

Editor:

Dr. Sabarudin Akhmad, S.T., M.T., IPU, AseanEng.

Sugeng Purwoko, S.T., M.T.

Mu'alim, S.T., M.T



PROSES MANUFAKTUR OPERASI PEMROSESAN



Tim Penulis:

Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.

Sindy Nindia Maretha Haristanti, S.TP., M.T.

Shofia Hardi, S.Kom., M.T.

Asri Amalia Muti, S.ST., M.T.

PROSES MANUFAKTUR

Tim Penulis:

Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.

Sindy Nindia Maretha Haristanti, S.TP., M.T.

Shofia Hardi, S.Kom., M.T.

Asri Amalia Muti, S.ST., M.T.

Editor:

Dr. Sabarudin Akhmad, S.T., M.T., IPU, AseanEng.

Sugeng Purwoko, S.T., M.T.

Mu'alim, S.T., M.T



PROSES MANUFAKTUR: OPERASI PEMROSESAN

Tim Penulis:

Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.
Sindy Nindia Maretha Haristanti, S.TP., M.T.
Shofia Hardi, S.Kom., M.T.
Asri Amalia Muti, S.ST., M.T.

Desain Cover:

Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Dr. Sabarudin Akhmad, S.T., M.T., IPM, AseanEng.
Sugeng Purwoko, S.T., M.T.
Mu'alim, S.T., M.T.

ISBN:

978-634-246-191-4

Cetakan Pertama:

September, 2025

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ini yang berjudul "**Proses manufaktur: Operasi Pemrosesan**" dapat tersusun dan diselesaikan dengan lancar. Buku ini dirancang untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai tiga pilar utama dalam proses manufaktur, yaitu **proses pembentukan, proses peningkatan sifat material, serta operasi permukaan**.

Dalam era industri yang terus berkembang dan menuntut ketepatan tinggi, pemahaman terhadap berbagai proses manufaktur menjadi sangat penting. Proses pembentukan membahas bagaimana material dibentuk menjadi komponen atau produk melalui metode deformasi plastis dan pemesinan. Selanjutnya, proses peningkatan properti material mencakup berbagai perlakuan yang bertujuan untuk memodifikasi struktur mikro material agar sesuai dengan persyaratan teknis dan fungsional. Adapun operasi permukaan difokuskan pada teknik-teknik pengolahan dan pelapisan yang berfungsi untuk meningkatkan performa permukaan terhadap faktor eksternal seperti gesekan, korosi, dan keausan, sekaligus menambah nilai estetika.

Penyusunan buku ini didasarkan pada pendekatan teoritis yang diperkuat dengan ilustrasi, studi kasus, dan penerapan dalam industri nyata. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang relevan bagi mahasiswa teknik, dosen, serta para praktisi di bidang manufaktur dan rekayasa material.

Penulis menyadari bahwa buku ini belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan edisi berikutnya.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pengembangan keilmuan dan praktik di bidang teknik manufaktur serta menjadi panduan pembelajaran yang aplikatif dan mendalam.

**Penulis,
14 Juli 2025**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
PENDAHULUAN	vi
PROSES MANUFAKTUR	1
A. Definisi Proses Manufaktur	1
B. Tujuan Proses Manufaktur	3
C. Proses Manufaktur Tradisional dan Modern	4
D. Pemilihan Proses dan Mesin	6
E. Karakteristik Material	8
F. Diagram Proses Manufaktur	9
OPERASI PEMROSESAN MANUFAKTUR.....	13
A. Definisi Manufaktur.....	13
B. Industri Manufaktur dan Produk.....	14
C. Operasi-operasi Manufaktur	16
FORGING (PROSES PEMBENTUKAN)	25
A. Pengepres Hidraulik.....	26
B. Sistem Penggerak Untuk Mesin Press Hidraulik	27
C. Desain Rangka Pada Mesin Press Hidraulik	29
D. Karakteristik Mesin Cetak Hidraulik	31
E. Kapasitas Press Yang Tersedia dan Perkembangan Baru	31
F. Klasifikasi Penempatan	33
G. Die Forging Dengan Power Hammers.....	37
PROSES PEMADATAN.....	41
A. Jenis - Jenis Pola	45
B. Pasir Cetakan dan Sifatnya	48
C. Teknik Pembuatan Cetakan	49
D. Die Casting.....	51
PROSES NANOPARTIKEL (NANOTECH)	53
A. Arc Discharge Method	54
B. Electron Beam Lithography	55
C. Mechanical Milling.....	57
D. Laser Ablation	58
E. Laser Pyrolysis.....	59
F. Spinning	60
G. Sol-Gel Process	62
H. Chemical Vapour Deposition	63

PROSES PERUBAHAN BENTUK	69
A. Cold Working	69
B. Hot Working	71
MATERIAL REMOVAL	75
A. Conventional Machining	76
B. Abrasive Process	82
C. Nontraditional Machining	84
PROSES PENINGKATAN PROPERTI	105
A. Dasar Permesinan	105
B. Mesin Miling (Frais Machine)	109
C. Mesin Sekrap (Mesin Serut)	112
D. Mesin Bor (Drilling Machine)	114
E. Power Hack Saw (Gergaji Potong)	116
F. Mesin Pres	117
PROSES PEMANASAN	125
A. Pendahuluan	125
B. Macam Pengelasan	125
C. Proses Pengelasan	128
PROSES OPERASI PERMUKAAN (SURFACE OPERATION)	137
A. Pembersihan (Cleaning)	138
B. Pembersihan Dengan Metode Kimia	140
C. Pembersihan Dengan Metode Mekanik (Secara Fisik)	143
PERLAKUAN PERMUKAAN (SURFACE TREATMENTS)	147
A. Proses Pelapisan Permukaan	147
B. Proses Pelapisan dan Deposisi Film Tipis (Coating and Thin Film Deposition)	151
DAFTAR PUSTAKA	155
GLOSARIUM	161

PENDAHULUAN

Bagian ini disusun sebagai pengantar sebelum memasuki isi utama buku "**Proses Manufaktur: Operasi Pemrosesan**". Penyajian materi dalam buku ini telah disesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) untuk mata kuliah Proses Manufaktur, yang merupakan salah satu mata kuliah inti dalam program studi Teknik Mesin dan Teknik Industri.

Mata kuliah ini memiliki peran strategis dalam memberikan landasan pengetahuan kepada mahasiswa mengenai metode dan teknik yang digunakan dalam kegiatan produksi komponen teknik. Di tengah tuntutan industri modern yang menekankan efisiensi, presisi, dan kecepatan, pemahaman mendalam mengenai proses pembentukan, perlakuan untuk meningkatkan sifat material, serta pengolahan permukaan menjadi sangat penting. Buku ini dirancang untuk mendukung kebutuhan tersebut dengan menitikberatkan pada tiga aspek utama dalam proses manufaktur, yaitu:

1. Proses Pembentukan Material,
2. Peningkatan Sifat Fisik dan Mekanik, dan
3. Proses Pemrosesan Permukaan.

Melalui pemahaman terhadap ketiga komponen utama tersebut, diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan dalam merancang, memilih, dan mengevaluasi proses produksi yang sesuai dengan kebutuhan teknis dan efisiensi biaya. Adapun capaian pembelajaran yang ingin dicapai melalui mata kuliah ini meliputi:

1. Pemahaman terhadap prinsip dan karakteristik dari berbagai proses manufaktur (CPMK 1),
2. Kemampuan dalam menganalisis hubungan antara material, proses, dan rancangan produk (CPMK 2),
3. Keterampilan dalam menerapkan konsep proses manufaktur pada studi kasus nyata (CPMK 3),
4. Kepekaan dalam menilai keunggulan dan keterbatasan tiap proses pemrosesan dalam konteks aplikatif (CPMK 4).

PROSES MANUFAKTUR

CPMK : Mahasiswa mampu menjelaskan ruang lingkup proses manufaktur
Sub CPMK : Sejarah, pengertian, produk, material, *assembly*, operasi, proses

A. DEFINISI PROSES MANUFAKTUR

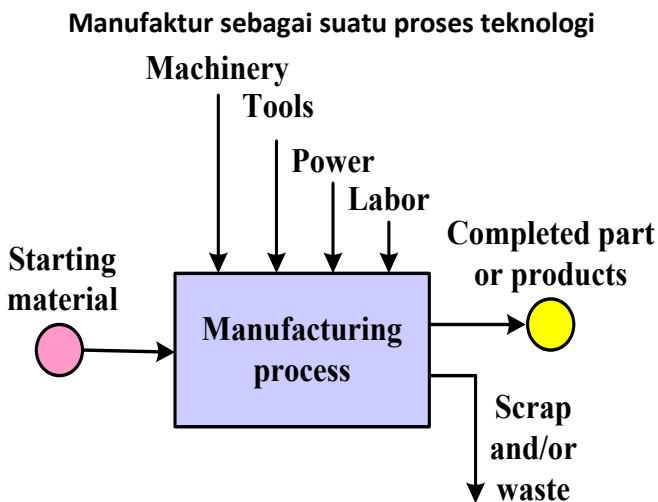
Sejarah Perkembangan Proses Manufaktur dimulai dari tokoh yang bernama Eli Whitney penemu mesin tenun, dan pada tahun 1800 ditemukannya mesin frais. Pengembangan proses manufaktur modern terjadi pada Perang saudara di Amerika Serikat dan Fred. W. Taylor yang berhasil menemukan teori ilmiah tentang pemotongan logam dari percobaan dan analisa yang dilakukannya. Fred. W. Taylor memiliki julukan sebagai Bapak Industri Modern. Pada generasi berikutnya peneliti dan pengamat dilanjutkan oleh Myron L. Begeman. Penemuan dan pengembangan yang dapat menggantikan tenaga manusia terhadap mesin pengubah daya, seperti: mesin uap, roda air, dan motor listrik. Kemudian dilanjutkan oleh penemuan dan pengembangan seperti bahan atau material besi dan bukan besi (ferrous and non-ferrous) yang mendorong manusia untuk memasuki dunia teknologi dan pengembangan terhadap pengontrol mekanis, listrik, elektronika dan komputer yang akhirnya memudahkan manusia untuk mengendalikan proses pemesinan. (Gevorkyan *et al.*, 2022)

Proses manufaktur merupakan kegiatan aktivitas yang terencana dan terorganisir yang bertujuan untuk menghasilkan kualitas yang baik pada produk atau barang dengan efisiensi biaya yang optimal sesuai dengan keinginan konsumen. Penggunaan seperti teknologi, peralatan, bahan baku, mesin dan tenaga kerja pasti dilibatkan dalam proses manufaktur untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi melalui tahapan yaitu perancangan, pengolahan, pengerjaan, perakitan, dan pengujian. Barang konsumen seperti pakaian, sepatu, alat rumah tangga dan sampai produk industri seperti kelistrikan, mobil dan pesawat dapat diterapkan pada proses manufaktur. Tujuan dari proses manufaktur ini adalah untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, biaya yang efektif, dan waktu yang tepat sesuai dengan kebutuhan konsumen. Proses manufaktur dengan arti lain juga disebut ilmu yang mencakup proses terhadap suatu material untuk membuat

OPERASI PEMROSESAN MANUFAKTUR

A. DEFINISI MANUFAKTUR

1. Manufaktur dapat didefinisikan sebagai aplikasi proses fisik dan proses kimia untuk merubah geometri, sifat-sifat, dan/atau penampilan material dasar yang diberikan menjadi part-part atau produk;
2. Manufaktur juga termasuk penyambungan berbagai part untuk membuat produk rakitan;
3. Ada dua alternatif definisi manufaktur yaitu sebagai suatu proses teknologi dan sebagai suatu proses ekonomi.



1. Untuk menyelesaikan suatu proses manufaktur dibutuhkan mesin (*machinery*), perkakas (*tools*), daya (*power*), dan tenaga kerja (*labor*);
2. Proses manufaktur hampir selalu dilaksanakan dalam suatu urutan tahapan operasi;
3. Setiap tahapan operasi akan membuat material mendekati bentuk akhir yang diinginkan;
4. Dalam setiap tahapan operasi juga akan dihasilkan sekrup dan/atau limbah.

FORGING (PROSES PEMBENTUKAN)

CPMK : Mahasiswa mampu menjelaskan ferrous metal

SUB CPMK : Mahasiswa Mampu Jenis pengerjaan dari logam metal

Pengembangan teknologi penempaan yang berkelanjutan membutuhkan pemahaman yang baik dan mendasar tentang kemampuan peralatan dan karakteristiknya. Peralatan, yaitu pengepres dan palu yang digunakan dalam penempaan, memengaruhi proses penempaan, karena memengaruhi laju deformasi dan kondisi temperatur, serta menentukan laju produksi. Persyaratan proses penempaan yang diberikan harus sesuai dengan beban, energi, waktu, dan karakteristik akurasi dari mesin tempa yang diberikan. Dalam penempaan, logam dan paduan dideformasi ke bentuk yang ditentukan dengan aplikasi pukulan berulang dari palu. Biasanya dilakukan dalam keadaan panas; meskipun terkadang penempaan dingin juga dilakukan. Bahan bakunya adalah biasanya sepotong penampang bulat atau persegi yang volumenya sedikit lebih besar dari volume komponen jadi.

Pada dasarnya ada tiga jenis pengepresan: pengepres hidrolis, mekanis, dan sekrup. Mesin-mesin ini digunakan untuk penempaan panas dan dingin, pemangkasan ekstrusi dingin, dan peleburan. Perkembangan dalam industri penempaan sangat dipengaruhi oleh persyaratan di seluruh dunia untuk membuat komponen yang semakin lama dan lebih kompleks untuk bahan yang lebih sulit ditempa. Kebutuhan industri kedirgantaraan saat ini dan masa depan, peningkatan permintaan untuk sistem tenaga stasioner, mesin jet, dan komponen rakit udara, dan persaingan teknologi yang terus meningkat membutuhkan kompetisi yang berkelanjutan dalam peningkatan teknologi saat ini. Dengan demikian, penggunaan yang lebih efisien dari peralatan tempa yang ada dan pemasangan mesin yang lebih canggih telah menjadi kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Pengembangan di semua bidang penempaan memiliki tujuan untuk (a) meningkatkan laju produksi, (b) meningkatkan toleransi penempaan, (c) mengurangi biaya dengan meminimalkan kehilangan skrap, dengan mengurangi langkah pembentukan awal, dan dengan meningkatkan usia pakai alat, dan (d) memperluas kapasitas untuk menempa komponen yang lebih besar dan lebih rumit.

PROSES PEMADATAN

CPMK : Mahasiswa mampu menjelaskan pengecoran logam Sub CPMK : Mahasiswa mampu proses pengecoran

Proses pemadatan dan pengecoran merupakan dua metode penting dalam pembentukan material, khususnya logam dan keramik. Meskipun keduanya berbeda secara prinsip dasar, keduanya bertujuan membentuk material menjadi komponen dengan bentuk, ukuran, dan sifat mekanik tertentu. Keduanya bertujuan menghasilkan benda padat dengan bentuk tertentu dan sifat mekanik yang baik, meskipun dengan pendekatan berbeda. In *powder metallurgy*, serbuk logam dapat dibuat melalui proses atomisasi, yang merupakan teknik pengecoran logam cair menjadi partikel kecil. Serbuk ini kemudian digunakan dalam pemadatan.

Di beberapa proses modern seperti *metal injection molding* (MIM) dan *additive manufacturing* berbasis serbuk, teknik pemadatan sering mengadopsi prinsip pengecoran dalam hal pencetakan bentuk. Injection molding adalah proses manufaktur untuk memproduksi produk dari plastik (atau logam keramikan dalam variasi tertentu), dengan cara menyuntikkan material dilelehkan ke dalam cetakan tertutup, lalu menunggu material itu mendingin dan mengeras menjadi bentuk yang diinginkan.

Proses pemadatan dalam *Metal Injection Molding* (MIM) merupakan salah satu tahap penting yang terjadi setelah proses pencetakan (*injection molding*) dan sebelum sintering. Pemadatan bertujuan untuk menghilangkan binder dan memperkuat densitas serta integritas mekanik dari komponen logam yang dicetak. Proses Pemadatan dalam *Metal Injection Molding* secara Umum:

1. Debinding (Penghilangan pada Binder)

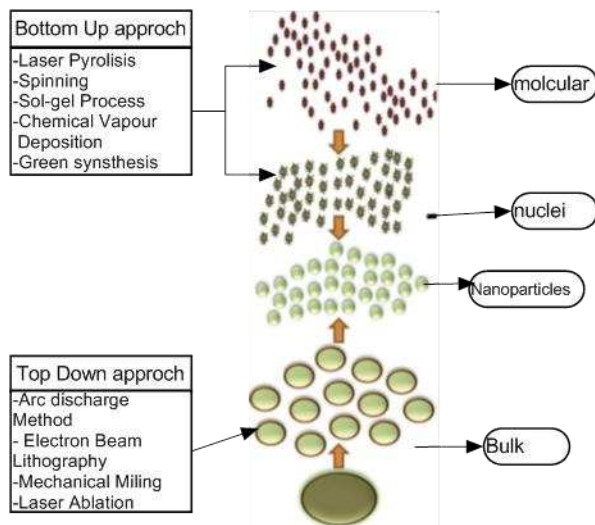
Setelah melakukan proses injeksi, komponen masih mengandung binder (zat pengikat), sehingga disebut "green part". Binder tersebut harus dihilangkan sebelum sintering, agar tidak menghambat penyatuan partikel logam. *Debinding* dapat dilakukan dengan beberapa metode: a) *Thermal Debinding*: Pemanasan perlahan untuk menguapkan binder, b) *Solvent Debinding*: pada tahapan ini dilakukan dengan merendam *green part* dalam pelarut untuk melarutkan binder, c) *Catalytic Debinding*: pada

PROSES NANOPARTIKEL (NANOTECH)

CPMK: Mahasiswa mampu menjelaskan metalurgi serbuk

Sub-CPMK: Mampu menjelaskan jenis pengerjaan pada proses material yang berbentuk powder

Nanopartikel dapat dihasilkan melalui berbagai pendekatan sintesis yang umumnya dikelompokkan menjadi metode fisika dan kimia. Dua pendekatan utama yang mendasari proses ini adalah *top-down* dan *bottom-up*. Pada metode *top-down*, bahan padat dalam bentuk makroskopis direduksi ukurannya hingga mencapai skala nano menggunakan proses mekanik seperti penggilingan bola atau etsa. Sementara itu, pendekatan *bottom-up* bekerja dari tingkat molekul atau atom dengan membentuk partikel nano secara bertahap, seperti melalui teknik sol-gel atau dispersi koloid



Gambar 1: Diagram Klasifikasi proses Sintesis Nanopartikel (Baig et al, 2021)

Metode *bottom-up* memiliki keunggulan dalam kontrol struktur karena partikel dibangun dari unit terkecil secara sistematis. Sebaliknya, pendekatan *top-down* sering kali lebih sederhana dari segi teknik namun berisiko menghasilkan ketidakteraturan pada ukuran dan bentuk partikel. Dalam perkembangan terbaru, sintesis nanopartikel juga mulai diarahkan mengikuti

PROSES PERUBAHAN BENTUK

CPMK: Mahasiswa mampu menjelaskan perubahan bentuk material

Sub-CPMK:

Pengaruh proses *annealing* dan *hardening* terkait tegangan dan regangan

Proses ini merupakan bagian dari manufaktur yang mengubah geometri benda kerja tanpa mengurangi massa material secara signifikan, melalui deformasi plastis. Tidak seperti pemesian yang membuang material, forming bekerja dengan memberi gaya luar yang mendorong logam berubah bentuk secara permanen, selama tegangan melebihi batas elastis material.

Dilakukan pada kondisi panas maupun dingin, tergantung jenis logam dan hasil akhir yang diinginkan. Kelebihannya termasuk:

- Efisiensi material tinggi
- Kekuatan meningkat karena *strain hardening*
- Kemampuan membentuk geometri kompleks dengan cepat

A. COLD WORKING

Cold working atau pengerjaan dingin adalah proses deformasi plastis logam yang dilakukan pada suhu di bawah titik rekristalisasinya. Dalam proses ini, material tidak dipanaskan terlebih dahulu, melainkan langsung dibentuk menggunakan gaya mekanik besar. Akibatnya, logam menjadi lebih keras dan kuat akibat peningkatan densitas dislokasi, namun juga berkurang keuletannya

Cold working sering diterapkan untuk membentuk produk akhir atau setengah jadi dengan toleransi dimensi yang tinggi dan permukaan yang halus, seperti kawat baja, tabung, dan pelat logam tipis. Proses ini juga dikenal karena tidak memerlukan energi termal, sehingga efisien dalam konsumsi energi.

Selama proses *cold working*, material mengalami deformasi plastis permanen tanpa pembentukan kembali butir logam karena tidak mencapai suhu rekristalisasi. Akibatnya:

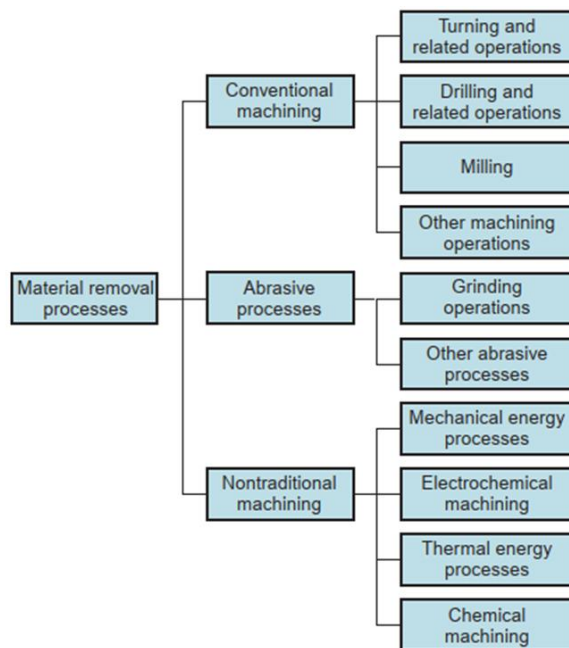
- Struktur mikro mengalami distorsi
- Terjadi *strain hardening* (pengerasan regangan)
- Densitas dislokasi meningkat
- Kekuatan tarik dan kekerasan meningkat

MATERIAL REMOVAL

CPMK: Mahasiswa mampu mendemonstrasikan pengoperasian permesinan dan peralatan

Sub-CPMK: Mahasiswa mampu mendemonstrasikan material removal

Penghilangan material adalah proses penting dalam manufaktur yang bertujuan untuk mengubah bentuk, ukuran, dan karakteristik permukaan suatu benda kerja dengan cara mengambil sebagian dari material aslinya. Proses ini memungkinkan pembentukan komponen teknik sesuai dimensi dan toleransi yang telah ditentukan. Dalam praktiknya, material removal dilakukan untuk menciptakan bentuk geometri seperti silinder, lubang, bidang datar, serta kontur atau sudut spesifik, sekaligus memastikan permukaan akhir memiliki tingkat kekasaran dan akurasi yang sesuai kebutuhan desain.



Gambar 9. Pemetaan material removal (Groover, 2020)

PROSES PENINGKATAN PROPRTI

A. DASAR PERMESINAN

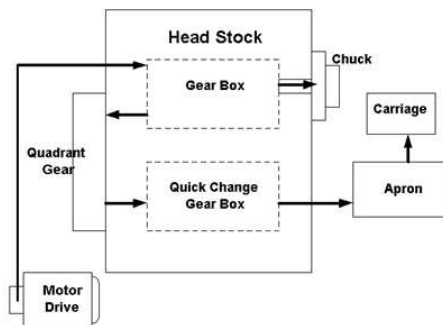
a. MESIN BUBUT

1. Pengertian Mesin Bubut

Lathe Machine atau lebih dikenal sebagai mesin bubut mencakup segala mesin perkakas yang memproduksi bentuk silindris dan digunakan untuk menghasilkan benda-benda bentuk silinder, membuat ulir, membuat lubang (pengeboran) dan meratakan permukaan benda kerja yang berputar. Benda kerja diberi gerakan memutar (rotasi), sedangkan pahat bergerak horizontal sepanjang sumbu benda kerja. Benda kerja yang dihasilkan berbentuk silinder, ulir dan tirus.

2. Prinsip Kerja Mesin Bubut

Mekanisme kerja pada mesin bubut adalah merubah energi listrik menjadi gerakan putar pada motor listrik kemudian ditransmisikan ke mekanisme gerak mesin bubut. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1 yang menunjukkan transmisi gerakan (*line of power*) pada mesin bubut.



Gambar 1
Line of Power Pada Mesin Bubut

Pada dasarnya prinsip kerja mesin bubut ada dua macam , yaitu:

1) *Main Drive*

Yaitu gerakan utama pada mesin bubut berupa putaran *spindle* yang berasal dari gerakan motor listrik.

2) *Feed Drive*

Yaitu gerakan pemakanan pahat pada benda kerja .

PROSES PEMANASAN

PROSES PENGELASAN

A. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah penyambungan dua buah logam sejenis maupun tidak sejenis dengan mencairkan (memanaskan) logam tersebut di atas atau di bawah titik leburnya disertai dengan atau tanpa tekanan dan disertai atau tidak disertai logam pengisi.

B. MACAM PENGELASAN

Berbagai buku dan ahli ilmu pengetahuan membagi macam atau jenis proses pengelasan tidak sama satu dengan yang lainnya, namun definisi dari masing-masing proses pengelasan tersebut adalah sama. Secara umum proses pengelasan pada logam dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok besar, dari masing-masing kelompok tersebut dibagi menjadi beberapa sub kelompok seperti terlihat pada diagram pada gambar 37 berikut ini.

Beberapa proses memerlukan pemukulan, pengerolan, atau penekanan untuk menyatukan logamnya. Proses lain melelehkan logam dan tidak memerlukan tekanan. Pada proses yang melibatkan penekanan umumnya permukaan logam harus dipanaskan sampai mendekati titik cairnya. Sambungan las dapat dibuat juga dengan menuangkan logam cair di antara dua keping yang perlu disambung.

Permukaan yang bersih akan menghasilkan sambungan las yang jauh lebih kuat, oksida permukaan harus dibuang karena dapat saja terperangkap dalam logam membeku.

1. Penyolderan dan Pematrian

Solder dan patri merupakan proses penyambungan logam di mana dimanfaatkan logam penyambung lainnya dalam keadaan cair yang kemudian membeku. Proses ini digunakan secara meluas dan diterapkan untuk menyambung bagian-bagian yang kecil dan komponen listrik.

PROSES OPERASI PERMUKAAN (*SURFACE OPERATION*)

CPMK : Mahasiswa dapat memahami teori jenis proses pemesinan SUB – CPMK : Jenis Proses Pemesinan untuk Operasi Permukaan

Dalam dunia manufaktur, operasi permukaan merupakan tahapan penting yang bertujuan untuk memodifikasi karakteristik permukaan benda kerja agar memenuhi standar kualitas tertentu [1]. Proses ini tidak hanya memperhalus permukaan, tetapi juga berfungsi untuk meningkatkan ketahanan terhadap keausan, korosi, serta memberikan nilai estetika. Selain itu, operasi ini juga dapat mempersiapkan permukaan agar lebih baik dalam menerima perlakuan lanjutan, seperti pengecatan, pelapisan, atau pengelasan. Beragam teknik digunakan dalam operasi permukaan, mulai dari proses pemesinan akhir seperti penggerindaan, *honing*, dan *lapping*, hingga teknik pemolesan untuk menghasilkan permukaan yang sangat halus dan mengkilap.

Selain itu, pembersihan permukaan juga menjadi bagian penting, seperti *sand blasting*, pembersihan kimia, maupun pembersihan ultrasonik yang bertujuan menghilangkan kotoran, minyak, atau oksidasi [2]. Proses pelapisan seperti *electroplating*, *anodizing*, dan *powder coating* juga sering digunakan untuk memberikan perlindungan tambahan pada permukaan logam [3]. Di sisi lain, perlakuan panas permukaan seperti *carburizing*, *nitriding*, dan *hardening* dengan induksi listrik digunakan untuk meningkatkan kekerasan pada bagian luar benda kerja tanpa memengaruhi struktur dalamnya. Operasi lain seperti tekstur permukaan juga kerap dilakukan, baik untuk alasan fungsional maupun estetika, misalnya dengan teknik *knurling* atau *etsa* (*etching*) [4].

Kualitas dari proses operasi permukaan ini biasanya dinilai melalui parameter tertentu, seperti rata-rata kekasaran permukaan (R_a), perbedaan tinggi antara puncak dan lembah (R_z), kekerasan permukaan, serta ketebalan dan daya rekat dari lapisan pelindung. Operasi permukaan banyak diaplikasikan dalam berbagai industri, termasuk otomotif, dirgantara, medis, elektronik, hingga produk-produk konsumen sehari-hari [2]. Melalui proses ini, komponen-komponen yang dihasilkan tidak hanya berfungsi optimal, tetapi

PERLAKUAN PERMUKAAN (*SURFACE TREATMENTS*)

CPMK : Mahasiswa dapat memahami teori jenis proses pemesinan SUB – CPMK : Jenis Proses Pemesinan untuk Perlakuan Permukaan

Perlakuan permukaan (*surface treatments*) dalam proses manufaktur merupakan langkah penting yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas permukaan suatu material, baik dari segi ketahanan fisik maupun tampilan visual [1]. Proses ini dilakukan untuk memperbaiki sifat permukaan seperti ketahanan terhadap korosi, keausan, dan adhesi terhadap pelapis, tanpa mengubah bentuk atau dimensi benda kerja secara keseluruhan [19]. Beberapa metode yang umum digunakan meliputi dilakukan pelapisan seperti pengecatan, pelapisan logam (*electroplating*), *anodizing*, atau *powder coating* untuk memberikan perlindungan tambahan dan penampilan yang lebih menarik. Selain itu, perlakuan termokimia seperti *nitriding* atau *carburizing* digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus permukaan logam. Dengan menerapkan perlakuan permukaan yang tepat, produk manufaktur dapat memiliki umur pakai yang lebih lama, performa yang lebih baik, serta memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan di berbagai industri.

A. PROSES PELAPISAN PERMUKAAN

Proses pelapisan permukaan merupakan metode yang digunakan dalam manufaktur dan rekayasa material untuk mengaplikasikan lapisan tipis suatu bahan pada permukaan benda kerja (substrat) [19]. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk meningkatkan karakteristik permukaan tanpa mempengaruhi sifat dasar dari material utamanya, pelapisan ini dapat memberikan berbagai manfaat, seperti meningkatkan ketahanan terhadap keausan, mencegah korosi, menambah kekerasan permukaan, serta menyediakan fungsi tambahan seperti sifat konduktif, optik, atau kemampuan daya rekat yang lebih baik [20].

DAFTAR PUSTAKA

- Creese, R. (1999). *Introduction to Manufacturing Processes and Materials*. CRC Press Taylor & francis Group.
- Gevorkyan, E.S. et al. (2022) *Remanufacturing and Advanced Machining Processes for New Materials and Components*. 1st edn. New York: Taylor & Francis. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781003218654>.
- H.J.Henning, T. A. (1972). Forging Equipment, Materials, and Practices. *Metals and Ceramics Information Center*, 300.
- Nur Ikhsan, S., Budiyanoro, C., Suwanda, T., & Nugroho, A. (2018). Perancangan Injection Blowing Tools dengan Line Slider untuk Mesin Blow Molding dengan Kapasitas Volume 300 Ml. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 2(1). <https://doi.org/10.18196/jmpm.2120>
- Jain, V.K. (2012) *Micromanufacturing Processes*. Boca Raton London New York: CRC Press Taylor & francis Group.
- rIFAI, m. (2016). Pengaruh proses sintering pada temperatur 800°C terhadap kekerasan dan kekuatan bending pada produk gerabah. 16(2).
- Rosnani Ginting & M. Ghassan Fattah. (2019). Optimisasi Proses Manufaktur menggunakan dfma pada PT. Xyz. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 21(1). <https://doi.org/10.32734/jsti.v21i1.902>
- Siregar, R. A., Rangkuti, A. R., & Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2018). Pembuatan Cetakan Kotak Sabun Pada Mesin Injection Molding Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 57–63. <https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2436>
- Siswanto, R. (2017). Proses Manufaktur II (HMKK430). *Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*.
- Wiwik Sulistiyowati, & Wahyuni, H. C. (2020). *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa*. Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-79-7>
- Akl, James & Patil, Yash & Todankar, Chinmay & Calli, Berk. (2023). Vision-based Oxy-fuel Torch Control for Robotic Metal Cutting. 10.48550/arXiv.2307.00133
- Amontree, Jacob & Yan, Xingzhou & Dimarco, Christopher & Levesque, Pierre & Adel, Tehseen & Pack, Jordan & Holbrook, Madisen & Cupo, Christian & Wang, Zhiying & Sun, Dihao & Biacchi, Adam & Wilson-Stokes, Charlezetta & Watanabe, Kenji & Taniguchi, Takashi & Dean, Cory & Hight Walker, Angela & Barmak, K. & Martel, Richard & Hone, James.

- (2024). Reproducible graphene synthesis by oxygen-free chemical vapour deposition. *Nature*. 630. 10.1038/s41586-024-07454-5.
- Baig, Nadeem & Kammakakam, Irshad & Falath, Wail. (2021). Nanomaterials: A review of synthesis, properties, recent progress, and challenges. *Materials Advances*. 2. 10.1039/D0MA00807A.
- Bergs, Thomas & Klocke, Fritz. (2025). Material Machining with Electron Beams (EBM). 10.1007/978-3-662-70580-3_7.
- Chowdary, M & Gowthami, K & Nayeem, Shaik & Devi, E. & Rao, G. (2024). Examination of the Impact of suitable Process Parameters on the Cold Extrusion of AA5754. *Journal of Physics: Conference Series*. 2837. 012088. 10.1088/1742-6596/2837/1/012088.
- Kechagias, John & Petousis, Markos & Vidakis, Nectarios & Mastorakis, Nikos. (2016). Plasma Arc Cutting Dimensional Accuracy Optimization employing the Parameter Design approach.
- Groover, M.P. (2020). *Fundamentals of modern Manufacturing: Materials. Process, and System*. John Willy & sons
- Huang, S., Du, X., Ma, M. and Xiong, L. (2021) Recent progress in the synthesis and applications of vertically aligned carbon nanotube materials. *Nanotechnology Reviews*, Vol. 10 (Issue 1), pp. 1592-1623. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2021-0102>
- Kale, Ishaan & Pachpande, Mayur & Naikwadi, Swapnil & Narkhede, Mayur. (2022). Optimization of advanced manufacturing processes using socio inspired cohort intelligence algorithm. *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization*. 13. 6. 10.1051/smdo/2021033.
- Kumar, Jyotirishwar & Mandal, S & Mahato, Naivn. (2019). Study of Electro Chemical Machining Etching Effect on Surface Roughness and Variation with Chemical Etching Process.
- Kumar, Sanjay & Roy, Dijendra & Dey, Vidyut. (2021). A comprehensive review on techniques to create the anti-microbial surface of biomaterials to intervene in biofouling. *Colloid and Interface Science Communications*. 43. 100464. 10.1016/j.colcom.2021.100464.
- Perna, Alessia & Hassanin, Andrea & Trinchillo, Luigi & Scherillo, Fabio. (2025). Chemical Machining of Copper-Based Aerospace Alloys Produced Through Additive Manufacturing: A Preliminary Approach to Improve Surface Quality. *Metallurgical and Materials Transactions B*. 56. 10.1007/s11663-025-03455-5.

- Preetam, Subham & Nahak, Bishal & Patra, Santanu & Toncu, Dana & Park, Sukho & Syväjärvi, Mikael & Orive, Gorka & Tiwari, Ashutosh. (2022). Emergence of microfluidics for next generation biomedical devices. *Biosensors & Bioelectronics*. 10. 100106. 10.1016/j.biosx.2022.100106.
- Rahman, Arifur & Chowdhury, Mohammad & Hossain, Nayem. (2022). 1-s2.0-S2666523922000861-main.
- S. Saravanan, & Dubey, R. S. Dubey Or Raghvendra S.. (2021). Optical and morphological studies of TiO₂ nanoparticles prepared by sol–gel method. *Materials Today: Proceedings*. 47. 10.1016/j.matpr.2021.03.207.
- Tsamou, Dimitris & Krestou, Athina & Papagiannaki, Maria & Maropoulos, Stergios. (2022). An Overview of the Production of Magnetic Core-Shell Nanoparticles and Their Biomedical Applications. *Metals*. 12. 605. 10.3390/met12040605.
- Yao, Yingjun & Yan, Shuaijiang & Wen, Jing & Wang, Richu & Peng, Xiang & Cai, Zhiyong. (2025). Microstructural characteristics and stability of high-purity silver strips prepared by hot-rolling, cold-rolling, and cryo-rolling. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 36. 10.1007/s10854-025-14902-z.
- Yu, Shuo & Zhao, Guoyong & Zhao, Yugang & Gao, Yingqi & Xu, Shuming & Liu, Huayi. (2024). Research on the mechanism of water-jet guided laser micro-hole machining of GH4169 superalloy. 10.21203/rs.3.rs-4873738/v1.
- Zhang, Zihuan & Kong, Yuying & Gao, Junqi & Han, Xiao & Lian, Zechun & Liu, Jiamin & Wang, Wenjun & Yang, Xuan. (2024). Engineering Strong Man-Made Cellulosic Fibers: A Review of Wet Spinning Process Based on Cellulose Nanofibrils. *Nanoscale*. 16. 10.1039/D3NR06126D.
- Zhang, Shibo & Zhang, Zhenzhong & Lu, Laixiao & Wang, Zhen & Yao, Peng. (2025). Overview on material removal mechanisms and surface textures modelling in abrasive jet machining processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 137. 3165-3213. 10.1007/s00170-025-15300-9.
- Lukmandono *et al.*, *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. 2023.
- mikell p. Groover, "Fundamentals of modern manufacturing," *Metall. Weld.*, pp. 87–109, 1980, doi: 10.1007/978-94-010-9506-8_6.
- J. P. Davim, *Manufacturing Processes and Systems*, vol. 148–149. 2011.
- S. D. El Wakil, *Processes and Design for Manufacturing*, 3rd ed. New York: Taylor & Francis Group, 2019.
- H. Tindell, *Engineering Materials*. Crowood, 2014.

- Tosadah.com, "Ini Dia! Cara Aplikasi Cat Aluminium untuk Bagian Finishing." Tosadah, 2023, [Online]. Available: <https://tosadah.com/ini-dia-cara-aplikasi-cat-aluminium-untuk-bagian-finishing/>.
- R. Paints, "The Critical Role of Proper Surface Preparation - Rawlins Paints Blog." Rawlins Paints, 2024, [Online]. Available: <https://www.rawlinspaints.com/blog/surface-preparation-for-painting/>.
- D. Indonesia, "Keunggulan Powder Coating untuk Melindungi Mobil." Daihatsu, 2025, [Online]. Available: <https://daihatsu.co.id/tips-and-event/tips-sahabat/detail-content/keunggulan-powder-coating-untuk-melindungi-mobil/>.
- M. F. T. Unesa, "Panduan Lengkap Pengecatan Mobil dan Motor: Jenis, Proses, Teknik, serta Perawatan." Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, 2025, [Online]. Available: <https://mesin.ft.unesa.ac.id/post/panduan-lengkap-pengecatan-mobil-dan-motor-jenis-proses-teknik-serta-perawatan/>.
- S. Becker, R. Merz, H. Hasse, and M. Kopnarski, "Solvent cleaning and wettability of technical steel and titanium surfaces," *Adsorpt. Sci. Technol.*, vol. 34, pp. 261–274, Jun. 2016, doi: 10.1177/0263617416645110.
- N. V. Mandich, "Surface preparation of metals prior to plating: Part 1," *Met. Finish.*, vol. 101, no. 9, pp. 8–10, 2003, doi: 10.1016/S0026-0576(03)90245-5.
- R. M. Hudson, "Pickling and Descaling," *Surface Engineering*, vol. 5. ASM International, p. 0, Jan. 01, 1994, doi: 10.31399/asm.hb.v05.a0001229.
- B. Kanegsberg and E. Kanegsberg, *Handbook for Critical Cleaning, Second Edition - 2 Volume Set*. CRC Press, 2020.
- J. R. Davis, Ed., "Surface Cleaning," *Metals Handbook Desk Edition*. ASM International, p. 0, Dec. 01, 1998, doi: 10.31399/asm.hb.mhde2.a0003213.
- J. Harrington, *Industrial Cleaning Technology*. 2001.
- J. R. Davis, *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. ASM International, 2001.
- J. A. Gallego-Juárez and K. Graff, *Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound*. Amsterdam: Elsevier, 2021.
- U. S. E. P. A. O. of R. and Development, *Guide to Cleaner Technologies: Cleaning and Degreasing Process Changes*. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, 1994.
- F. Gapsari, U. B. Press, U. B. Media, and R. Soenoko, *Pengantar Korosi*. Universitas Brawijaya Press, 2017.

- dkk A. B. D. Nandiyanto, *PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI NANO*. UPI Press.
- R. Lambourne and T. A. Strivens, *Paint and Surface Coatings: Theory and Practice*. Woodhead Publishing, 1999.
- M. Schlesinger and M. Paunovic, *Modern Electroplating*. Wiley, 2014.
- R. S. Walia, Q. Murtaza, S. M. Pandey, and A. Tyagi, *Surface Engineering: Methods and Applications*. CRC Press, 2022.
- B. Ellis, *Chemistry and Technology of Epoxy Resins*. Springer Netherlands, 2012.
- D. Pye, *Practical Nitriding and Ferritic Nitrocarburizing*. ASM International, 2003.
- J. L. Dossett and H. E. Boyer, *Practical Heat Treating: Second Edition*. ASM International, 2006.
- G. Parrish, *Carburizing: Microstructures and Properties*. ASM International, 1999.
- E. Wołowiec-Korecka, *Carburising and Nitriding of Iron Alloys*. Springer Nature Switzerland, 2024.
- J. R. T. Arnold, S. N. Chapman, and L. M. Clive, *Introduction to Materials Management*. 2007.
- D. M. Mattox, *Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing*. Elsevier Science, 2014.
- S. Neralla, *Chemical Vapor Deposition: Recent Advances and Applications in Optical, Solar Cells and Solid State Devices*. IntechOpen, 2016.
- J. H. Park and T. S. Sudarshan, *Chemical Vapor Deposition*. ASM International, 2001.
- X. T. Yan and Y. Xu, *Chemical Vapour Deposition: An Integrated Engineering Design for Advanced Materials*. Springer London, 2010.
- A. C. Jones and M. L. Hitchman, *Chemical Vapour Deposition: Precursors, Processes and Applications*. Royal Society of Chemistry, 2009.
- D. Cameron, *Atomic Layer Deposition*. Mdp AG, 2020.
- N. Pinna and M. Knez, *Atomic Layer Deposition of Nanostructured Materials*. Wiley, 2012.
- F. Roozeboom, S. De Gendt, A. Delabie, J. W. Elam, O. van der Straten, and C. Huffman, *Atomic Layer Deposition Applications 11*. Electrochemical Society, 2015.
- J. Bachmann, *Atomic Layer Deposition in Energy Conversion Applications*. Wiley, 2017.
- U. of Virginia, *Electroplating; Anodising, and Melling, Pickling, Lacquering, Bronzing, Polishing, Phosphating*, no. v. 4, no. 3. Wheatland Journals Limited, 1951.

- Z. Cui, *Nanofabrication: Principles, Capabilities and Limits*. Springer US, 2009.
- F. Delaunois, V. Vitry, and L. Bonin, *Electroless Nickel Plating: Fundamentals to Applications*. CRC Press, 2019.
- M. L. Minges and A. S. M. I. H. Committee, *Electronic Materials Handbook: Packaging*. Taylor & Francis, 1989.

Dalam dunia industri manufaktur, penguasaan terhadap operasi permesinan merupakan kompetensi inti yang sangat penting bagi calon teknisi, insinyur, maupun tenaga profesional lainnya. Buku Proses Manufaktur: Operasi Permesinan ini hadir sebagai referensi menyeluruh yang dirancang untuk menjawab kebutuhan pembelajaran dan pengembangan keterampilan teknis di bidang pemesinan, baik di lingkungan pendidikan vokasi maupun perguruan tinggi.

Buku ini menyajikan pembahasan mendalam mengenai berbagai jenis operasi permesinan, meliputi proses pembubutan (turning), frais (milling), pengeboran (drilling), penekrapan (shaping), penggerindaan (grinding), serta proses-proses non-konvensional seperti EDM, waterjet, dan laser machining. Setiap bab dijelaskan secara terstruktur, dimulai dari konsep dasar dan prinsip kerja, pemilihan parameter proses, jenis-jenis mesin dan alat potong, hingga faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi dan kualitas hasil pemesinan.

Keunggulan buku ini terletak pada pendekatannya yang tidak hanya teoritis, tetapi juga aplikatif dan kontekstual. Dengan dukungan ilustrasi teknis, diagram proses, data tabel pemotongan, dan contoh kasus dari praktik industri nyata, pembaca diajak untuk memahami bagaimana sebuah komponen mekanis dirancang dan dikerjakan melalui proses permesinan secara efektif. Materi disusun dengan mempertimbangkan kurikulum pendidikan teknik serta kebutuhan dunia kerja yang semakin kompleks dan dinamis.

Di tengah perkembangan teknologi manufaktur yang semakin pesat, buku ini juga mengulas pemanfaatan mesin CNC (Computer Numerical Control), otomasi permesinan, serta integrasi sistem digital dan komputerisasi dalam lini produksi. Pembahasan ini penting untuk membekali pembaca dalam menghadapi tantangan era industri 4.0, di mana ketelitian, kecepatan, dan efisiensi menjadi faktor utama dalam proses produksi modern.

Buku ini tidak hanya diperuntukkan bagi mahasiswa dan dosen teknik mesin atau manufaktur, tetapi juga sangat relevan bagi para instruktur pelatihan vokasi, operator mesin, serta praktisi industri yang ingin memperbarui pengetahuan teknisnya. Diharapkan dengan mempelajari buku ini, pembaca dapat memahami secara menyeluruh seluk-beluk operasi permesinan serta mampu mengaplikasikan ilmunya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil kerja di lingkungan manufaktur.



SCANME

www.penerbitwidina.com
@penerbitwidina
penerbit widina
penerbitwidina@gmail.com
widina store
widina bookstore
Layanan Pembaca & Pengetahuan Buku
0815-7000-699

Teknik & Industri

ISBN 978-634-246-191-4



9 786342 461914