

# **SOLUSI OPTIMAL BAJA PERKAKAS UNTUK AHSS**

**FOKUS KOMPREHENSIF PADA VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN,  
VANADIS 8 SUPERCLEAN, DAN VANCRON SUPERCLEAN**



Anders Sahlén – Manajer produk, Uddeholm

## ABSTRAK

Meningkatnya penggunaan Advanced High-Strength Steels (AHSS) dalam manufaktur modern, khususnya dalam industri otomotif, menimbulkan tuntutan yang signifikan terhadap material perkakas. Gaya pembentukan yang tinggi, mempercepat terjadinya mekanisme keausan serta risiko *chipping* dan *galling* memerlukan solusi yang canggih. Artikel ini membahas tentang performa Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, Vancron SuperClean, dan Caldie—empat baja perkakas berperforma tinggi yang dirancang untuk aplikasi pengerjaan dingin yang melibatkan AHSS.

Dengan memanfaatkan teknologi metalurgi serbuk (Powder Metallurgy /PM) dan teknik pemuadannya yang canggih, seperti electro-slag remelting (ESR), baja-baja ini menawarkan ketahanan yang unggul terhadap keausan abrasif, keausan adhesif (*galling*), dan retak fatik dengan tetap mempertahankan keuletan dan stabilitas dimensi yang memadai. Vanadis 4 Extra SuperClean menyeimbangkan ketangguhan dan ketahanan aus, Vanadis 8 SuperClean unggul dalam kondisi keausan yang ekstrem, Vancron SuperClean mengintegrasikan ketahanan terhadap *galling*, dan Caldie memberikan ketahanan terhadap *chipping* yang luar biasa untuk aplikasi AHSS sedang hingga berat. Semuanya dengan kemampuan untuk memperpanjang umur pakai perkakas lebih lama lagi dengan menambahkan lapisan (*coating*) di atasnya.

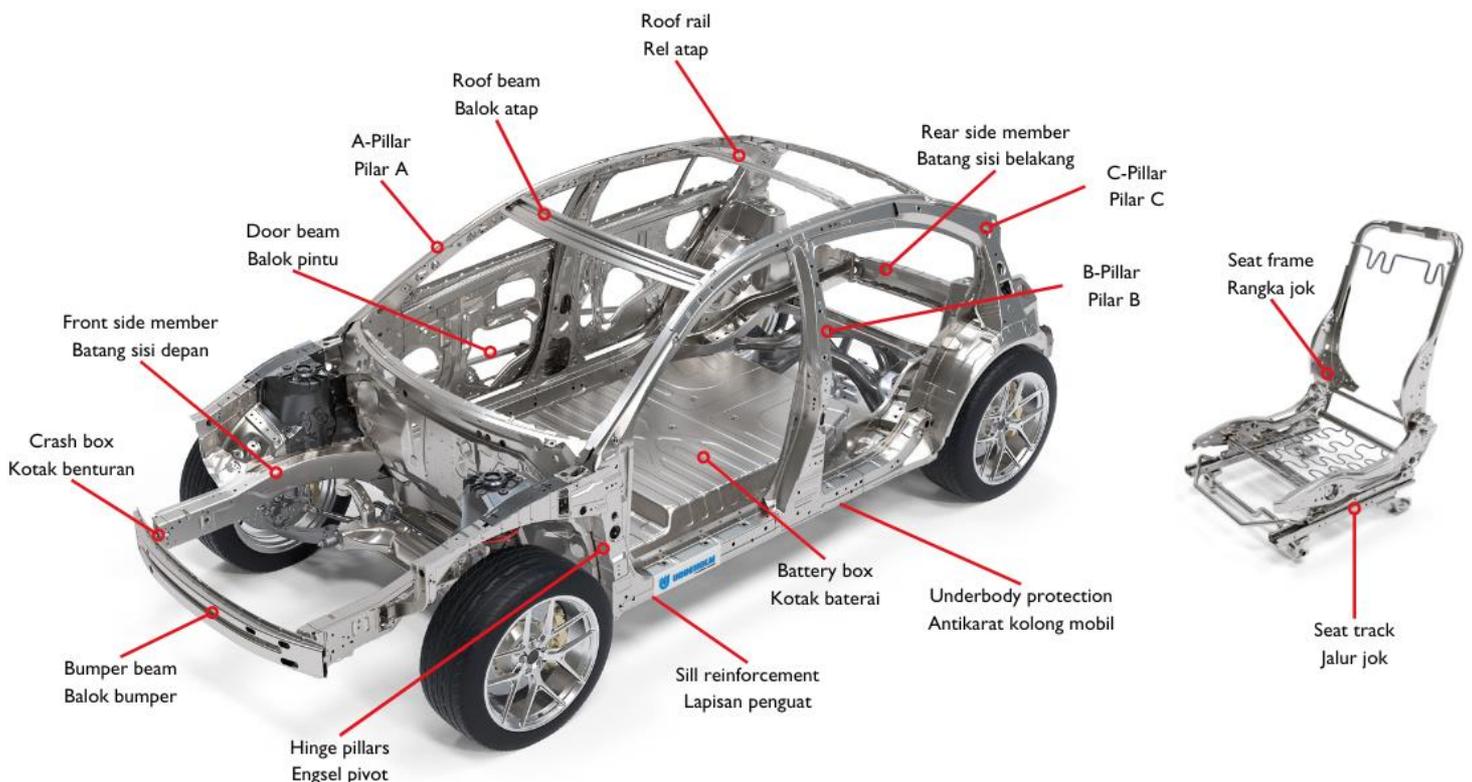
Melalui analisis yang mendetil, termasuk sifat mekanik, mekanisme kegagalan, dan contoh kasus dunia nyata, artikel ini menyoroti bagaimana pemilihan baja perkakas yang tepat dapat meningkatkan umur pakai perkakas, mengurangi waktu henti, dan mengoptimalkan produktivitas dalam proses *forming* dan *blanking* AHSS yang penuh dengan tantangan.

## **BAJA MUTAKHIR BERKEKUATAN TINGGI (ADVANCED HIGH-STRENGTH STEELS)**

Keberlanjutan, efisiensi, dan keselamatan merupakan inti dari prioritas manufaktur global saat ini, khususnya di industri otomotif. Advanced High-Strength Steels (AHSS) memainkan peran penting dalam mencapai tujuan ini, menawarkan pengurangan bobot dengan tetap mempertahankan kekuatan tinggi dan performa benturan. AHSS memungkinkan produsen kendaraan untuk memproduksi kendaraan yang lebih ringan, lebih aman, dan lebih hemat bahan bakar, yang pada gilirannya mengurangi emisi dan jejak lingkungan secara keseluruhan.



Penggunaan AHSS berkembang pesat, didorong oleh peraturan emisi yang ketat dan kebutuhan akan desain ringan yang hemat biaya. AHSS telah menjadi bahan dasar dalam memproduksi komponen struktural otomotif seperti pilar-B, balok penahan benturan, dan penutup baterai untuk kendaraan listrik (EV) dan model hibrid. Secara global, tren ini semakin cepat, dimana tujuan keberlanjutan dan arahan pemerintah membentuk kembali lanskap otomotif.



Namun, AHSS bukannya tanpa tantangan. Kekuatannya yang tinggi dan struktur mikro yang canggih membuatnya lebih sulit untuk diproses, terutama dalam aplikasi pengerjaan dingin seperti *forming*, *blanking*, and *punching*. Tantangan-tantangan ini terjadi dalam beberapa hal kritis, yaitu:

**Keausan Abrasif:** Kekerasan AHSS yang tinggi menyebabkan peningkatan keausan perkakas, dimana sedang dibentuk, baja yang keras ini bertindak seperti amplas yang dengan cepat menggores dan menggerus permukaan perkakas. Hal ini menyebabkan perkakas cepat aus, menjadi tumpul, dan kehilangan efektivitasnya selama proses *forming*.

**Keausan Adhesif (Galling):** Ketika membentuk AHSS yang di-coating ataupun AHSS yang di-coating stainless, gesekan yang tinggi antara perkakas dan material dapat menyebabkan material menempel pada permukaan perkakas. Hal ini menciptakan area yang kasar dan robek serta merusak perkakas dan benda kerja.

**Chipping dan Retak (Cracking):** Beban mekanis yang kuat yang diperlukan untuk memproses AHSS dapat menyebabkan chipping-dimana bagian - bagian kecil terlepas dari sisi-tepi perkakas dan retak, dimana retakan kecil terbentuk dan menjalar di bawah tekanan yang berulang. Hal ini sering terjadi selama proses *blanking* atau *stamping*, sehingga mengurangi umur pakai dan kepresisian perkakas.

**Deformasi Plastis:** Di bawah tekanan kontak yang tinggi selama proses *forming* dan *blanking* AHSS, baja perkakas standar dapat melengkung atau penyok secara permanen. Hal ini merubah geometri dan kepresisian perkakas, sehingga menghasilkan suku cadang yang berkualitas buruk dan meningkatkan kebutuhan pemeliharaan (*maintenance*).

Kekuatan AHSS menentukan apakah suatu perkakas akan dapat mempertahankan bentuknya atau terdeformasi plastis, tetapi struktur mikro unik dalam AHSS-lah yang menentukan bagaimana material berinteraksi dengan perkakas selama proses produksi. Setiap fasa - baik ferit, martensit, bainit, maupun austenit - memiliki tantangannya tersendiri, yang memengaruhi performa perkakas melalui keausan, lengket (*sticking*), atau deformasi

## TIPIKAL LEMBARAN AHSS DAN STRUKTURNYA

Tipe AHSS	Struktur	Tipikal Kekuatan (MPa)
<b>Dual Phase (DP)</b>	Ferit + Martensit	500–1000
<b>Complex Phase (CP)</b>	Ferit + Bainit + Martensit	780–1000
<b>Martensitic (MS)</b>	Martensit	1100–1400
<b>Ferritic-Bainitic (FB)</b>	Ferit + Bainit	600–800
<b>TRIP</b>	Ferit + Bainit + Austenit	500–700
<b>TWIP</b>	Austenite + Twinning	900–1200

Tabel 1. Jenis lembaran AHSS dan struktur mikronya

**Ferit:** menyebabkan lengket (*sticking*) sehingga menyebabkan Galling, yang mengarah pada Keausan Adhesif.

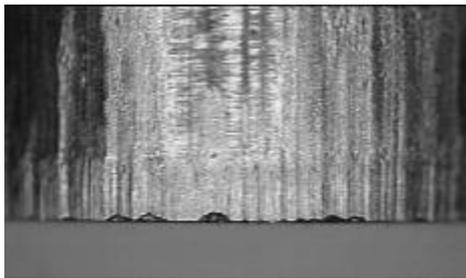
**Martensit:** menyebabkan keausan abrasif dan chipping pada sisi-tepi.

**Bainit:** menyebabkan keausan campuran Abrasif dan Adhesif. Juga, agak lengket (*sticky*).

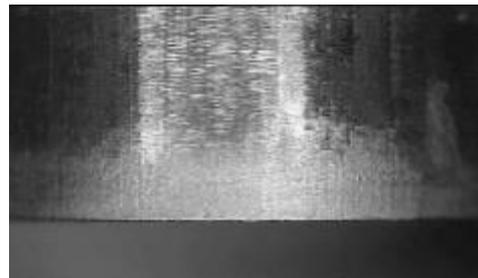
**Austenit**, terutama pada baja TRIP dan TWIP, menyebabkan Deformasi Plastis dan kerusakan karena tegangan setempat akibat dari tingkat *work hardening* yang tinggi.

Memahami hubungan ini membantu produsen memilih solusi yang tepat. Dan hal ini sering kali memerlukan kombinasi kekerasan, ketahanan aus, keuletan, dan stabilitas dimensi yang berbeda.

Berikut adalah contoh Vanadis 4 Extra setelah pemotongan lembaran AHSS biasa dengan ketebalan 1,5 mm.

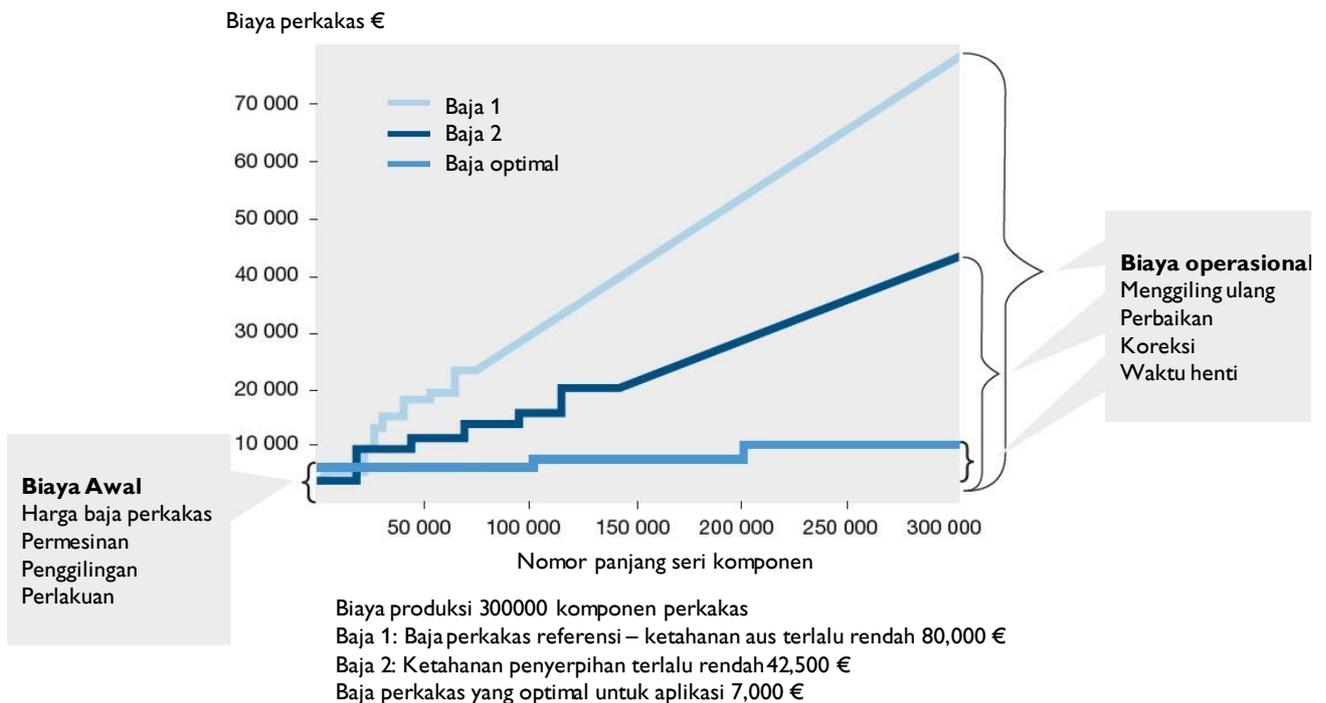


Gambar 1. AISI D2, 50000 bagian



Gambar 2. Vanadis 4 Extra SuperClean, 50 000 bagian

Baja tradisional kesulitan memenuhi meningkatnya tuntutan AHSS, dan sering kali menyebabkan kegagalan perkakas yang mahal, waktu henti, dan peningkatan upaya pemeliharaan.



Gambar 3: Pertimbangan biaya total perkakas. Langkah dalam baris menunjukkan biaya perbaikan.

## SOLUSI ASSAB UNTUK AHSS

ASSAB, telah menjawab tantangan ini dengan solusi berperforma tinggi yang dirancang khusus untuk AHSS. Lima baja perkakas ASSAB yang menonjol saat ini adalah Caldie, Unimax, Vanadis 4 Extra, Vanadis 8 SuperClean, dan Vancron SuperClean. Grade-grade ini mengutamakan sifat-sifat unik, keunggulan, dan aplikasi yang ideal dalam proses *forming* dan *blanking* AHSS.

### Baja Perkakas Metalurgi Serbuk (PM)

Proses Metalurgi Serbuk (PM) merupakan puncak dari pembuatan baja perkakas. Tidak seperti metalurgi konvensional, PM menghasilkan karbida yang kecil dan terdistribusi secara merata yang menghasilkan ketahanan aus yang unggul, ketangguhan, dan struktur baja yang homogen. Hal ini menjadikan baja PM sebagai solusi ideal untuk aplikasi yang menuntut performa ekstrim, seperti *blanking* dan *forming* AHSS.

### Vanadis 4 Extra SuperClean

Komposisi Vanadis 4 Extra, yakni paduan kromium, molibdenum, dan vanadium yang dioptimalkan, menciptakan struktur mikro dengan karbida yang terdistribusi secara merata. Proses PM yang dikontrol dengan cermat ini menghasilkan material yang menyediakan:

**Ketahanan Aus Abrasif dan Adhesif yang Tinggi:** Kehadiran karbida yang terdispersi halus memastikan ketahanan yang kuat terhadap mekanisme keausan yang mendominasi dalam proses *blanking* dan *forming* dengan AHSS.

**Keuletan yang Luar Biasa dan Ketahanan terhadap Chipping:** Ketika patah-getas berakibat fatal, Vanadis 4 Extra menunjukkan keuletan yang tinggi, yang secara signifikan mengurangi risiko *chipping* atau retak, terutama dalam kondisi pembebanan siklik yang tinggi.



Gambar 4. Perbandingan uji tekuk empat titik dengan tipe PM 23, 60-62 HRC

**Stabilitas Dimensi:** Distorsi minimal selama perlakuan panas dan efek penuaan (*aging*) minimal selama proses produksi memastikan performa perkakas yang presisi dan konsisten adalah faktor penting untuk aplikasi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

### **Kemampuan Produksi dan Kegunaan**

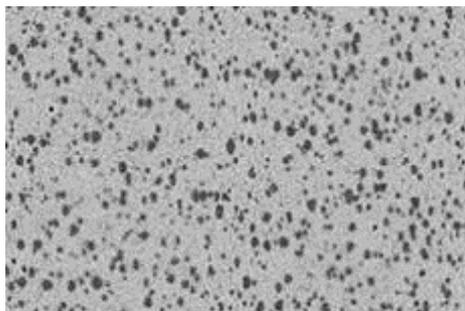
Dari perspektif produksi, Vanadis 4 Extra menawarkan keunggulan yang signifikan dalam hal mampu-mesin (*machinability*) dan mampu-gerinda (*grindability*), sifat yang tidak selalu dikaitkan dengan baja perkakas paduan tinggi. Hal ini memudahkan produksi dan finishing perkakas yang efisien, sehingga memungkinkan produsen untuk mempertahankan toleransi yang ketat tanpa biaya pemrosesan yang berlebihan.

Vanadis 4 Extra SuperClean sangat cocok untuk aplikasi dimana AHSS digunakan pada kondisi yang sangat berat pada material perkakas, seperti:

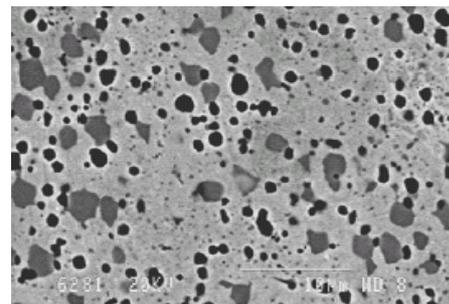
- Perkakas yang mengalami pembebanan siklik di mana ketahanan aus harus diseimbangkan dengan keuletan untuk mencegah kegagalan dini.
- Perkakas yang menghadapi tekanan mekanis yang tinggi selama proses pembentukan (*shaping*) dan harus tahan terhadap deformasi plastis dan retak fatik.
- Kemampuan untuk mempertahankan performa dalam lingkungan dengan tuntutan yang tinggi ini menjadikan Vanadis 4 Extra SuperClean sebagai material “serba guna” yang optimal di mana baja perkakas tradisional sering kali gagal memberikan daya tahan yang memadai.

### **Vanadis 8 SuperClean**

Komposisi Vanadis 8 SuperClean, dengan kandungan vanadium yang tinggi dan komposisi yang dioptimalkan, menghasilkan baja perkakas dengan distribusi karbida yang halus dan seragam. Struktur mikro yang canggih ini memberikan performa yang luar biasa dalam hal ketahanan aus, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang menantang dengan proses produksi yang panjang dan kondisi abrasif.



Gambar 5. Vanadis 8 SuperClean, 15% karbida MC



Gambar 6. Grade PM yang mengandung 13% (9% MC + 3% M7C) ukuran campuran karbida

### **Bagaimana Struktur Karbida Meningkatkan Umur Pakai Perkakas**

Proporsi karbida vanadium halus yang tinggi dalam Vanadis 8 SuperClean memberikan ketahanan maksimum terhadap keausan abrasif, yang sangat penting ketika bekerja dengan material yang keras dan abrasif seperti AHSS. Karbida halus bertindak sebagai pelindung, menahan pemotongan mikro (*micro-cutting*), yang terjadi ketika partikel keras meluncur (*slide*) ke permukaan perkakas.

Perkakas yang terbuat dari Vanadis 8 SuperClean dapat mempertahankan ketajaman sisi potong dan keakuratan dimensinya dengan lebih lama. Jika pada High-Speed Steel terdapat karbida campuran yang berukuran besar dan kasar dapat menimbulkan konsentrasi tegangan dan memicu terjadinya chipping dan retak (cracking), maka karbida yang halus dan terdistribusi secara merata pada Vanadis 8 SuperClean dapat meminimalisir risiko ini

Pada saat yang sama, strukturnya yang homogen dan sangat bersih dapat meningkatkan keuletan baja, sehingga mampu menyerap beban yang lebih tinggi tanpa chipping atau retak. Kekerasan yang tinggi pada karbida kecil meningkatkan ketahanan terhadap keausan tepi yang terlalu dini, sehingga memastikan umur pakai perkakas yang lebih lama di bawah beban berat.

Kombinasi ini menjadikan Vanadis 8 SuperClean sebagai baja perkakas yang ideal untuk proses produksi yang panjang di mana perkakas mengalami keausan yang ekstrem dan tekanan yang tinggi, seperti pada proses *blanking* dan *punching* untuk AHSS.

Dengan memanfaatkan kekerasan dan stabilitas karbida vanadium, Vanadis 8 SuperClean tidak hanya memperpanjang umur pakai perkakas tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan, sehingga mengurangi kebutuhan pemeliharaan dan penggantian perkakas.

### **Vancron SuperClean**

Vancron SuperClean adalah baja perkakas PM paduan nitrogen dan membedakannya di antara baja perkakas berperforma tinggi karena komposisi paduan nitrogennya yang unik yang dikombinasikan dengan teknologi Metalurgi Serbuk (PM). Struktur mikro yang canggih ini memberikan keseimbangan antara ketahanan aus dan ketahanan galling, sehingga Vancron SuperClean sangat efektif dalam aplikasi *forming* dan *blanking* di mana keausan adhesif, seperti galling, merupakan tantangan yang dominan.



Gambar 7. Punch Stamping mengalami galling berat

### **Karbonitrida Kaya Nitrogen – Ketahanan *Galling* Bawaan**

Proses paduan nitrogen menghasilkan pembentukan karbonitrida yang kaya nitrogen, yang memberikan permukaan gesekan rendah secara internal di dalam matriks baja. Tidak seperti *coating* eksternal, yang dapat aus atau terkelupas seiring waktu, sifat ini melekat pada material itu sendiri. Permukaan yang halus dan rendah gesekan meminimalkan daya adhesif antar logam, sehingga mengurangi risiko *galling* di bawah tekanan kontak yang tinggi dan kondisi geser (*sliding*), terutama saat mengerjakan AHSS yang di-coating (seperti baja galvanis atau alumina)

Selain ketahanannya terhadap galling yang luar biasa, vanadium karbonitrida yang terdistribusi sempurna, memberikan ketahanan aus abrasif yang sangat baik. Hal ini memastikan perkakas dapat mempertahankan integritas dan performa sisi-tepinya selama proses produksi yang panjang, bahkan di lingkungan yang sangat abrasif.

Vancron SuperClean sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan performa perkakas yang andal dalam jangka panjang:

- Perkakas forming untuk AHSS yang dicoating, seperti lembaran galvanis (GI/GA) atau alumina
- Perkakas blanking dan punching yang membutuhkan gesekan rendah dan ketahanan aus yang tinggi.
- *Stamping* dan *Forming* yang kompleks dengan tekanan geser tinggi dan kontak permukaan.

Dengan menghilangkan kebutuhan akan coating tambahan, Vancron SuperClean menyederhanakan pemeliharaan perkakas sekaligus memberikan performa yang konsisten. Sifat pelumasan mandiri (self-lubricating) memberikan keunikan tersendiri untuk aplikasi dimana material kerja menempel pada perkakas dan menghilangkan risiko kegagalan dan penggantian perkakas secara dini.

## KESIMPULAN

Meningkatnya penggunaan Advanced High-Strength Steels (AHSS) dalam manufaktur modern menghadirkan tantangan yang signifikan, terutama untuk material perkakas yang terekspos keausan abrasif, galling, dan chipping. Baja perkakas berperforma tinggi dari ASSAB--Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, dan Vancron SuperClean--dikembangkan secara khusus untuk mengatasi masalah-masalah ini dan memperpanjang umur pakai perkakas dalam aplikasi pengerjaan dingin yang berat.

**Vanadis 4 Extra SuperClean** memberikan keseimbangan yang sangat baik antara ketahanan aus dan ketangguhan, menjadikannya pilihan serbaguna untuk aplikasi yang membutuhkan daya tahan dan ketahanan terhadap chipping.

**Vanadis 8 SuperClean** unggul dalam lingkungan yang didominasi oleh keausan abrasif, menawarkan ketahanan retensi-tepi yang unggul dan umur pakai alat untuk produksi jangka panjang.

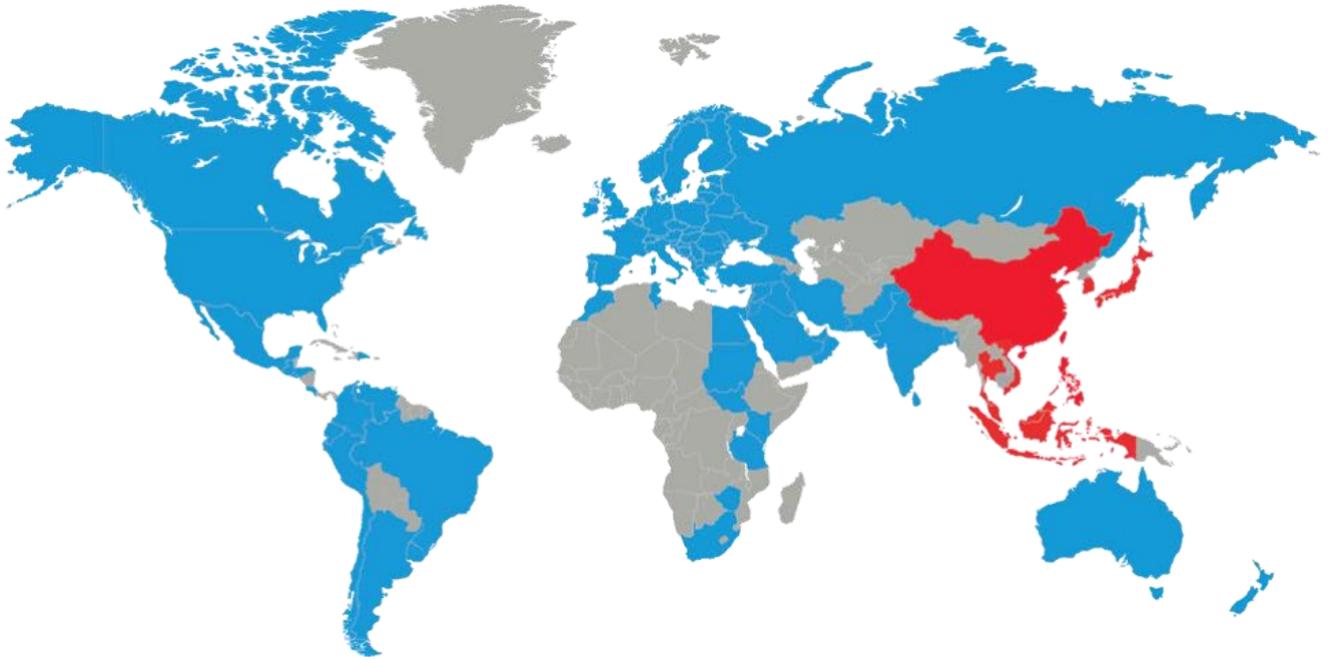
**Vancron SuperClean**, dengan karbonitrida yang kaya akan nitrogen, memberikan ketahanan terhadap galling dan mengurangi kebutuhan akan coating, sehingga membuatnya sangat efektif untuk membentuk AHSS yang di-coating. Dengan memilih baja perkakas yang tepat untuk tantangan tertentu—baik itu kerusakan, keausan abrasif, atau chipping—produsen dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu henti, serta memperoleh hasil yang konsisten dan berkualitas tinggi saat bekerja dengan material AHSS.

<b>Kapan Menggunakan Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 8 SuperClean, dan Vancron SuperClean</b>			
Baja Perkakas	Kekuatan Utama	Aplikasi	Ideal untuk
<b>Vanadis 4 Extra SuperClean</b>	Ketangguhan dan ketahanan aus yang seimbang	Perkakas blanking, forming, dan stamping untuk AHSS	Aplikasi yang memerlukan keseimbangan antara ketangguhan dan ketahanan aus untuk mencegah kegagalan dini.
<b>Vanadis 8 SuperClean</b>	Ketahanan aus abrasif yang luar biasa	Blanking dan punching volume tinggi AHSS	Lingkungan dengan keausan abrasif ekstrem di mana ketahanan mata pisau maksimum sangat penting.
<b>Vancron SuperClean</b>	Ketahanan kerusakan yang unggul, gesekan rendah	Perkakas forming untuk AHSS yang di-coating (misalnya galvanis)	Aplikasi di mana keausan adhesif (galling) mendominasi, dan coating tidak dapat dilakukan.

Table 2. Solusi ASSAB di berbagai lingkungan

Dengan memanfaatkan sifat unik baja perkakas canggih ini, produsen bisa mengoptimalkan performa perkakas dan mengatasi beragam tantangan yang ditimbulkan oleh material AHSS.





Memilih baja yang tepat adalah hal yang sangat penting. Insinyur dan ahli metalurgi ASSAB selalu siap untuk membantu Anda dalam memilih jenis baja optimum dan perawatan yang paling cocok untuk setiap aplikasi. ASSAB tidak hanya menyediakan produk baja berkualitas tinggi, tetapi kami juga menawarkan layanan machining terbaik, perlakuan panas, *surface treatment* dan aditif manufaktur (pencetakan 3D) untuk meningkatkan kinerja perkakas Anda serta memenuhi keperluan Anda dalam waktu cepat. Menggunakan pendekatan holistik sebagai penyedia solusi satu atap, kami lebih dari sekedar penyedia baja perkakas.

Di Asia Pasifik, ASSAB mengembangkan jaringan distribusi untuk Uddeholm, sebuah pabrik baja perkakas Swedia dengan lebih dari 350 tahun pengalaman dalam industri baja perkakas. Keduanya merupakan bagian integral dari voestalpine AG, sebuah perusahaan terkenal berbasis Austria yang terdaftar di Bir saham Vienna sejak 1995. Bersama-sama, kita mengukuhkan diri sebagai pemimpin dalam sektor baja dan teknologi, dengan berbagai jenis produk dan layanan.

Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi  
[www.assab.com](http://www.assab.com)

