh variasi suhu terhadap kualitas hasil penyegelan pita kedap air. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksperimen dengan berbagai tingkatan suhu guna menentukan titik suhu optimal atau *optimum temperature* yang mampu menghasilkan tingkat ketahanan air tertinggi. Titik optimal ini didefinisikan sebagai kondisi di mana pita merekat dengan kekuatan maksimal, menutup seluruh lubang jarum tanpa celah, namun tetap menjaga integritas fisik kain tanpa menimbulkan kerutan, lelehan berlebih, atau cacat visual lainnya. Nilai baru yang ditawarkan

penelitian ini adalah pemecahan masalah spesifik pada lini produksi PT XYZ yang dapat diaplikasikan secara langsung. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis berupa parameter suhu standar yang presisi untuk diterapkan dalam standar operasional prosedur pembuatan *waterproof jacket* di PT XYZ, guna meminimalkan tingkat kecacatan produk di masa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu penyegelan terhadap tingkat kekedapan air hasil *seam seal* pada dua jenis material tekstil, yaitu kain nilon dan kain poliester. Metode penelitian terdapat pada Gambar 1 dan parameter penelitian terdapat pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Bahan dan Parameter Penelitian

	Sampel A	Sampel B
Jenis Material	Nilon	Poliester
Material Tape	Poliuretan - Poliester	Poliester
Ketebalan kain	0,3 mm	0,18
Suhu Rekomendasi Supplier	480 ⁰ C	440 ⁰ C
Suhu Uji	230 - 500 ⁰ C	350 - 500 ⁰ C
Beban press	3 kg	3 kg
Waktu Press Panas	3 detik	3 detik
Waktu Press Dingin	3 detik	3 detik

Alat yang digunakan meliputi:

1. Mesin *Seam sealing*, untuk proses penyegelan dengan menempelkan pita pada area jahitan.
2. Mesin Press, digunakan untuk proses penekanan tape dengan waktu kontak panas dan dingin selama 3 detik dan beban 3 kg.
3. Hydrostatic Pressure Tester, digunakan untuk mengukur tingkat kekedapan air pada hasil *seam seal*.

Proses pembuatan sampel diawali dengan persiapan sampel kain berukuran 23 cm × 23 cm yang dijahit membentuk pola huruf T atau tanda plus (+) untuk mensimulasikan sambungan garmen. Selanjutnya dilakukan penyegelan (*sealing*) dengan menempelkan pita *seam seal tape* pada area jahitan menggunakan mesin *seam sealing* dengan variasi suhu sesuai rentang pengujian. Proses dilanjutkan dengan pressing menggunakan beban 3 kg serta waktu kontak panas dan dingin masing-masing selama 3 detik untuk memastikan pita menempel dengan baik. Setelah itu dilakukan pemeriksaan secara visual guna memastikan pita merekat sempurna tanpa adanya gelembung udara maupun kerutan.

Kualitas hasil *seam seal* diuji menggunakan metode Hydrostatic Pressure Test berdasarkan standar AATCC 127:2022. Pengujian ini bertujuan mengukur tekanan maksimum

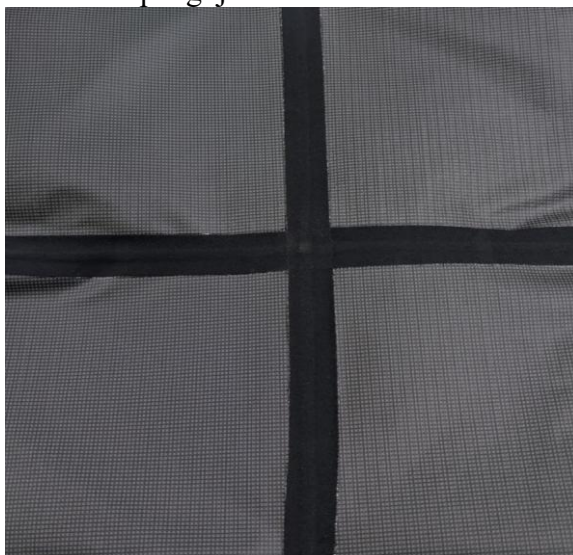
air (dalam satuan mmH₂O) yang dapat ditahan kain sebelum muncul tiga tetes air pada sisi kering. Langkah pengujian dilakukan dengan memasang sampel pada alat uji dengan sisi yang akan diuji menghadap air. Tekanan air dinaikkan secara bertahap sebesar 60 mbar per menit pada suhu air $21 \pm 2^\circ\text{C}$. Nilai tekanan saat muncul tiga tetes air pertama dicatat sebagai hasil uji atau nilai *hydrostatic head*. Kriteria penilaian kedekatan air diklasifikasikan sebagai berikut: nilai ≥ 10.000 mmH₂O menunjukkan bahan sangat tahan air dan sesuai untuk penggunaan luar ruang ekstrem; nilai antara 5.000–9.999 mmH₂O menunjukkan bahan cukup tahan air untuk kebutuhan seperti jaket hujan standar; sedangkan nilai di bawah 4.999 mmH₂O menunjukkan bahan kurang tahan air dan hanya cocok untuk kondisi ringan. Hasil pengujian ini kemudian dianalisis untuk menentukan hubungan antara suhu penyegelan dan tingkat kedekatan air pada kedua jenis material yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian dilakukan menggunakan metode Hydrostatic Pressure Test berdasarkan standar AATCC 127:2022 untuk mengetahui tingkat kedekatan air hasil *seam sealing* pada kain. Air uji memiliki suhu terkontrol sebesar $21 \pm 2^\circ\text{C}$, dengan tekanan dinaikkan bertahap 60 mbar/menit hingga muncul tiga tetes air pertama pada sisi kering kain. Tekanan air saat tetesan ketiga muncul dicatat sebagai nilai *hydrostatic head* (mmH₂O) yang digunakan sebagai indikator kualitas hasil penyegelan.

Untuk memberikan gambaran visual terhadap proses penelitian, Gambar 2a memperlihatkan contoh kain yang telah melalui proses *seam sealing*, sedangkan Gambar 2b menunjukkan contoh hasil pengujian kedekatan air menggunakan *Hydrostatic Pressure Tester*. Kedua gambar ini bertujuan untuk memperjelas bentuk fisik hasil sambungan dan kondisi saat dilakukan pengujian.



(a)



(b)

Gambar 2. Contoh uji (a) kain setelah proses *seam sealing*; (b) kain hasil pengujian kedekatan air menggunakan *hydrostatic pressure test*

Pengujian dilakukan menggunakan suhu rekomendasi dari supplier (480°C), namun hasilnya menunjukkan KTA (kurang tahan air) atau reject. Oleh karena itu, dilakukan pengujian lanjutan dengan menggunakan variasi suhu *sealing* di bawah dan di atas suhu rekomendasi, yaitu mulai dari 230°C hingga 500°C untuk sampel A dan 230°C hingga 500°C untuk sampel

B, untuk menentukan suhu optimum *seam sealing* pada masing-masing sampel. Hasil pengujian nilai kedekatan air pada berbagai variasi suhu disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian ketahanan air sampel A

No.	Temperatur (°C)	Hydrostatic head (mmH ₂ O)	Kriteria
1.	500	4262,40	KTA
2.	470	9812,71	CTA
3.	440	9177,44	CTA
4.	410	8971,33	CTA
5.	380	8157,73	CTA
6.	350	7545,90	CTA
7.	320	7138,01	CTA
8.	290	6424,21	CTA
9.	260	5914,35	CTA
10.	230	1999,68	KTA

keterangan: KTA (Kurang Tahan Air); CTA (Cukup Tahan Air)

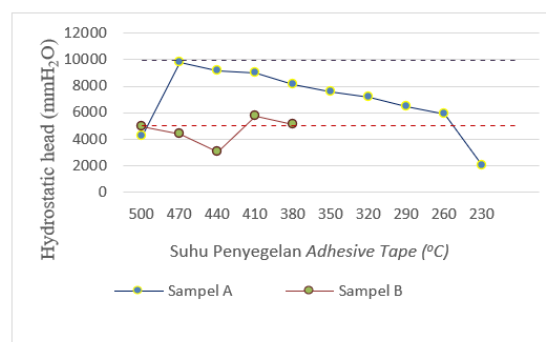
Tabel 3. Hasil pengujian ketahanan air sampel B

No.	Temperatur (°C)	Hydrostatic head (mmH ₂ O)	Kriteria
1.	500	4933,39	KTA
2.	470	4406,19	KTA
3.	440	3059,15	KTA
4.	410	5710,41	CTA
5.	380	5098,58	CTA

keterangan: KTA (Kurang Tahan Air); CTA (Cukup Tahan Air)

Hasil pengujian pada Sampel A (Nylon) disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil tersebut, suhu penyegelan berpengaruh terhadap nilai hydrostatic head. Suhu optimal berada pada kisaran 260°C hingga 470°C, dengan kategori Cukup Tahan Air (CTA). Suhu 470°C menghasilkan nilai kedekatan air tertinggi yaitu 9812,71 mmH₂O, menjadikannya suhu paling optimal untuk menghasilkan *seam seal* yang kuat dan tahan tekanan air. Sementara itu, suhu terlalu tinggi (500°C) maupun terlalu rendah (230°C) menghasilkan nilai yang menurun dan masuk kategori KTA. Hasil pengujian pada Sampel B (Poliester) pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai hydrostatic head pada rentang suhu 440°C–500°C masih tergolong KTA. Nilai terbaik diperoleh pada suhu 410°C, dengan tekanan hidrostatik 5710,41 mmH₂O, yang termasuk dalam kategori CTA. Suhu di atas maupun di bawah titik ini menunjukkan penurunan performa, baik dalam hal kedekatan air maupun kestabilan hasil.

Pembahasan



Gambar 2. Kurva kontrol hasil uji tekanan hidrostatik

Hasil penelitian pada grafik kurva pada Gambar 2 menunjukkan bahwa performa kekedapan air berubah terhadap variasi suhu. sampel A (tape campuran poliuretan dan poliester) memiliki rentang suhu efektif yang lebih luas (260–470 °C) dengan performa kekedapan air yang tetap stabil. Hal ini menarik, mengingat suhu tersebut telah melampaui titik leleh teoritis dari material penyusun tape maupun kain dasar. Berdasarkan hasil karakterisasi termal pada berbagai penelitian, nilai titik leleh material tekstil umumnya berkisar pada 100–163 °C untuk poliuretan (Ye et al., 2025), sekitar 219 °C untuk nilon-6 (Candadai et al., 2021), serta sekitar 280 °C untuk poliester (PET) (Beckingham et al., 2023). Namun, perlu diperhatikan bahwa faktor-faktor seperti bobot molekuler dan taktisitas dapat memengaruhi titik leleh polimer, sehingga menimbulkan variasi dari nilai teoretis yang dipublikasikan.

Fenomena ini dapat dijelaskan melalui karakteristik termal dan perilaku adhesi dari poliuretan (PU). Poliuretan memiliki transisi gelas (T_g) yang relatif rendah dan struktur molekul yang elastomerik, sehingga ketika mengalami pemanasan, material ini tidak langsung terdegradasi, melainkan meleleh secara bertahap. Pada fase pelelehan tersebut, PU mampu mengalir ke dalam celah pori kain dan membentuk lapisan perekat yang fleksibel serta homogen. Fenomena pelelehan bertahap pada poliuretan juga dilaporkan oleh (Liu et al., 2023; Wang et al., 2022) yang menemukan bahwa struktur fusi antar serat mulai terbentuk ketika suhu *hot-press* sedikit melebihi suhu transisi gelas (T_g) poliuretan yaitu sekitar 100 °C. Pada kondisi ini, sebagian kecil segmen keras poliuretan mulai meleleh dan menciptakan struktur adhesi di antara serat, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi (diatas 140 °C) terjadi pelelehan yang lebih luas hingga merusak morfologi serat. Hal ini menunjukkan bahwa poliuretan mengalami transisi termal secara bertahap tanpa langsung terdegradasi, sehingga tetap dapat berfungsi sebagai perekat yang efektif meskipun suhu penyegelan terlihat melebihi titik leleh nominalnya.

Dalam konteks penelitian ini, meskipun suhu yang digunakan mencapai hingga 470 °C, namun durasi kontak panas yang singkat (sekitar 3 detik) memungkinkan suhu aktual yang dirasakan oleh kain adalah kurang dari suhu yang terbaca pada mesin, durasi kontak panas yang singkat juga memungkinkan terjadinya pelelehan parsial pada lapisan *tape* tanpa merusak struktur kain secara signifikan. Hal ini menghasilkan ikatan antar-permukaan yang kuat, dengan deformasi minimal pada substrat kain. Selain itu, menurut (Stępień et al., 2024; Swanson et al., 2022) keberhasilan proses *seam sealing* tidak hanya dipengaruhi oleh suhu absolut, tetapi juga oleh keseimbangan antara suhu, tekanan, dan waktu kontak panas. Jika ketiga parameter tersebut berada dalam rasio optimal, maka ikatan termal yang terbentuk tidak akan menyebabkan degradasi material, melainkan menghasilkan difusi molekul yang lebih baik antara lapisan *tape* dan kain.

Kombinasi material poliuretan–poliester pada Sampel A berperan penting dalam membentuk struktur sambungan yang kuat dan fleksibel. Berdasarkan (Ai et al., 2023; Wang et al., 2022), poliuretan termoplastik (TPU) mengalami pelelehan bertahap, di mana segmen lunak meleleh terlebih dahulu dan berfungsi sebagai perekat utama yang mengisi celah antar serat. Berdasarkan (Grønborg, 2024; Kore et al., 2021), sistem perekat berbasis poliester konvensional cenderung memiliki fleksibilitas rendah dan mudah mengalami kerapuhan (*brittleness*) setelah pendinginan. Sebaliknya, poliuretan termoplastik (TPU) menunjukkan keseimbangan antara kekuatan dan elastisitas, sehingga sambungan yang dihasilkan lebih lentur dan tahan terhadap perubahan suhu. Hal ini menjelaskan mengapa pada Sampel B (tape poliester murni), ikatan cenderung lebih kaku dibandingkan pada Sampel A yang mengandung poliuretan dan menyebabkan suhu dalam rentang cukup tahan air nya lebih sempit dibandingkan dengan tape campuran poliuretan dan poliester.

Untuk memperkuat validitas hasil penelitian ini, dilakukan perbandingan dengan studi sebelumnya yang relevan. Salah satunya adalah penelitian oleh (Josyula et al., 2024; Mantis, 2024) yang juga meneliti pengaruh variabel proses seperti suhu, tekanan, dan kecepatan terhadap kualitas *seam seal*, khususnya dalam aspek kedap air. (Tannous et al., 2021; Uribe-Juárez et al., 2023) melaporkan bahwa penggunaan suhu 410 °C, kecepatan 6 cm/s, tekanan 0,45 MPa, dan air roller pressure 0,08 MPa dapat menghasilkan *seam seal* dengan tekanan hidrostatik antara 40 hingga 80 kPa (setara dengan 4078,86 – 8157,73 mmH₂O). Studi ini juga menemukan adanya peningkatan kekakuan kain akibat pengerasan poliuretan dalam struktur tekstil, yang mengisi ruang antar filamen dan mengikat benang lusi dan lungsin, meningkatkan kekakuan keseluruhan konstruksi tekstil (Patti & Acierno, 2023).

Sementara itu, pada penelitian ini, suhu 410 °C menghasilkan tekanan hidrostatik sebesar 8971,33 mmH₂O untuk Sampel A (nylon) dan 5710,41 mmH₂O untuk Sampel B (polyester). Hasil ini menunjukkan bahwa performa *seam seal* dari penelitian ini sebanding atau bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil (Domskienė et al., 2023; Szafrńska & Korycki, 2021) Hal ini mengindikasikan bahwa pengaturan parameter suhu, tekanan dan waktu kontak panas yang tepat dapat menghasilkan *seam seal* dengan kualitas waterproof yang kompetitif. Ketidaksesuaian pada salah satu parameter tersebut dapat menyebabkan tape tidak menempel sempurna, sehingga meningkatkan risiko kebocoran atau reject pada *seam seal*. Hasil pengujian dalam penelitian ini juga mengonfirmasi pentingnya pemilihan material adhesi *tape* yang digunakan, karena tape campuran *poliuretan* dan poliester memberikan hasil rentang suhu yang lebih luas daripada *tape* poliester 100%.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu penyegelan berpengaruh signifikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu penyegelan berpengaruh signifikan terhadap kualitas kedap air hasil *seam sealing* pada bahan berlapis. Berdasarkan hasil uji Hydrostatic Pressure Test sesuai standar AATCC 127:2022, diperoleh bahwa Sampel A (tape campuran poliuretan dan poliester) memiliki rentang suhu efektif yang lebih luas, yaitu 260–470 °C, dengan nilai kedap air tertinggi mencapai 9812,71 mmH₂O pada suhu 470 °C. Sementara itu, Sampel B (tape poliester murni) menunjukkan suhu optimal lebih sempit, dengan hasil terbaik 5710,41 mmH₂O pada suhu 410 °C. Fenomena ini mengindikasikan bahwa keberadaan lapisan poliuretan pada tape mampu meningkatkan fleksibilitas adhesi dan ketahanan sambungan terhadap tekanan air, bahkan pada suhu di atas titik leleh teoritis bahan. Karakteristik elastomerik poliuretan memungkinkan proses difusi molekul yang baik dan pembentukan lapisan perekat yang homogen tanpa merusak substrat kain.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa komposisi material tape dan pengaturan suhu sealing yang tepat merupakan faktor kunci dalam menghasilkan sambungan kain yang tahan air dan kuat. Kombinasi tape berbasis poliuretan–poliester lebih direkomendasikan untuk aplikasi pada produk waterproof seperti jaket outdoor dan perlengkapan pelindung industri. Ke depan, penelitian ini berpotensi dikembangkan dengan menambahkan variabel tekanan dan waktu kontak panas untuk membentuk model optimasi proses *seam sealing* yang lebih komprehensif. Selain itu, pengujian ketahanan jangka panjang terhadap pencucian (wash durability) serta eksplorasi berbagai jenis adhesif tape dengan komposisi material berbeda dapat memperkaya pemahaman terhadap karakteristik adhesi dan performa kedap air pada berbagai aplikasi tekstil fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, L., Lin, W., Cao, C., Li, P., Wang, X., Lv, D., Li, X., Yang, Z., & Yao, X. (2023). Tough soldering for stretchable electronics by small-molecule modulated interfacial assemblies. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43574-8>
- Atay, Y., Pamuk, O., Boyaci, B., Yıldız, E. Z., Göksel, T., Metin, D. Y., Gül, S., Devrim, G., & Topbaş, Ö. (2021). A new approach to surgical gowns. In *IntechOpen eBooks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98563>
- Beckingham, B., Apintiloaiei, A., Moore, C., & Brandes, J. A. (2023). Hot or not: Systematic review and laboratory evaluation of the hot needle test for microplastic identification. *Microplastics and Nanoplastics*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s43591-023-00056-4>
- Borse, S., Sonawane, K., Kakde, M. V., & Shinde, T. A. (2020). Review on analysis of seam quality. In *IntechOpen eBooks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87999>
- Candadai, A. A., Nadler, E. J., Burke, J. S., Weibel, J. A., & Marconnet, A. (2021). Thermal and mechanical characterization of high performance polymer fabrics for applications in wearable devices. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87957-7>
- Domskienė, J., Mitkute, M., & Grigaliunas, V. (2023). Sewing and adhesive bonding technologies for smart clothing production. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 35(4), 581. <https://doi.org/10.1108/ijcst-02-2022-0028>
- Grønborg, F. (2024). Polymer-based materials: Expanding properties through parts, processes, and materials. *Research Portal Denmark*, 239. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=dtu&id=dtu-566704cd-54ed-4695-a164-a3510bfl1d6d&ti=Polymer-Based%20Materials%3A%20Expanding%20properties%20through%20Parts%2C%20Processes%2C%20and%20Materials>
- Halim, S., Susanto, S., Lumbansiantar, R. T., Panjaitan, A. F., & Zaharani, C. A. S. (2025). Teknologi dalam pemasangan implan gigi dengan hydroxyapatite dan material. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 1034. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.6827>
- Hanafi, A. S., Amaras, A. D., Istikowati, R., & Pradifta, R. A. (2025). Fishbone analysis terhadap kelolosan defect fabric strategi perbaikan pada manajemen gudang tekstil. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 5(3), 1223. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v5i3.6506>
- Intan, A. N., Retu, M. K., Sedu, V. A., & Mustafa, I. (2024). Komunikasi pemasaran kriya tenun ikat sebagai pendukung keberlanjutan indikator pariwisata di Kabupaten Sikka. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(4), 498. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i4.3851>
- Josyula, S. P., Brede, M., Hesebeck, O., Koschek, K., Possart, W., Wulf, A., Zimmer, B., & Diebels, S. (2024). *Modelling effects of moisture on mechanical properties of crosslinked polyurethane adhesives*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2406.05278>
- Karabay, G., Şenol, Y., Öztürk, H., & Meşegül, C. (2022). Artificial neural network-based prediction technique for waterproofness of seams obtained by using fusible threads.

- Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 30(3), 27. <https://doi.org/10.2478/ftce-2022-0019>
- Kore, S., Theodore, M., & Vaidya, U. (2021). Effect of the segmental structure of thermoplastic polyurethane (hardness) on the interfacial adhesion of textile-grade carbon fiber composites. *ACS Applied Polymer Materials*, 3(12), 6138. <https://doi.org/10.1021/acsapm.1c01001>
- Liu, J., Recupido, F., Lama, G. C., Oliviero, M., Verdolotti, L., & Lavorgna, M. (2023). Recent advances concerning polyurethane in leather applications: An overview of conventional and greener solutions. *Deleted Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s42825-023-00116-8>
- Mantis, I. (2024). Preventive measures for humidity effects on electronics: Investigation on factors affecting conformal coating performance. *Research Portal Denmark*, 214. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki/cgi/ws/cris-link?src=dtu&id=dtu-4b1b8e74-c144-482f-bc57-7b25fc7a7109&ti=Preventive%20measures%20for%20humidity%20effects%20on%20electronics%20%3A%20Investigation%20on%20factors%20affecting%20conformal%20coating%20performance>
- Meşegül, C., & Karabay, G. (2020). Usage of fusible sewing threads to improve the waterproof property of seam. *Materials Science*, 26(4), 498. <https://doi.org/10.5755/j01.ms.26.4.24147>
- Patti, A., & Acierno, D. (2023). Materials, weaving parameters, and tensile responses of woven textiles. *Macromol—A Journal of Macromolecular Research*, 3(3), 665. <https://doi.org/10.3390/macromol3030037>
- Rumiyati, V. S. P., Putranto, A. P. E., Amar, A., Nazar, Y., Oktaviani, B., & Rosyadi, H. (2024). Pengaruh nomor benang pakan terhadap kekuatan fisik kain denim. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(2), 66. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i2.2773>
- Rumiyati, V. S. P., Putranto, A. P. E., & Wijayono, A. (2025). Studi pengaruh total benang pakan dan nomor benang pakan terhadap karakteristik mutu kekuatan selip jahitan kain denim kapas 100%. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 5(2), 487. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v5i2.4682>
- Stępień, M., Frydrych, I., & Miśkiewicz, P. (2024). Effect of gluing garment materials with adhesive inserts on their multidirectional drape and bending rigidity. *Autex Research Journal*, 24(1). <https://doi.org/10.1515/aut-2024-0014>
- Swanson, S., Bashmail, R., Fellin, C. R., Luu, V., Shires, N., Cox, P. G., Nelson, A., MacKenzie, D., Taroc, A., Nelson, L. Y., & Seibel, E. J. (2022). Prototype development of a temperature-sensitive high-adhesion medical tape to reduce medical-adhesive-related skin injury and improve quality of care. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(13), 7164. <https://doi.org/10.3390/ijms23137164>
- Szafrńska, H., & Korycki, R. (2021). Multicriteria optimization of the mechanical properties in laminated seams. *Materials*, 14(11), 2989. <https://doi.org/10.3390/ma14112989>
- Tannous, Q., Béreaux, Y., Mousseau, P., Barasinski, A., Deterre, R., Madec, Y., & Fourmaux, C. (2021). An innovative welding solution for polymer films in packaging: Effect of process parameters. *ESAFORM 2021*. <https://doi.org/10.25518/esaform21.2788>
- Uribe-Juárez, J. E., Corona-Lira, M. P., & Ramírez-Reivich, A. C. (2023). A study of the impact of high-speed sealing parameter gradients on the seal strength in a multilayer



- polypropylene film. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 37(5), 2343.
<https://doi.org/10.1007/s12206-023-0411-z>
- Utami, C. R., & Rastri, E. S. (2024). Pengaruh penambahan konsentrasi wortel (*Daucus carota* L) dan tepung tapioka terhadap karakteristik otak-otak ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(4), 407.
<https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i4.3341>
- Wang, Q., Feng, Z., He, C., Liu, T., Lu, H., & Sun, R. (2022). Preparation and performance study of a reactive polyurethane hot-melt adhesive/CS-Fe₃O₄ magnetic nanocomposite film/fabric. *RSC Advances*, 12(42), 27463.
<https://doi.org/10.1039/d2ra05614c>
- Widagdo, T. J., Belyamin, B., & Kamal, D. M. (2021). Prototype pengering beku atmosferik untuk menghasilkan kurma kering berkualitas. *Seminar Nasional Teknik (Semnastek) UISU*, 4(1), 66.
<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/download/4144/2976>
- Ye, F., Yin, W., & Yang, R. H. (2025). Study on the wear-ability of high-performance nylon/nylon/cotton woven fabrics based on core-wrapped composite yarn with double filament. *Journal of the Textile Institute*, 1.
<https://doi.org/10.1080/00405000.2025.2561408>