

Studi Potensi Pasar Produk Berbasis Java Card

Market Study dan Business Plan

Disusun untuk	Institut Teknologi Bandung (ITB)
Disusun oleh	Albertus Anugerah Pekerti
Versi	2.7 (Draft, sumber dibuka dan diperiksa ulang 26 Oktober 2026)
Tanggal	22 November 2026
Klasifikasi	Rahasia / Internal

Cara membaca dokumen ini: Fakta diberi nomor sumber dalam kurung siku, misalnya [3], yang merujuk ke Daftar Pustaka. Angka yang **tidak** punya sumber publik ditandai sebagai **asumsi** dan dicatat di Register Asumsi (Bagian 5.2) beserta alasannya. Penilaian subjektif diberi keterangan **Dasar:.**

Perubahan dari versi 1.1: Fokus dokumen dipindah ke riset pasar dan hitungan ekonomi (modal dan BEP). Aspek Teknis dihapus. Analisis Risiko, SWOT, serta Aspek Regulasi dan Hukum ditunda ke tahap berikutnya. Proyeksi volume kini dihitung dari jumlah klien dan dicocokkan dengan ukuran pasar (Bagian 3.5). Versi 2.1 memverifikasi angka ke sumber primer dan memperbaiki HPP kartu berdasarkan harga volume chip (Bagian 5.2). Akibatnya harga jual dasar naik dari Rp 75.000 menjadi Rp 90.000. Versi 2.2 menyempitkan pasar sasaran berdasarkan bukti baru (kartu pegawai ASN kini virtual, bank membagikan kartu mahasiswa berchip) dan menambah pendorong permintaan terbaru (PP 33/2026, data serangan siber 2026). Versi 2.3 menambah pembanding nyata pasar token (penjualan Yubico), data Verizon DBIR 2026, dan bukti persaingan bank di segmen kampus. Versi 2.4 membuka ulang sumber yang sebelumnya hanya dikutip dari ringkasan; angka tenaga kerja usaha menengah dan besar serta harga token FIDO2 dikoreksi. Versi 2.5 memakai biaya tim berbasis gaji pasar Bandung ($\pm$ Rp 15,4 juta per orang per bulan termasuk BPJS dan THR) menggantikan Rp 20 juta berbasis Jakarta, sehingga kebutuhan modal turun dan harga minimal menjadi Rp 75.000. Versi 2.5 juga menambah perbandingan harga dengan kartu akses aman dan token, serta biaya pindah yang ditanggung pembeli (Bagian 4.5). Versi 2.6 menambah perhitungan PPh badan sesuai UU PPh dan aturan Kemenkeu (Bagian 5.4). Versi 2.7 menambah Bab 6 Rencana Bisnis (pemasaran dan penjualan, operasional, tim, jadwal, dan pendanaan) dan mengeluarkan kriteria kapabilitas ITB dari penilaian produk, karena analisis kemampuan internal ditunda ke tahap berikutnya (Bagian 4.3).

Daftar Isi

- [Ringkasan Eksekutif](#)
- [1. Pendahuluan](#)
- [2. Tinjauan Teknologi Java Card](#)
- [3. Analisis Pasar](#)
- [4. Identifikasi Peluang Pasar dan Produk](#)
- [5. Aspek Finansial](#)
- [6. Rencana Bisnis](#)
- [7. Kesimpulan dan Langkah Berikutnya](#)
- [Daftar Pustaka](#)
- [Lampiran](#)

Ringkasan Eksekutif

Pertanyaan studi. Studi ini menjawab empat pertanyaan:

1. Siapa pasar produk berbasis Java Card di Indonesia, dan seberapa besar?
2. Produk apa yang paling berpeluang?
3. Berapa modal yang dibutuhkan, dan kapan balik modal (BEP)?
4. Bagaimana bisnisnya dijalankan, dan dari mana modalnya?

Jawaban singkat:

1. **Pasarnya besar, tetapi segmen yang bisa dijangkau jauh lebih kecil.** Ada 59,93 juta pekerja formal^[1] dan 10,75 juta mahasiswa^[2] di Indonesia. Segmen yang realistis (korporat besar, instansi, dan kampus yang butuh kartu aman multi-fungsi) bernilai sekitar **Rp 91 miliar per tahun** (Bagian 3.5). Angka ini sudah memperhitungkan kartu pegawai ASN yang kini virtual dan kartu mahasiswa yang dibagikan bank.
2. **Produk paling berpeluang: kartu identitas dan akses multi-fungsi** untuk korporat, instansi, dan kampus. Produk ini tidak butuh sertifikasi berat. Token FIDO2 menjadi produk kedua, tetapi pasarnya tumbuh lebih lambat dari perkiraan lembaga riset: penjualan Yubico, pemimpin pasar, datar sejak 2025 (Bagian 3.1). Kartu tanda tangan elektronik tersertifikasi di urutan ketiga, tetapi butuh mitra Penyelenggara Sertifikat Elektronik. Kartu kampus kalah prioritas karena bank sudah membagikan kartu mahasiswa berchip lewat kerja sama co-branding (Bagian 3.6).
3. **Modal yang dibutuhkan sekitar Rp 1,8 miliar.** Isinya Rp 1,3 miliar untuk pengembangan 12 bulan, Rp 0,2 miliar untuk menutup rugi tahun pertama, dan cadangan kas 3 bulan (Bagian 5.3). Biaya tim memakai gaji pasar Bandung, ± Rp 15,4 juta per orang per bulan termasuk BPJS dan THR.
4. **BEP operasional tercapai di tahun ke-2 penjualan.** Syaratnya sekitar 22.000 kartu dan 10 klien aktif per tahun. **Seluruh modal kembali sekitar 2,8 tahun setelah peluncuran**, atau sekitar 3,8 tahun sejak pengembangan dimulai (Bagian 5.5).
5. **Harga minimal Rp 75.000, target Rp 90.000.** Pembuat kartu menjual kartu JCOP4 seharga US\$2,60 per kartu untuk pembelian 1.000 kartu dan US\$2,20 untuk 10.000 kartu ke atas^[3], sehingga HPP realistis sekitar Rp 45.000. Pada harga Rp 90.000, NPV sekitar Rp 3,1 miliar sebelum pajak, atau Rp 2,6 miliar setelah PPh badan. Harga Rp 75.000 masih layak, tetapi tipis (NPV ± Rp 0,6 miliar sebelum pajak, ± Rp 0,5 miliar setelah pajak). Kedua harga masih di bawah kartu akses aman HID iCLASS Seos (± Rp 105.000 eceran) yang umum di korporat (Bagian 4.5). Risiko terbesar adalah jumlah klien: turun 30% membuat NPV negatif (Bagian 5.7).
6. **Rencana bisnis: jual langsung dan lewat integrator, modal dicairkan dua tahap.** Target 4 sampai 12 klien baru per tahun butuh sekitar 160 calon klien serius dalam 5 tahun (29% dari organisasi sasaran), sehingga tenaga penjualan perlu ada sejak tahun 1. Modal dicairkan dua tahap: ± Rp 1,3 miliar untuk pengembangan setelah harga dan klien pertama terkunci, lalu ± Rp 0,6 miliar saat peluncuran setelah pilot berhasil (Bagian 6).

Rekomendasi: kunci harga dan klien pertama sebelum investasi penuh. Sebelum mengeluarkan modal pengembangan, kunci dua hal:

- Penawaran resmi harga chip dari minimal 2 vendor, dengan HPP maksimal Rp 45.000.
 - Minimal 4 klien pertama yang menerima harga minimal Rp 75.000 per kartu, dengan target Rp 90.000 (surat minat atau pilot).
-

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Institut Teknologi Bandung (ITB) sedang menimbang pengembangan produk berbasis Java Card. Sebelum menambah investasi, ITB membutuhkan alasan yang terverifikasi bahwa proyek ini layak dijalankan, atau bukti bahwa rencananya perlu diubah. Karena itu studi ini disusun sebagai penilaian independen: setiap angka diberi sumber atau dicatat sebagai asumsi, sehingga kesimpulannya bisa diperiksa ulang dan diperbarui ketika data baru tersedia.

Komersialisasi bisa dijalankan ITB sendiri atau lewat unit usaha atau perusahaan rintisan (spin-off) yang ditunjuk. Laporan ini menyebut keduanya sebagai ITB.

Pemberi kerja meminta fokus pada riset pasar, lalu hitungan ekonomi: berapa modalnya dan kapan BEP. Hasilnya disusun sebagai Market Study (Bagian 2 sampai 4) dan Business Plan (Bagian 5 dan 6). Analisis kemampuan internal tim ITB diperlukan, tetapi ditunda ke tahap berikutnya (Laporan 2).

1.2 Pertanyaan Studi

No	Pertanyaan	Dijawab di
1	Seberapa besar pasar produk berbasis Java Card di Indonesia, dan siapa pembelinya?	Bagian 3
2	Peluang pasar apa yang belum terlayani, dan produk apa yang paling cocok?	Bagian 4
3	Berapa modal yang dibutuhkan, kapan BEP, dan seberapa sensitif hasilnya terhadap asumsi?	Bagian 5
4	Bagaimana bisnis ini dijalankan: pemasaran dan penjualan, operasional, tim, jadwal, dan pendanaan?	Bagian 6

1.3 Ruang Lingkup

- **Termasuk:** produk berbasis secure element dengan Java Card (kartu kontak/nirkontak, token USB/NFC) untuk pasar Indonesia; ukuran pasar; peluang produk; model bisnis; kebutuhan modal; BEP; rencana bisnis (pemasaran dan penjualan, operasional, struktur tim, jadwal, pendanaan).
- **Tidak termasuk di versi ini:** aspek teknis pengembangan, analisis risiko, SWOT, aspek regulasi dan hukum (dijadwalkan di tahap berikutnya), desain chip, dan analisis kemampuan internal tim

ITB (ditunda ke Laporan 2).

1.4 Metodologi



Gambar: Alur penyusunan studi.

Tahap	Metode	Sumber utama
Studi literatur	Kompilasi data resmi dan ringkasan riset pasar	BPS, BKN, Kemdiktisaintek, Kemenkes, Bank Indonesia, Oracle, lembaga riset pasar
Segmentasi	Pengelompokan pembeli berdasarkan jenis organisasi dan kebutuhan	Data populasi per segmen
Ukuran pasar	Estimasi bottom-up: jumlah orang x siklus ganti kartu x harga	Register Asumsi (Bagian 5.2)
Seleksi peluang	Matriks penilaian berbobot (weighted scoring)	Bagian 4
Finansial	Proyeksi arus kas 5 tahun, kebutuhan modal, BEP, NPV, IRR, sensitivitas	Bagian 5
Rencana bisnis	Turunan dari model finansial: corong penjualan, operasional, peran tim, jadwal, dan sumber dana	Bagian 6

1.5 Keterbatasan

- Laporan riset pasar berbayar tidak diakses. Angka pasar global dan regional diambil dari ringkasan publik yang definisinya berbeda-beda.
- Tidak ada data publik tentang jumlah kartu identitas berchip yang dipakai organisasi di Indonesia. Ukuran pasar dihitung bottom-up dengan asumsi yang dicatat.
- Belum ada data harga dan minat langsung dari calon pelanggan, dan belum ada penawaran resmi harga chip dari vendor. Harga volume chip diambil dari harga yang dipasang penjual di marketplace B2B, belum diverifikasi keasliannya. Keduanya adalah asumsi paling lemah dan paling berpengaruh.

- Pendataan Sensus Ekonomi 2026 BPS berlangsung 15 Juni sampai 31 Agustus 2026 dan hasilnya belum terbit^[4], sehingga data usaha besar memakai angka 2017 dengan pembandingan data manufaktur 2024.
 - PPh badan dihitung untuk bentuk PT. Jika dijalankan ITB sendiri sebagai PTN-BH, perlakuan pajaknya bisa berbeda dan perlu dikonfirmasi konsultan pajak (Bagian 5.2).
 - Harga volume kartu dari distributor resmi tidak dipublikasikan dan hanya diberikan lewat permintaan penawaran, sehingga HPP memakai harga penjual B2B.
-

2. Tinjauan Teknologi Java Card

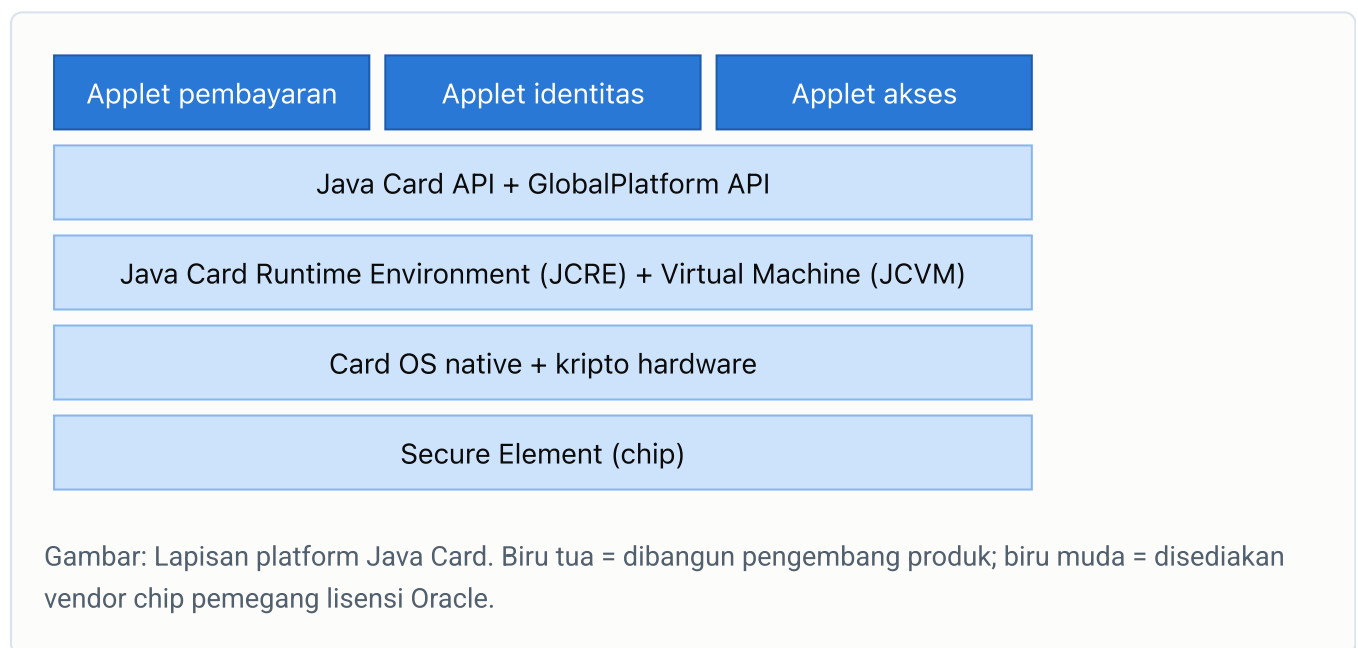
2.1 Apa itu Java Card

Java Card adalah platform untuk menjalankan aplikasi kecil (applet) di dalam chip aman (secure element). Platform ini adalah subset dari bahasa Java untuk perangkat dengan memori dan daya proses sangat terbatas. Spesifikasinya dikelola Oracle^[5].

Java Card ada di kartu SIM, kartu bank, kartu identitas, dan token keamanan. Oracle mencatat hampir 6 miliar chip Java Card dipasang pemegang lisensinya pada 2018 saja^[6].

Artinya bagi pasar: Java Card bukan teknologi baru atau eksperimental. Rantai pasok chip, alat, dan standarnya sudah matang. Nilai yang bisa dijual ITB ada di applet, integrasi, dan layanan di atasnya.

2.2 Arsitektur



Pengembang produk hanya membangun lapisan teratas (applet). Lapisan di bawahnya dibeli dari vendor chip. Akibatnya biaya masuk rendah, tetapi harga chip menjadi komponen HPP terbesar.

2.3 Versi

Versi	Rilis	Catatan
3.0.4 Classic	(versi lama)	Masih banyak di kartu beredar, mis. NXP JCOP3 J3H145 ^[7]
3.0.5 Classic	(versi lama)	Dipakai NXP JCOP4 ^[8] dan Infineon SECORA ID X ^[9]
3.1	Januari 2019	Fokus keamanan IoT dan secure element ^[6]
3.2	Januari 2023	Dukungan (D)TLS 1.3, klarifikasi API untuk interoperabilitas ^[10]

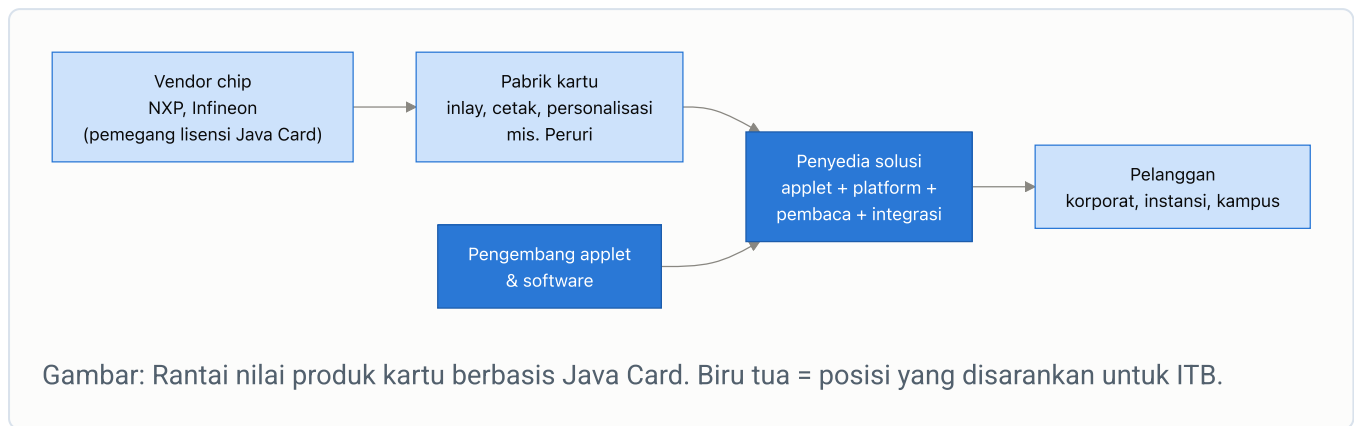
2.4 Posisi Java Card Dibanding Teknologi Kartu Lain

Pembeli tidak membeli "Java Card". Mereka membeli kartu akses, kartu identitas, atau alat login. Karena itu Java Card bersaing dengan teknologi lain yang lebih murah atau lebih praktis.

Teknologi	Keamanan	Multi-aplikasi	Harga indikatif per unit	Pemakaian umum
MIFARE Classic 1K	Rendah: algoritma enkripsinya (Crypto1) sudah dibobol peneliti sejak 2008[11]	Terbatas (sektor memori)	Rp 6.500 (cetak, di atas 1.000 kartu) sampai Rp 12.000 (100 kartu)[12]	Kartu akses dan absensi gedung
Chip lokal Xirka	Sedang: enkripsi DES/3DES[13]	Terbatas	Tidak dipublikasikan	Kartu mahasiswa ITB, UI, Telkom University[13]
Java Card (mis. JCOP4, SECORA ID)	Tinggi: OS bersertifikat Common Criteria EAL 6+[9, 7]	Ya, applet terisolasi	US\$2,20 sampai 3,00 (50 sampai 10.000+ kartu, harga pembuat kartu di Alibaba)[3]; US\$7,95 sampai 11,95 (eceran)[8]; Rp 40.000 sampai 70.000 (eceran di Indonesia)[14]	Kartu bank, SIM, ID pemerintah, kartu korporat
Token FIDO2 (mis. YubiKey)	Tinggi, khusus login	Tidak (fungsi tunggal)	US\$29[15]; di Indonesia mulai Rp 670.000[16]	Login tanpa kata sandi
Smartphone (passkey, IKD)	Tergantung ponsel	Ya	Tanpa biaya perangkat tambahan	Identitas digital, login

Artinya: Java Card unggul ketika pembeli butuh **satu kartu aman untuk banyak fungsi**: akses pintu, login komputer, tanda tangan dokumen internal, dan identitas. Untuk akses pintu saja, MIFARE jauh lebih murah. Untuk login saja, smartphone dan token FIDO2 adalah pesaing. Posisi harga yang masuk akal ada di antara kartu MIFARE dan token FIDO2 (Bagian 4.5). Kartu MIFARE cetak sekitar 7 sampai 14 kali lebih murah daripada usulan harga kartu Java Card, sehingga proposisi nilainya harus jelas.

2.5 Rantai Nilai Industri



Mata rantai	Pemain	Catatan bagi ITB
Vendor chip	NXP (JCOP)[8], Infineon (SECORA ID)[9]	Hanya pemegang lisensi Java Card yang boleh mendistribusikan produk Java Card[17]; daftar resmi ada di Oracle[18]. ITB sebaiknya membeli chip dari mereka, bukan membuat sendiri.
Pabrik kartu	Peruri memproduksi kartu transaksi dan kartu identitas dual interface, termasuk kartu ID karyawan dan kartu akses[19]; Wahyu Kartumasindo International (bersertifikasi Visa/Mastercard; usaha patungan personalisasi dengan DNP)[20]; Pura Smart Technology (smart card dan RFID)[21]	Calon mitra produksi lokal; mendukung TKDN
Pengembang applet dan software	Applet open-source tersedia sebagai referensi[22, 23]	Nilai tambah ada di sini
Penyedia solusi	Integrator sistem keamanan dan akses	Pelanggan membeli solusi lengkap, bukan kartu saja

Dasar posisi yang disarankan: margin terbesar yang bisa diraih tanpa pabrik ada di applet, platform manajemen kartu, dan integrasi. Chip dan cetak kartu dibeli dari pihak lain.

2.6 Standar Terkait

Standar	Fungsi
ISO/IEC 7816	Kartu kontak, format perintah APDU
ISO/IEC 14443	Kartu nirkontak (NFC)
GlobalPlatform Card Spec	Manajemen applet dan kanal aman (J3H145: GP 2.2.1[7])
EMV / NSICCS	Kartu pembayaran global / Indonesia[24]
FIDO2 / CTAP 2.1	Autentikasi tanpa kata sandi[22]
Common Criteria (ISO/IEC 15408)	Sertifikasi keamanan; produk smart card umumnya dievaluasi di EAL5 ke atas[25]

2.7 Hambatan Masuk per Segmen: Sertifikasi

Sertifikasi menentukan segmen mana yang bisa dimasuki pendatang baru.

Segmen	Sertifikasi	Data yang ditemukan	Hambatan
Pembayaran (kartu debit, uang elektronik)	EMVCo / NSICCS	Butuh evaluasi keamanan IC sebelum approval kartu; Letter of Approval berlaku 3 tahun[26, 27]	Sangat tinggi
ID pemerintah, tanda tangan elektronik	Common Criteria	Contoh evaluasi chip EAL5+: 7 bulan, belum termasuk validasi badan sertifikasi[28]	Tinggi
Token login	FIDO Alliance	Sertifikasi fungsional US\$6.000 (anggota) atau US\$9.000 (non-anggota); keamanan Level 1 sudah termasuk, Level 1+ ke atas tambahan US\$9.000 sampai 13.500[29]	Sedang
Kartu korporat dan kampus	Tidak wajib	Uji keamanan pihak ketiga disarankan	Rendah

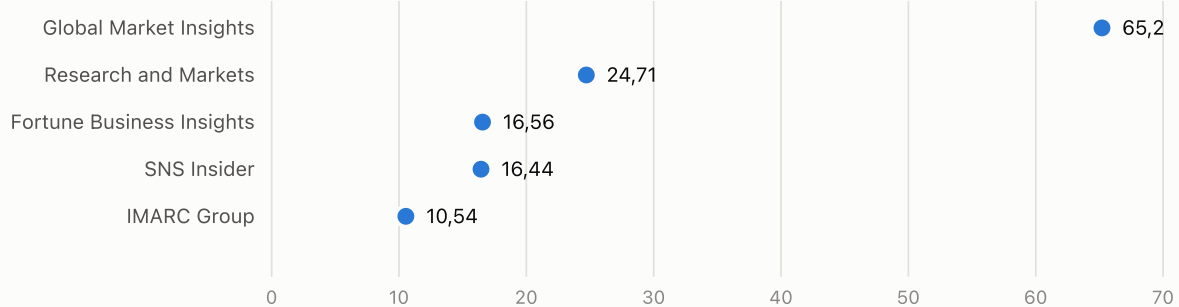
Artinya: segmen korporat dan kampus adalah pintu masuk paling realistis. Segmen pembayaran besar tetapi tertutup bagi pendatang baru.

3. Analisis Pasar

3.1 Gambaran Global dan Regional

- **Volume:** hampir 6 miliar chip Java Card per tahun (data Oracle untuk 2018; belum ada angka resmi yang lebih baru)[6].
- **Nilai pasar smart card global 2025:** estimasi publik berkisar **US\$10,5 miliar sampai US\$65,2 miliar**, tergantung definisi[30, 31, 32, 33, 34]. Angka chip smart card saja sekitar US\$3,71 miliar (2025)[35]. Asia Pasifik adalah wilayah terbesar, dengan pangsa 36% sampai 38,9% (2025)[31, 32].
- **Pertumbuhan:** pasar smart card Asia Pasifik diproyeksikan tumbuh 5,8% per tahun (2025 sampai 2030)[36]. Pasar global tumbuh 6,2% per tahun, dan Asia Pasifik menyumbang 44,3% dari pertumbuhannya[37].
- **Perangkat autentikasi FIDO:** lembaga riset memperkirakan US\$1,2 miliar untuk security key FIDO2 saja (2025, tumbuh 20,5% per tahun; Asia Pasifik 38,2%)[38] sampai US\$2,35 miliar untuk semua perangkat autentikasi FIDO (tumbuh 7,8% per tahun)[39].
- **Pembanding nyata untuk token:** Yubico, pemimpin pasar security key, mencatat penjualan 2025 SEK 2,22 miliar, turun 4,7% (naik 1,4% tanpa efek kurs). Paruh pertama 2026 turun 8,8%, atau turun 0,5% dalam mata uang lokal. Asia Pasifik hanya 7,3% dari penjualannya pada kuartal II 2026[40]. Pertumbuhan 20,5% per tahun dari lembaga riset tidak terlihat di penjualan pemimpin pasar, sehingga angka riset untuk token dianggap optimistis.

Estimasi nilai pasar smart card global 2025 (US\$ miliar)



Gambar 1. Lima lembaga riset, rentang hingga 6 kali lipat karena definisi pasar berbeda. Karena itu angka global tidak dipakai untuk proyeksi pendapatan.

Dasar penggunaan: karena rentangnya terlalu lebar, angka global **tidak** dipakai untuk proyeksi pendapatan. Angka ini hanya menunjukkan bahwa pasarnya besar, mapan, dan Asia Pasifik adalah wilayah dengan pertumbuhan terbesar.

Tren yang relevan:

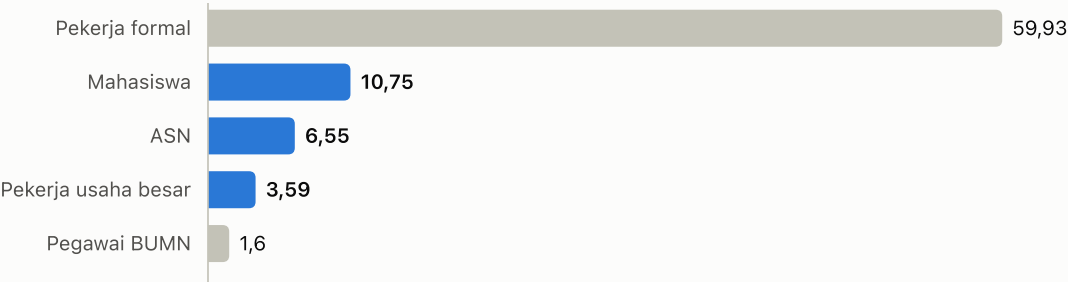
- Java Card meluas ke IoT dan konektivitas aman (versi 3.1 dan 3.2)[[6](#), [10](#)].
- Industri identitas global terus berkonsolidasi: IDEMIA menjual unit Smart Identity ke IN Groupe (selesai 1 Juli 2025)[[41](#)].
- Applet FIDO2 open-source berkualitas sertifikasi menurunkan biaya masuk ke pasar token autentikasi[[22](#)].

3.2 Pasar Indonesia: Indikator Utama

Indikator	Nilai	Periode	Relevansi
Pekerja formal	59,93 juta orang (40,58% dari 147,67 juta penduduk bekerja) [1]	Februari 2026	Batas atas pemegang kartu identitas organisasi
Mahasiswa	10.754.154 mahasiswa terdaftar di 4.303 perguruan tinggi (2024: 9.967.487) [2]	Data Desember 2025	Segmen kartu kampus
Aparatur Sipil Negara (ASN)	6.546.083 orang (pusat 1,43 juta, daerah 5,12 juta) [42] . Kartu pegawai nasional (Karpeg) diganti Kartu ASN Virtual sejak 2 Agustus 2022 [43]	31 Desember 2025	Segmen instansi; kebutuhan kartu fisik kini di tingkat instansi (akses gedung, ID internal)
Usaha besar	5.460 unit, menyerap 3,59 juta tenaga kerja [44] . Definisi lebih luas (usaha menengah dan besar, Sensus Ekonomi 2016): 447,4 ribu perusahaan dengan 23,72% tenaga kerja nonpertanian, sekitar 16,7 juta orang [45] . Pembanding terbaru: industri manufaktur menengah dan besar pada 2024 berjumlah 32.078 perusahaan dengan 7,34 juta tenaga kerja [46]	2017, 2016, dan 2024 (hasil Sensus Ekonomi 2026 belum terbit)	Segmen korporat; laporan ini memakai angka 3,59 juta yang lebih konservatif
Pegawai BUMN	± 1,6 juta orang [47] ; Danantara sedang merampingkan sekitar 1.000 entitas BUMN tanpa PHK [48]	2024	Segmen korporat; tumpang tindih dengan usaha besar
Rumah sakit	3.282 rumah sakit di SIRS Kemenkes (19 November 2025) [49] ; 3.235 per 30 Juni 2025, 1.998 di antaranya milik swasta [50]	2025	Segmen kesehatan (kartu pegawai)
Kartu ATM/debit	333 juta kartu (329 juta ATM+debet) [51] , wajib berchip sejak 2022 [24]	Agustus 2026	Bukti pasar kartu chip besar; tertutup bagi pendatang

Indikator	Nilai	Periode	Relevansi
Uang elektronik berbasis chip	134,92 juta kartu, naik 10% per tahun[52]	Agustus 2026	Masyarakat sudah terbiasa dengan kartu chip
Pasar access control	US\$350,6 juta (2025), menjadi US\$758,2 juta pada 2034 (8,68% per tahun)[53]; estimasi lain US\$237 juta (2024)[54]	2025	Pasar terdekat untuk kartu akses korporat

Populasi calon pemegang kartu di Indonesia (juta orang)



Gambar 2. Biru = segmen yang masuk pasar sasaran (SAM). Pegawai BUMN tumpang tindih dengan pekerja usaha besar, sehingga tidak dijumlahkan. Data: tabel 3.2.

3.3 Pendorong Permintaan

Pendorong	Fakta	Dampak ke permintaan
Kewajiban perlindungan data	UU No. 27/2022 tentang Pelindungan Data Pribadi mewajibkan pemberitahuan kegagalan perlindungan data dalam 3x24 jam (Pasal 46), dengan sanksi administratif hingga 2% pendapatan tahunan (Pasal 57)[55]. Aturan pelaksanaannya, PP 33/2026, diundangkan 16 Juli 2026 dan berlaku 16 Januari 2027[56, 57]	Organisasi harus memperkuat kontrol akses dan autentikasi sebelum Januari 2027
Ancaman siber meningkat	257,98 juta serangan siber ke Indonesia pada semester I 2026, naik 93% dari periode yang sama 2025[58]. Hanya 11% perusahaan Indonesia berada di tingkat siap (Cisco Cybersecurity Readiness Index 2025)[59]	Kebutuhan autentikasi kuat dan kontrol akses meningkat
Pencurian kredensial	Kredensial curian muncul di 39% pelanggaran data pada salah satu tahap serangan, tertinggi di antara semua cara. Phishing menjadi pintu masuk awal 16% pelanggaran, dan tingkat klik phishing lewat SMS atau telepon 40% lebih tinggi daripada lewat email (Verizon DBIR 2026)[60]	Autentikasi tahan phishing (kartu PKI, FIDO2) menjawab masalah ini; kode OTP masih bisa dicuri lewat situs palsu (contoh di Bagian 4.4)
Kartu fisik tetap dipakai	84% pengguna akhir tetap memakai kartu fisik di samping kredensial ponsel. Adopsi kredensial ponsel didorong alasan keamanan (50%), bukan kenyamanan (34%) (HID 2026, lebih dari 1.500 responden)[61]	Kartu tidak segera tergantikan ponsel; produk sebaiknya mendukung kartu dan ponsel
Kartu akses lama mudah dikloning	Enkripsi MIFARE Classic sudah dibobol sejak 2008[11]	Alasan untuk mengganti kartu akses lama dengan kartu yang lebih aman
Preferensi produk dalam negeri	Permenperin 35/2025 tentang TKDN: tambahan nilai TKDN hingga 20% untuk litbang dan sertifikasi lewat lembaga verifikasi independen dalam 10 hari kerja[62, 63, 64]	Produk dengan applet dan software lokal lebih mudah masuk pengadaan pemerintah dan BUMN
Pertumbuhan access control	Pasar access control Indonesia tumbuh 8,68% per tahun[53]	Pasar terdekat tumbuh lebih cepat dari pasar smart card regional (5,8%) [36]

Pendorong	Fakta	Dampak ke permintaan
Kebiasaan memakai kartu chip	333 juta kartu ATM/debit berchip [51] dan 135 juta kartu uang elektronik berbasis chip [52]	Hambatan adopsi pengguna rendah

Penghambat permintaan:

- Identitas bergeser ke format digital: aktivasi IKD 17,56 juta (8,29% wajib KTP-el)[\[65\]](#), dan kartu pegawai ASN nasional sudah virtual sejak 2022[\[43\]](#).
- Lembaga pengawas perlindungan data pribadi belum terbentuk per Oktober 2026[\[66\]](#), sehingga tekanan kepatuhan bisa datang lebih lambat dari harapan.
- Celah perangkat lunak kini menjadi pintu masuk utama pelanggaran data (31%, naik dari 20%), sedangkan kredensial sebagai pintu masuk awal turun ke 13%. Hanya 26% celah yang sudah dieksploitasi (katalog CISA KEV) diperbaiki penuh (Verizon DBIR 2026)[\[60\]](#). Anggaran keamanan bisa lebih banyak terserap ke perbaikan celah daripada autentikasi.
- Passkey di ponsel bisa menggantikan token login untuk pengguna umum.
- Pembeli sensitif harga: kartu MIFARE cetak hanya Rp 6.500 sampai 12.000 (Bagian 2.4).
- Di kampus, bank membagikan kartu mahasiswa berchip yang sekaligus kartu debit (Bagian 3.6).
- Biaya pindah: organisasi yang sudah memakai pembaca HID perlu pembaca pintu baru, sekitar Rp 4 juta per pintu (Bagian 4.5).

3.4 Segmentasi Pasar

Segmen	Populasi	Kebutuhan utama	Kesediaan bayar (penilaian penyusun)	Siklus pembelian
A. Korporat besar dan BUMN	3,59 juta pekerja usaha besar[44]; BUMN ± 1,6 juta[47]	Satu kartu untuk akses, absensi, login, tanda tangan internal	Tinggi	Tender atau penunjukan, 3 sampai 9 bulan
B. Instansi pemerintah	6,55 juta ASN[42]; kartu pegawai nasional sudah virtual[43]	Akses gedung, ID internal, login sistem; contoh: Kartu Pintar Pegawai berchip di lingkungan Kementerian Pertanian[67]	Sedang; terikat anggaran tahunan	Pengadaan tahunan; TKDN berpengaruh
C. Perguruan tinggi	10,75 juta mahasiswa[2]	Kartu mahasiswa, perpustakaan, akses, dompet kantin	Rendah: bank membagikan kartu co-branding berchip[68, 69] dan ada pemain chip lokal[13]	Mengikuti angkatan baru setiap tahun
D. Rumah sakit	3.282 RS[49]	Akses ruang terbatas, login rekam medis	Sedang	Pengadaan per RS
E. Perbankan dan pembayaran	333 juta kartu ATM/debit[51]	Kartu debit dan uang elektronik	Tinggi, tetapi butuh sertifikasi EMVCo/NSICCS	Kontrak vendor jangka panjang

Dasar prioritas: segmen A, B, dan C dipilih sebagai pasar sasaran (SAM). Segmen D digabung ke A karena kebutuhannya mirip. Segmen E dikeluarkan karena hambatan sertifikasi (Bagian 2.7).

3.5 Estimasi Ukuran Pasar (TAM, SAM, SOM)

Ukuran pasar dihitung bottom-up dalam satuan kartu per tahun, lalu dikalikan harga.

Lapisan	Definisi	Perhitungan	Hasil per tahun
TAM (total pasar)	Semua pekerja formal dan mahasiswa memakai kartu identitas berbasis Java Card	$(59,93 \text{ juta} + 10,75 \text{ juta}) \text{ orang} \div \text{umur kartu } 4 \text{ tahun} = 17,7 \text{ juta kartu} \times \text{Rp } 90.000$	± Rp 1,59 triliun
SAM (pasar yang bisa dilayani)	Bagian segmen A, B, dan C yang butuh kartu aman multi-fungsi	Korporat $3,59 \text{ juta} \times 30\% + \text{instansi } 6,55 \text{ juta} \times 10\% + \text{kampus } 10,75 \text{ juta} \times 10\% = 2,81 \text{ juta orang}$. Kartu: $2,81 \text{ juta} \div 4 \text{ tahun} = 0,70 \text{ juta kartu} \times \text{Rp } 90.000 = \text{Rp } 63 \text{ miliar}$. Platform: $2,81 \text{ juta} \div 5.000 \text{ orang per organisasi} = 561 \text{ organisasi} \times \text{Rp } 50 \text{ juta} = \text{Rp } 28 \text{ miliar}$	± Rp 91 miliar
SOM (target tahun ke-5)	Pangsa yang realistis diraih pendatang baru	40 klien (7% dari 561 organisasi sasaran) dengan 81.000 kartu terjual di tahun ke-5 + lisensi + jasa implementasi	± Rp 9,7 miliar (11% dari SAM)

Ukuran pasar per tahun (Rp miliar)



Gambar 3. Target tahun ke-5 setara 11% dari pasar yang bisa dilayani (SAM) dan kurang dari 1% dari total pasar. Data: tabel 3.5.

Dasar asumsi:

- **Umur kartu 4 tahun:** pemasok kartu ID menyarankan penggantian kartu PVC setiap 3 sampai 5 tahun^[70], dan umur pakai kartu PVC standar 2 sampai 5 tahun^[71]. Angka 4 tahun dipakai sebagai titik tengah. Penggantian karena hilang, rusak, atau pegawai baru dihitung terpisah di proyeksi klien (Bagian 5.2).
- **Pangsa yang butuh kartu aman multi-fungsi (asumsi per segmen):**

- Korporat besar 30%: perusahaan besar, BUMN, bank, dan industri dengan kewajiban perlindungan data (PP 33/2026).
- Instansi 10%: kartu pegawai nasional sudah virtual[43]; permintaan hanya dari instansi yang menerbitkan kartu sendiri, seperti Kementerian Pertanian[67].
- Kampus 10%: bank membagikan kartu mahasiswa berchip; BTN saja meluncurkan sekitar 38.800 kartu di tiga kampus pada Agustus 2026[72, 68]. Sasaran hanya kampus yang butuh login dan tanda tangan.
- Ketiga angka ini adalah asumsi penyusun dan paling berpengaruh pada ukuran pasar.
- **5.000 orang per organisasi:** asumsi ukuran rata-rata klien. Organisasi kecil cenderung memilih kartu MIFARE.
- **Tumpang tindih:** pegawai BUMN sebagian sudah termasuk di angka usaha besar, sehingga tidak dijumlahkan lagi.

Artinya: pasar yang bisa dilayani sekitar Rp 91 miliar per tahun. Di tahun ke-5, target 40 klien setara 7% organisasi sasaran. Pendapatannya setara 11% dari SAM karena klien baru mengganti semua kartunya sekaligus. Target ini ambisius untuk pemain baru dan butuh tim penjualan aktif. Karena itu skenario klien turun 30% di Bagian 5.7 perlu diperhatikan. Proyeksi versi 1.1 (200.000 kartu di tahun ke-5) setara 20% pangsa kartu SAM, sehingga diturunkan.

3.6 Lanskap Kompetitor

Kategori	Pemain (contoh terverifikasi)	Posisi	Celah bagi pendatang baru
Vendor chip dan OS Java Card	NXP (JCOP)[8], Infineon (SECORA ID)[9]	Pemasok chip bersertifikat CC	Bukan pesaing langsung; mitra pemasok
Identitas dan kartu global	IN Groupe (eks IDEMIA Smart Identity), IDEMIA Secure Transactions[41], Thales, Giesecke+Devrient	Dominan di ID pemerintah, SIM, pembayaran	Kurang fokus pada proyek korporat skala menengah di Indonesia (penilaian penyusun)
Produsen kartu lokal	Peruri[19], Wahyu Kartumasindo International[20], Pura Smart Technology[21]	Produksi dan personalisasi kartu	Calon mitra produksi, bukan pesaing di applet dan platform
Chip lokal	Xirka Silicon Technology (chip XCT136, DES/3DES)[13]	Pesaing di kartu kampus	Bukan Java Card; tidak multi-aplikasi
Bank (kartu mahasiswa co-branding)	Bank Nagari di UNP (11.700 kartu berchip, 2026)[68], BTN di USU, Undip, dan Unnes ($\pm$ 38.800 kartu, Agustus 2026) [72, 69], BRI di Universitas Sanata Dharma[73], BNI di Universitas Lampung[74]	Kartu mahasiswa sekaligus kartu debit, akses fasilitas, dan pembayaran kampus. Bank mendapat nasabah baru, sehingga cenderung menanggung biaya kartu (penilaian penyusun)	Sulit dilawan dari sisi harga; peluang ada di kampus yang butuh fungsi di luar perbankan (login, tanda tangan)
Integrator access control lokal	Banyak integrator dan pencetak kartu akses berbasis MIFARE dan proximity, mis. di Jakarta[12]	Menjual kartu murah plus mesin absensi dan pintu	Calon mitra saluran penjualan; kartu P1 bisa dijual lewat mereka
Kartu akses aman	HID iCLASS Seos ($\pm$ Rp 105.000 per kartu)[75], MIFARE DESFire EV3 ($\pm$ Rp 17.500)[76]	Standar akses pintu aman di korporat	Hanya akses pintu; P1 menambah login dan tanda tangan dengan

Kategori	Pemain (contoh terverifikasi)	Posisi	Celah bagi pendatang baru
			harga di bawah HID Seos
Token autentikasi	Yubico (US\$29 eceran; US\$1.450 per 50 unit) [15]	Patokan harga token FIDO2	Token berbentuk kartu yang menyatu dengan kartu identitas
Alternatif non-kartu	IKD di smartphone [65] , passkey di ponsel	Substitusi	Tidak bisa dipakai untuk akses pintu fisik tanpa infrastruktur baru

4. Identifikasi Peluang Pasar dan Produk

4.1 Peluang Pasar

Peluang pasar adalah kebutuhan pembeli yang belum terlayani dengan baik.

No	Peluang pasar	Bukti	Segmen
O1	Mengganti kartu akses lama yang mudah dikloning	Enkripsi MIFARE Classic sudah dibobol sejak 2008 [11] ; MIFARE masih umum dijual untuk akses di Indonesia [12]	A, B, D
O2	Menggabungkan banyak kartu dan alat login menjadi satu kartu	Java Card mendukung beberapa applet terisolasi dalam satu chip (Bagian 2.4)	A, B, C
O3	Login tanpa kata sandi dengan biaya per pengguna lebih rendah dari token impor	Token FIDO2 impor mulai Rp 670.000 di Indonesia [16] ; applet FIDO2 open-source tersedia [22]	A, B
O4	Produk keamanan dengan nilai TKDN untuk pengadaan pemerintah dan BUMN	Bonus nilai litbang hingga 20% di Permenperin 35/2025 [62]	B, A (BUMN)
O5	Data kartu dan identitas dikelola di dalam negeri (on-premise)	UU PDP mendorong pengendalian data pribadi [55]	B, A

4.2 Daftar Panjang Produk

No	Produk	Peluang pasar yang dijawab
P1	Kartu identitas dan akses korporat multi-fungsi + platform manajemen kartu	01, 02, 04, 05
P2	Token keamanan FIDO2 berbentuk kartu/NFC	03, 04
P3	Kartu kampus pintar	02
P4	Kartu kesehatan/rekam medis ringkas	(belum ada pendorong jelas)
P5	Kartu debit NSICCS (applet lokal) untuk bank daerah/BPR	04
P6	Hardware wallet kripto berbasis kartu	(pasar kecil)
P7	Modul secure element untuk IoT	(pelanggan berbeda)
P8	Kartu tanda tangan elektronik tersertifikasi	04, 05

4.3 Kriteria dan Bobot

Kriteria	Bobot	Dasar bobot
Ukuran dan pertumbuhan pasar	31,25%	Faktor terbesar penentu potensi pendapatan
Hambatan masuk (sertifikasi, modal)	25%	Sertifikasi adalah biaya dan waktu terbesar (Bagian 2.7)
Potensi margin	18,75%	
Waktu ke pasar	12,5%	
Dukungan regulasi	12,5%	TKDN dan kewajiban regulasi sebagai pendorong permintaan

Bobot ini adalah **penilaian penyusun** dan sebaiknya disepakati bersama klien.

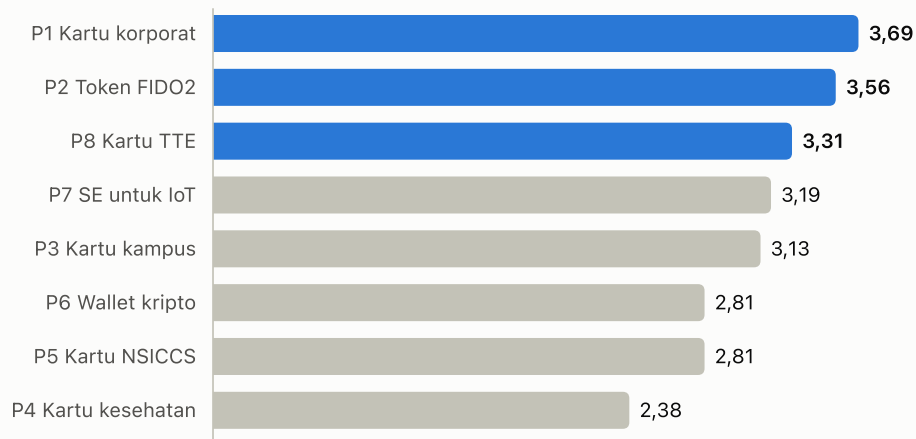
Kriteria kapabilitas ITB dikeluarkan (versi 2.7). Analisis kemampuan internal ditunda ke tahap berikutnya, sehingga penilaian ini hanya memakai faktor pasar. Bobot kriteria lain dinaikkan secara proporsional dari versi sebelumnya (25%, 20%, 15%, 10%, dan 10%, masing-masing dibagi 80%). P1 dan P2 tetap di peringkat teratas; kartu kampus (P3) turun dari peringkat 3 ke 5. Kriteria ini ditambahkan kembali setelah analisis kemampuan selesai.

4.4 Matriks Penilaian (skor 1 sampai 5)

Produk	Pasar	Hambatan*	Margin	Waktu	Regulasi	Skor total
P1 Kartu korporat	4	4	3	4	3	3,69
P2 Token FIDO2	3	4	4	4	3	3,56
P8 Kartu TTE	3	3	4	3	4	3,31
P7 SE untuk IoT	4	3	3	2	3	3,19
P3 Kartu kampus	2	5	2	4	3	3,13
P6 Wallet kripto	2	4	3	4	1	2,81
P5 Kartu NSICCS	4	1	3	1	5	2,81
P4 Kartu kesehatan	2	3	2	2	3	2,38

*Skor hambatan: 5 = hambatan paling rendah.

Skor tertimbang peluang produk (skala 1 sampai 5)



Gambar 4. Biru = masuk daftar pendek (shortlist), abu-abu = tidak diprioritaskan. Data: tabel 4.4.

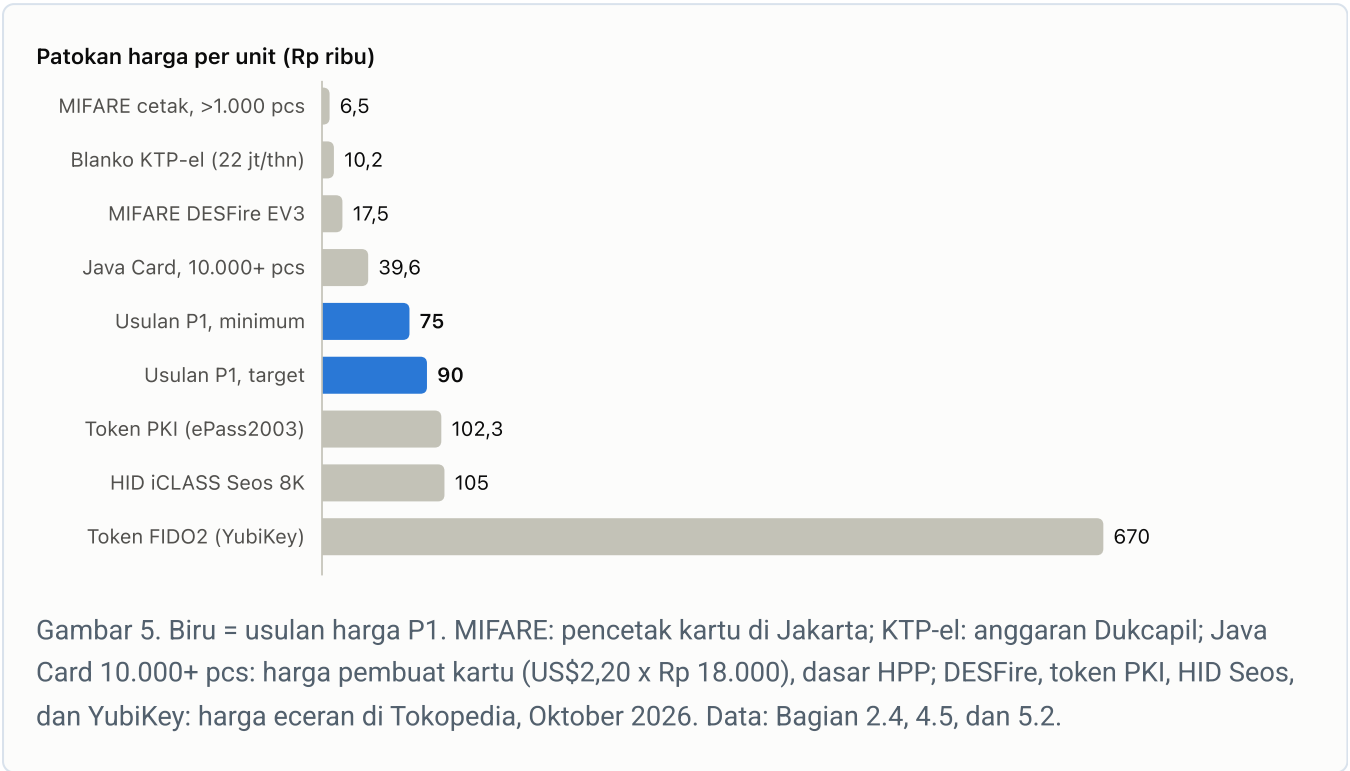
Dasar skor per produk:

- **P1:** tidak wajib sertifikasi; menjawab paling banyak peluang pasar (O1, O2, O4, O5); pasar access control tumbuh 8,68% per tahun[53]. Margin 3 karena untuk akses pintu saja kartu MIFARE dan DESFire jauh lebih murah, walaupun P1 lebih murah dari HID iCLASS Seos (Bagian 4.5).
- **P2:** applet FIDO2 open-source tersedia[22] sehingga waktu ke pasar cepat; biaya sertifikasi FIDO relatif rendah[29]. Pesaingnya produk mapan seharga US\$29[15]. Pasar turun dari 4 ke 3 (versi 2.3) karena penjualan Yubico datar dan Asia Pasifik hanya 7% dari penjualannya[40]. Kebutuhannya tetap nyata. Pada September 2025, pengelola paket npm populer (chalk, debug) tertipu email palsu dan memasukkan nama pengguna, kata sandi, dan kode 2FA ke situs palsu; penyerang lalu menerbitkan versi berbahaya 18 paket yang diunduh lebih dari 2 miliar kali per minggu[77]. GitHub kemudian merencanakan penghapusan 2FA berbasis kode (TOTP) di npm dan beralih ke 2FA berbasis FIDO[78]. Kunci FIDO2 menolak situs palsu karena terikat pada domain asli.
- **P8:** margin dan dukungan regulasi tinggi, tetapi butuh kemitraan dengan Penyelenggara Sertifikat Elektronik dan kemungkinan sertifikasi Common Criteria.
- **P7:** pasar tumbuh (arah Java Card 3.1/3.2 ke IoT[6]), tetapi pelanggan dan bentuk produknya berbeda dari bisnis kartu.
- **P3:** hambatan paling rendah dan segmen terbukti ada[13]. Pasar turun dari 3 ke 2 (versi 2.1) karena bank sudah membagikan kartu mahasiswa berchip lewat co-branding[68, 69]. Margin 2 karena kampus sensitif harga. Turun ke peringkat 5 setelah kriteria kapabilitas ITB dikeluarkan.
- **P6:** pasar kecil dan regulasinya masih berkembang.
- **P5:** pasar besar (333 juta kartu[51]), tetapi butuh sertifikasi berat dan bank jarang berganti vendor.
- **P4:** belum ada pendorong yang jelas untuk kartu kesehatan berchip.

4.5 Daftar Pendek dan Posisi Harga

1. **P1:** Kartu identitas dan akses korporat multi-fungsi (produk utama, dasar proyeksi finansial).
2. **P2:** Token FIDO2, dijual sebagai fitur tambahan di kartu P1 atau produk terpisah.
3. **P8:** Kartu tanda tangan elektronik tersertifikasi, memakai kartu dan platform yang sama dengan P1. Butuh kemitraan dengan Penyelenggara Sertifikat Elektronik dan kemungkinan sertifikasi Common Criteria, sehingga baru realistis setelah P1 berjalan.

Kartu kampus (P3) keluar dari daftar pendek. Kampus yang butuh login dan tanda tangan tetap bisa dilayani dengan kartu P1, sehingga segmen kampus tetap masuk SAM (Bagian 3.5).



Posisi harga P1: harga minimal Rp 75.000 dan target Rp 90.000 per kartu (Bagian 5.7). Proposisi nilainya: satu kartu menggantikan kartu akses, token login, dan token tanda tangan sekaligus. Pembandingnya di pasar Indonesia (harga eceran per unit di Tokopedia, dibuka 26 Oktober 2026):

Produk	Fungsi	Harga per unit
MIFARE Classic 1K, cetak	Akses pintu; enkripsinya sudah dibobol[11]	Rp 6.500 sampai 12.000[12]
MIFARE DESFire EV3 8K	Akses pintu aman (AES)	± Rp 17.500[76]
HID iCLASS Seos 8K	Akses pintu aman; standar umum di korporat	± Rp 103.000 sampai 110.000[75]
Kartu P1 (usulan)	Akses pintu, login PC, tanda tangan dokumen, FIDO2	Rp 75.000 sampai 90.000, ditambah platform ± Rp 10.000 per orang per tahun
Token PKI USB (ePass2003)	Tanda tangan atau login saja	Rp 102.317[79]
Token FIDO2 (YubiKey Security Key NFC)	Login saja	Rp 670.000[16]

Artinya:

- Untuk organisasi yang butuh akses pintu aman **dan** login atau tanda tangan, P1 kompetitif. Harganya di bawah HID iCLASS Seos saja, dan sekitar sepertiga dari gabungan kartu akses aman dan token PKI ($\pm$ Rp 207.000 per orang).
- Untuk organisasi yang hanya butuh akses pintu, P1 kalah harga. DESFire EV3 sekitar 4 kali lebih murah, dan MIFARE 6 sampai 12 kali lebih murah.
- Harga di atas adalah harga eceran per unit. Harga volume HID untuk korporat lebih rendah dan tidak dipublikasikan, sehingga selisih dengan HID kemungkinan lebih kecil.

Biaya pindah yang ditanggung pembeli:

- Organisasi yang sudah memakai pembaca HID perlu mengganti pembaca pintu. Pembaca HID R10 dijual sekitar Rp 4 juta per pintu[75], jauh lebih besar dari selisih harga kartu.
- Login PC dengan kartu butuh pembaca kartu USB, sekitar Rp 79.000 per komputer[80], kecuali laptop sudah punya pembaca bawaan.
- Kartu JCOP4 bisa dipesan dengan tambahan MIFARE Plus EV1[3], sehingga satu kartu berpotensi tetap bisa dipakai di pembaca MIFARE yang sudah ada. Kecocokannya perlu diuji.

Sasaran yang paling cocok: organisasi yang butuh login atau tanda tangan dokumen, organisasi yang pindah ke gedung baru, dan organisasi yang pembaca pintunya sudah memakai standar 13,56 MHz.

Catatan HPP: asumsi HPP Rp 45.000 berasal dari harga kartu JCOP4 dari pembuat kartu Mingwah Aohan di Alibaba: US\$2,60 untuk 1.000 sampai 9.999 kartu dan US\$2,20 untuk 10.000 kartu ke atas (tampil Rp 40.616 per kartu dengan gratis ongkos kirim ke Indonesia)[3], ditambah cetak dan personalisasi. Pemasok yang sama menjual varian J3R150 (memori lebih kecil) mulai Rp 31.385 per kartu, yang mendukung skenario HPP Rp 35.000 di Bagian 5.7. Kartu Java Card eceran di Tokopedia dijual Rp 40.000 sampai 70.000[14], sehingga HPP bisa lebih rendah untuk chip tertentu, tetapi spesifikasinya tidak jelas. Sebagai pembanding volume sangat besar, pemerintah menganggarkan blanko KTP-el berchip Rp 10.187 per keping untuk sekitar 22 juta keping per tahun[81]. Chip dan volumenya berbeda dari kartu P1, tetapi angka ini menunjukkan harga kartu chip turun tajam pada volume besar. Harga volume dari distributor resmi tidak dipublikasikan: CardLogix meminta permintaan penawaran[8], dan toko resmi Feitian menjual kartu Java Card satuan US\$23[82]. Keaslian chip dan harga dari distributor resmi NXP atau Infineon **harus dikonfirmasi dengan penawaran resmi** sebelum keputusan investasi.

5. Aspek Finansial

5.1 Model Bisnis

Perhitungan memakai produk P1. P2 dan P8 belum dihitung dan menjadi potensi tambahan. Semua perhitungan di bagian ini tersedia di file Excel dengan rumus aktif (Lampiran B).

Sumber pendapatan	Cara menagih	Nilai dasar
Kartu	Per kartu, saat penerbitan awal dan penggantian	Rp 90.000 per kartu
Lisensi platform manajemen kartu	Per klien per tahun (berlangganan)	Rp 50 juta per klien per tahun
Jasa implementasi	Sekali per klien baru (integrasi pintu, absensi, login)	Rp 30 juta per klien baru

Volume kartu per tahun = (klien baru x 5.000 orang) + (klien lama x 5.000 orang x 15% penggantian).

5.2 Register Asumsi

Asumsi	Nilai	Dasar	Kekuatan
Tingkat diskonto	12%	BI-Rate 5,75% (ditahan pada RDG 20-21 Oktober 2026) [83] + premi risiko proyek $\pm$ 6%	Sedang
Kurs	Rp 18.000 per US\$	JISDOR Rp 18.069 (23 Oktober 2026) [84]	Sedang
Biaya per orang (fully loaded)	Rp 15,4 juta/bulan	Rata-rata tertimbang tim inti di Bandung (gaji bruto per bulan): 2 Java Card developer Rp 14 juta, 1 backend developer Rp 10 juta, 1 security engineer Rp 14 juta, 1 product manager Rp 13 juta (rata-rata Rp 13 juta), ditambah iuran pemberi kerja dan THR 18,57%. Pembandingan: rata-rata gaji pokok software engineer di Jawa Rp 11,7 juta dan di Jakarta Rp 13,0 juta, rentang di Bandung Rp 4,8 sampai 28,3 juta [85] ; gaji umum software engineer Rp 7,5 juta dan product manager Rp 12,5 juta [86] ; UMK Kota Bandung 2026 Rp 4,74 juta [87] . Biaya kantor tidak dihitung di sini karena sudah masuk biaya non-staf	Sedang
Iuran pemberi kerja dan THR	18,57% dari gaji	JHT 3,7%, JP 2%, JKK 0,24%, JKM 0,3% [88] ; BPJS Kesehatan 4% [89] ; THR satu bulan gaji per tahun (8,33%) [90] . Batas upah BPJS tidak dihitung, sehingga sedikit konservatif	Kuat
Staf per tahun	5, 6, 7, 8, 9 orang	Tim inti 5 orang, ditambah 1 staf support atau penjualan per tahun	Sedang
Biaya non-staf	Rp 500, 560, 720, 880, 1.040 juta	Penjualan dan pemasaran, kantor, cloud, dan legal (tahun 1: Rp 300 juta + Rp 200 juta); naik seiring jumlah klien	Lemah
Lama pengembangan	12 bulan	Penilaian penyusun. Mencakup beberapa applet, platform manajemen kartu dengan PKI, integrasi pembaca pintu dan login PC, uji keamanan pihak ketiga, serta persiapan pilot. Pembandingan: satu aplikasi Java Card $\pm$ 2 bulan [91] ; portal penerbitan token Cisco	Lemah

Asumsi	Nilai	Dasar	Kekuatan
		selesai dalam 4 bulan oleh 2 orang di atas PKI yang sudah ada[92]. Applet open-source seperti FIDO2Applet[22] dan OpenFIPS201 (dipakai di modul bersertifikat NIST)[93] bisa mempersingkat pekerjaan applet. Skenario 9 dan 18 bulan di Bagian 5.7	
HPP per kartu	Rp 45.000	Kartu JCOP4 dari pembuat kartu Mingwah Aohan: US\$2,60 (1.000 sampai 9.999 kartu) dan US\$2,20 (10.000 kartu ke atas)[3]. Volume tahunan P1 di atas 20.000 kartu: US\$2,20 x Rp 18.000 = Rp 39.600, ditambah cetak dan personalisasi ± Rp 2.500 (selisih MIFARE cetak dan polos[12]) dan ongkos kirim serta penanganan ± Rp 3.000 (asumsi)	Lemah: ganti dengan penawaran vendor
Harga jual per kartu	Rp 90.000	Margin kontribusi Rp 45.000 (2 kali HPP). Di antara MIFARE cetak (Rp 6.500 sampai 12.000)[12] dan token FIDO2 (mulai Rp 670.000)[16], serta di bawah HID iCLASS Seos (± Rp 105.000)[75]. Harga minimal yang masih layak ± Rp 75.000 (Bagian 5.7)	Lemah
Klien baru tahun 1 sampai 5	4, 6, 8, 10, 12 (kumulatif 40)	40 klien = 7% dari 561 organisasi sasaran (Bagian 3.5)	Lemah
Ukuran rata-rata klien	5.000 orang	Asumsi organisasi menengah sampai besar	Lemah
Penggantian kartu klien lama	15% per tahun	Kartu hilang/rusak, pegawai dan mahasiswa baru	Sedang
Lisensi platform	Rp 50 juta per klien per tahun	Setara Rp 10.000 per orang per tahun untuk klien 5.000 orang	Lemah
Jasa implementasi	Rp 30 juta per klien baru	Asumsi	Lemah
Pangsa yang butuh kartu aman multi-fungsi	Korporat 30%, instansi 10%, kampus 10%	Disesuaikan dengan kartu ASN virtual[43] dan kartu mahasiswa dari bank[68] (Bagian 3.5)	Lemah

Asumsi	Nilai	Dasar	Kekuatan
Umur kartu (untuk ukuran pasar)	4 tahun	Rekomendasi penggantian kartu PVC 3 sampai 5 tahun [70, 71]	Sedang
PPh badan	22%; tarif dikurangi 50% untuk bagian laba dari omzet sampai Rp 4,8 miliar	Tarif umum UU HPP [94] ; fasilitas Pasal 31E UU PPh untuk badan dengan omzet sampai Rp 50 miliar, dipakai lewat SPT Tahunan tanpa permohonan [95] . Model memakai bentuk PT; PPh final 0,5% UMKM tidak berlaku untuk PT menurut PP 20/2026 [96]	Kuat
Amortisasi investasi awal	25% per tahun selama 4 tahun, mulai tahun pengeluaran	Harta tak berwujud kelompok 1, termasuk perangkat lunak khusus (PMK 72/2023) [97]	Kuat
Kompensasi rugi fiskal	Sampai 5 tahun berikutnya	Pasal 6 ayat (2) UU PPh [98]	Kuat
PPN	Tidak dihitung	Harga di laporan belum termasuk PPN. PPN 12% dengan dasar pengenaan 11/12 (efektif 11%) dipungut dari pembeli (PMK 131/2024) [99] , sehingga tidak mengubah arus kas proyek	Kuat
Bentuk usaha untuk pajak	PT (spin-off)	Pilihan konservatif. Jika dijalankan ITB sebagai PTN-BH, sisa lebih yang dipakai untuk sarana pendidikan atau litbang dalam 4 tahun dapat dikecualikan dari objek PPh (PMK 68/2020) [100] ; perlu konfirmasi konsultan pajak	Lemah

5.3 Kebutuhan Modal

Investasi awal (tahun 0, 12 bulan pengembangan):

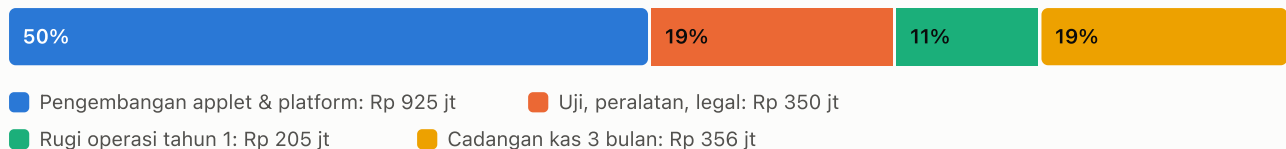
Item	Estimasi	Dasar
Pengembangan applet dan platform (12 bulan)	Rp 925 juta	5 orang x Rp 15,4 juta x 12 bulan; lama pengembangan adalah asumsi (Bagian 5.2)
Peralatan uji dan kartu developer	Rp 100 juta	Asumsi
Uji keamanan pihak ketiga	Rp 150 juta	Asumsi; minta penawaran lab
Legal, lisensi, sertifikasi ringan	Rp 100 juta	Asumsi
Total investasi awal	Rp 1.275 juta	

Total modal yang perlu disiapkan:

Komponen	Nilai	Dasar
Investasi awal	Rp 1.275 juta	Tabel di atas
Rugi operasi tahun 1	Rp 205 juta	Arus kas tahun 1 (Bagian 5.4)
Cadangan kas 3 bulan	Rp 356 juta	3/12 x opex tahun 1 (Rp 1.425 juta)
Total kebutuhan modal	± Rp 1,8 miliar	Kas kumulatif terendah Rp 1.480 juta + cadangan

Komposisi kebutuhan modal

Total ± Rp 1,8 miliar



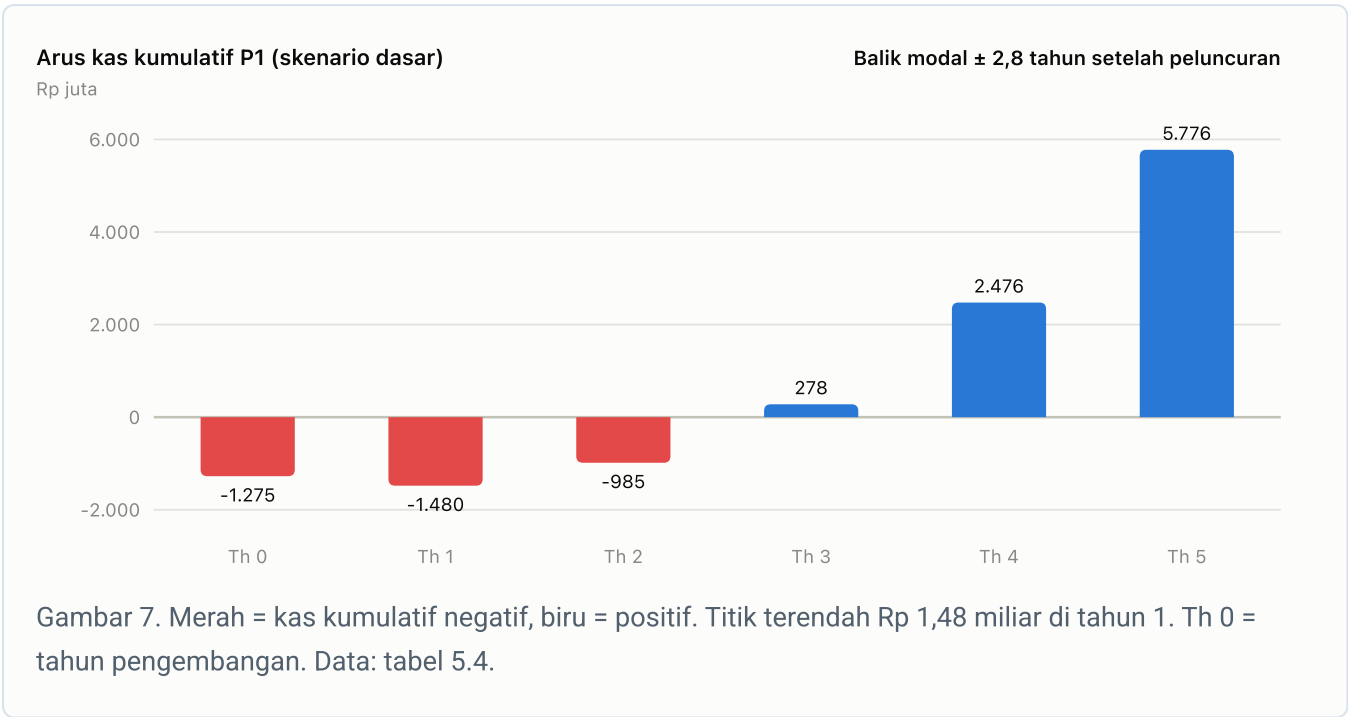
Gambar 6. Sekitar 30% modal bukan untuk membangun produk, tetapi untuk bertahan sampai penjualan cukup. Data: tabel 5.3.

Artinya: investasi awal Rp 1,3 miliar saja tidak cukup. ITB juga harus menanggung rugi operasi di tahun pertama penjualan, saat klien masih sedikit.

5.4 Proyeksi Laba Rugi dan Arus Kas (Rp juta)

Tahun	0	1	2	3	4	5
Klien aktif (kumulatif)	0	4	10	18	28	40
Kartu terjual (unit)	0	20.000	33.000	47.500	63.500	81.000
Pendapatan kartu	0	1.800	2.970	4.275	5.715	7.290
Pendapatan lisensi	0	200	500	900	1.400	2.000
Pendapatan implementasi	0	120	180	240	300	360
Total pendapatan	0	2.120	3.650	5.415	7.415	9.650
HPP kartu	0	(900)	(1.485)	(2.138)	(2.858)	(3.645)
Laba kotor	0	1.220	2.165	3.278	4.558	6.005
Opex (tim, penjualan, overhead)	0	(1.425)	(1.670)	(2.015)	(2.360)	(2.705)
Investasi	(1.275)	0	0	0	0	0
Arus kas bersih	(1.275)	(205)	495	1.263	2.198	3.300
Kas kumulatif	(1.275)	(1.480)	(985)	278	2.476	5.776

Opex tahun 1 terdiri dari tim inti 5 orang (Rp 925 juta), penjualan dan pemasaran (Rp 300 juta), serta kantor, cloud, dan legal (Rp 200 juta). Setiap tahun ada tambahan 1 staf support atau penjualan, dan biaya non-staf naik seiring jumlah klien. Angka dibulatkan.



Perhitungan PPh badan (Rp juta). Pajak dihitung untuk bentuk PT dengan tarif umum 22% dan fasilitas Pasal 31E (Bagian 5.2). Investasi awal diamortisasi 25% per tahun mulai tahun pengeluaran, dan rugi fiskal dikompensasikan ke tahun berikutnya.

Tahun	0	1	2	3	4	5
Laba sebelum amortisasi	0	(205)	495	1.263	2.198	3.300
Amortisasi investasi awal	(319)	(319)	(319)	(319)	0	0
Laba fiskal	(319)	(524)	176	944	2.198	3.300
Kompensasi rugi yang dipakai	0	0	(176)	(666)	0	0
Penghasilan kena pajak	0	0	0	278	2.198	3.300
Tarif efektif (Pasal 31E)				12,2%	14,9%	16,5%
PPh badan	0	0	0	(34)	(327)	(546)
Arus kas setelah pajak	(1.275)	(205)	495	1.229	1.871	2.755
Kas kumulatif setelah pajak	(1.275)	(1.480)	(985)	244	2.115	4.870

Artinya: PPh badan baru dibayar mulai tahun ke-3, karena amortisasi dan rugi fiskal tahun awal mengurangi laba kena pajak. Fasilitas Pasal 31E menurunkan tarif efektif menjadi 12% sampai 17%. Total PPh badan selama 5 tahun sekitar Rp 0,9 miliar. Kebutuhan modal tidak berubah, karena pajak baru muncul setelah kas terendah terlewati.

5.5 Titik Impas (BEP)

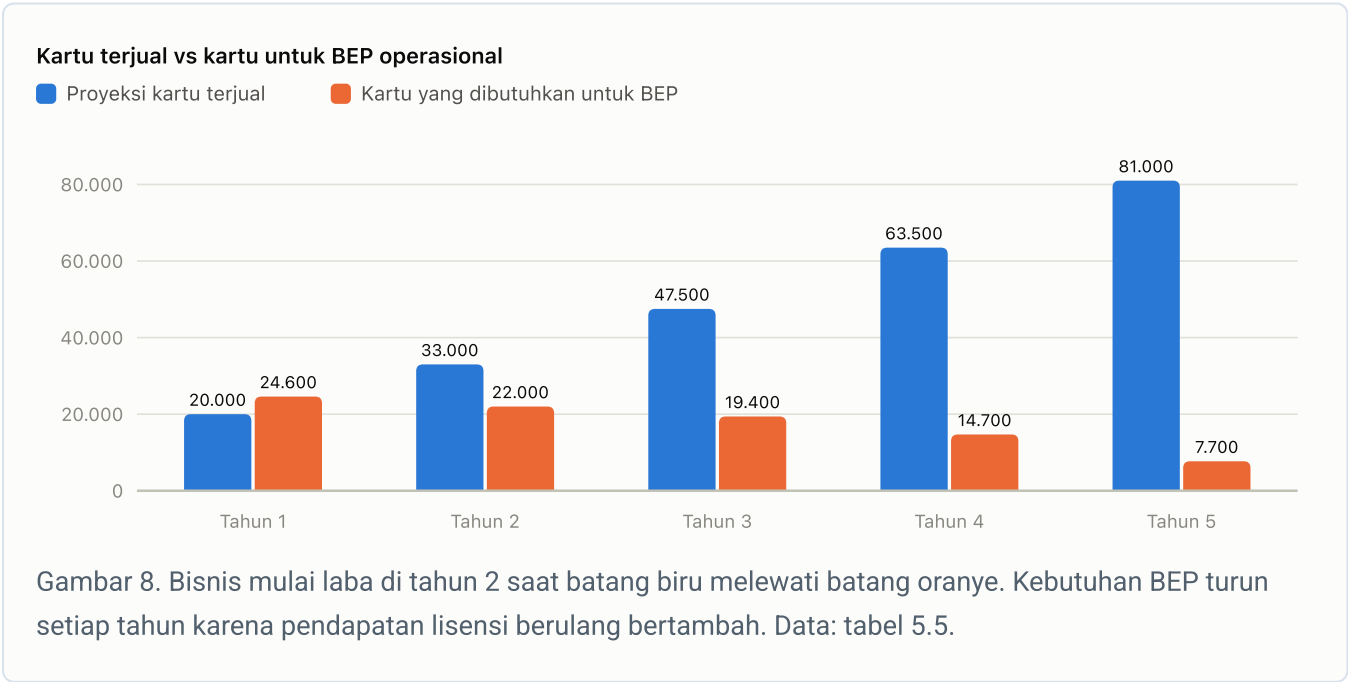
Ada dua jenis titik impas:

- 1. **BEP operasional (tahunan):** jumlah kartu agar pendapatan satu tahun menutup biaya tahun itu.
- 2. **BEP investasi (balik modal):** waktu sampai kas kumulatif kembali positif.

BEP operasional. Setiap kartu memberi margin kontribusi Rp 45.000 (Rp 90.000 dikurangi HPP Rp 45.000). Lisensi dan jasa implementasi menutup sebagian opex. Sisanya harus ditutup oleh kartu:

$$\text{BEP kartu} = (\text{opex} - \text{pendapatan lisensi} - \text{pendapatan implementasi}) \div \text{Rp 45.000}$$

Tahun	Opex	Lisensi + implementasi	Kartu untuk BEP	Proyeksi kartu	Status
1	1.425	320	24.600	20.000	Rugi
2	1.670	680	22.000	33.000	Laba
3	2.015	1.140	19.400	47.500	Laba
4	2.360	1.700	14.700	63.500	Laba
5	2.705	2.360	7.700	81.000	Laba



BEP investasi. Kas kumulatif kembali positif sekitar **2,8 tahun setelah peluncuran**, atau sekitar 3,8 tahun sejak pengembangan dimulai (tabel 5.4).

Artinya: kartu yang dibutuhkan untuk BEP turun setiap tahun karena pendapatan lisensi berulang terus bertambah. Lisensi platform adalah sumber pendapatan yang paling menstabilkan bisnis ini.

5.6 Indikator Kelayakan

Indikator	Hasil	Kriteria layak	Status
NPV (12%), sebelum pajak	± Rp 3,1 miliar	> 0	Layak
NPV (12%), setelah PPh badan	± Rp 2,6 miliar	> 0	Layak
IRR, sebelum pajak	± 51%	> 12%	Layak
IRR, setelah PPh badan	± 47%	> 12%	Layak
Payback period (sebelum dan setelah pajak)	± 2,8 tahun setelah peluncuran	< 5 tahun	Layak
Kebutuhan modal	± Rp 1,8 miliar		

Karena asumsi harga, HPP, dan jumlah klien masih lemah, angka ini **belum** bisa dijadikan dasar keputusan investasi.

5.7 Analisis Sensitivitas

Setiap skenario mengubah satu asumsi dari skenario dasar, kecuali baris "ketiganya". IRR, payback, dan kas terendah dihitung sebelum pajak; kolom NPV setelah pajak memakai perhitungan PPh badan di

Bagian 5.4.

Skenario	NPV sebelum pajak	NPV setelah pajak	IRR	Payback	Kas terendah
Dasar (harga Rp 90.000, HPP Rp 45.000, biaya tim Rp 15,4 juta)	Rp 3,1 miliar	Rp 2,6 miliar	51%	2,8 tahun	minus Rp 1,5 miliar
Harga Rp 75.000	Rp 0,6 miliar	Rp 0,5 miliar	21%	4,0 tahun	minus Rp 1,8 miliar
Harga jual turun 20% (Rp 72.000)	Rp 0,1 miliar	± Rp 0	14%	4,3 tahun	minus Rp 1,9 miliar
Klien baru turun 30%	minus Rp 0,3 miliar	minus Rp 0,4 miliar	7%	4,6 tahun	minus Rp 2,0 miliar
HPP naik 25% (Rp 56.250)	Rp 1,3 miliar	Rp 1,0 miliar	29%	3,6 tahun	minus Rp 1,7 miliar
Opex naik 20%	Rp 1,7 miliar	Rp 1,3 miliar	34%	3,4 tahun	minus Rp 1,8 miliar
Biaya tim setara level Jakarta (Rp 20 juta per orang)	Rp 1,5 miliar	Rp 1,2 miliar	29%	3,6 tahun	minus Rp 2,0 miliar
Pengembangan 18 bulan (penjualan mulai 6 bulan lebih lambat)	Rp 2,4 miliar	Rp 1,9 miliar	35%	3,1 tahun	minus Rp 1,9 miliar
Harga, klien, dan HPP meleset bersamaan	minus Rp 3,7 miliar	minus Rp 3,7 miliar	negatif	tidak tercapai	lebih dari minus Rp 4,4 miliar
Pengembangan 9 bulan (applet open-source; penjualan mulai 3 bulan lebih cepat)	Rp 3,5 miliar	Rp 2,9 miliar	64%	2,6 tahun	minus Rp 1,2 miliar
HPP turun ke Rp 35.000 (harga volume terbaik)	Rp 4,7 miliar	Rp 4,0 miliar	70%	2,3 tahun	minus Rp 1,3 miliar
Biaya tim setara UMK Bandung (batas bawah, tidak realistis)	Rp 6,6 miliar	Rp 5,6 miliar	137%	1,3 tahun	minus Rp 0,7 miliar

Skenario	NPV sebelum pajak	NPV setelah pajak	IRR	Payback	Kas terendah
untuk developer berpengalaman)					
Harga jual naik ke Rp 110.000	Rp 6,4 miliar	Rp 5,3 miliar	87%	1,9 tahun	minus Rp 1,3 miliar
Klien baru naik 30%	Rp 6,5 miliar	Rp 5,4 miliar	87%	2,0 tahun	minus Rp 1,3 miliar

Artinya:

- Proyek ini **paling sensitif terhadap jumlah klien**. Klien baru turun 30% membuat NPV negatif, dan harga turun 20% menghapus hampir seluruh NPV, terutama setelah pajak ($\pm$ Rp 0).
- Harga Rp 75.000 masih layak, tetapi tipis (NPV $\pm$ Rp 0,6 miliar sebelum pajak, $\pm$ Rp 0,5 miliar setelah pajak). Karena itu Rp 75.000 dipakai sebagai harga minimal dan Rp 90.000 sebagai target.
- Sisi positifnya besar. HPP Rp 35.000, harga Rp 110.000, atau 30% klien lebih banyak menaikkan NPV ke Rp 4,7 sampai 6,5 miliar.
- Lama pengembangan dan biaya tim juga berpengaruh. Pengembangan 18 bulan menurunkan NPV ke Rp 2,4 miliar (modal $\pm$ Rp 2,3 miliar), sedangkan 9 bulan menaikkannya ke Rp 3,5 miliar (modal $\pm$ Rp 1,6 miliar). Biaya tim setara level Jakarta (Rp 20 juta per orang) menurunkan NPV ke Rp 1,5 miliar dan menaikkan modal ke $\pm$ Rp 2,5 miliar. Biaya setara UMK hanya batas bawah teoretis, karena developer Java Card berpengalaman tidak tersedia pada tingkat gaji itu.
- Karena itu harga jual dan jumlah klien pertama harus dipastikan lewat surat minat atau pilot **sebelum** investasi, bukan sesudahnya.

Coba ubah asumsi sendiri di simulasi berikut:

Simulasi interaktif (geser asumsi, lihat NPV, IRR, dan payback berubah) tersedia di versi web:

<https://javacard.sawirstudio.com/01-FS-Java-Card-Umum>

6. Rencana Bisnis

Bab ini menjabarkan cara menjalankan bisnis P1 sesuai angka di Bagian 5: siapa yang disasar, bagaimana menjualnya, bagaimana operasionalnya, peran apa saja yang dibutuhkan, kapan tonggaknya, dan dari mana modalnya. Angka tanpa sumber adalah penilaian penyusun.

6.1 Ringkasan Rencana Bisnis

Elemen	Rencana
Produk utama	P1: kartu identitas dan akses multi-fungsi dengan platform manajemen kartu (Bagian 4.5)
Pelanggan sasaran	Organisasi menengah sampai besar (rata-rata 5.000 orang per klien) yang butuh akses pintu aman dan login atau tanda tangan dokumen (Bagian 3.4 dan 4.5)
Sumber pendapatan	Kartu Rp 90.000 (minimal Rp 75.000), lisensi platform Rp 50 juta per klien per tahun, dan jasa implementasi Rp 30 juta per klien baru (Bagian 5.1)
Target 5 tahun	40 klien aktif; 81.000 kartu dan pendapatan ± Rp 9,7 miliar di tahun ke-5 (Bagian 5.4)
Modal	± Rp 1,8 miliar, dicairkan dalam dua tahap sesuai tonggak (Bagian 6.6)
Titik impas	BEP operasional di tahun ke-2; balik modal ± 2,8 tahun setelah peluncuran (Bagian 5.5)

6.2 Strategi Pemasaran dan Penjualan

Sasaran pertama. Penjualan dimulai dari organisasi yang paling cepat merasakan manfaat P1 dengan biaya pindah terkecil (Bagian 4.5):

1. Organisasi yang butuh login atau tanda tangan dokumen, terutama yang harus menjalankan PP 33/2026 (aturan pelaksana UU PDP) mulai 16 Januari 2027 (Bagian 3.3).
2. Organisasi yang pindah ke gedung baru atau pembaca pintunya sudah memakai standar 13,56 MHz, sehingga tidak perlu mengganti pembaca.
3. Instansi dan BUMN yang menerbitkan kartu pegawai sendiri dan menilai TKDN dalam pengadaan (Bagian 3.4).

Saluran penjualan:

Saluran	Cara kerja	Waktu
Penjualan langsung	Presentasi, demo, dan pilot ke organisasi sasaran oleh tim sendiri	Saluran utama sejak tahun 0
Integrator access control dan pencetak kartu	Integrator yang sudah menjual kartu MIFARE, mesin absensi, dan pintu (Bagian 3.6) menawarkan P1 sebagai peningkatan keamanan ke pelanggan mereka	Mulai tahun 1
Jaringan ITB	Alumni, mitra industri, dan unit di lingkungan ITB; ITB sendiri bisa menjadi lokasi pilot pertama	Sumber calon klien pertama

Penawaran: satu paket berisi kartu, lisensi platform, dan jasa implementasi. Pilot dijalankan di akhir tahun 0 (Bagian 6.5) agar klien bisa mencoba sebelum menerbitkan kartu untuk seluruh pegawai.

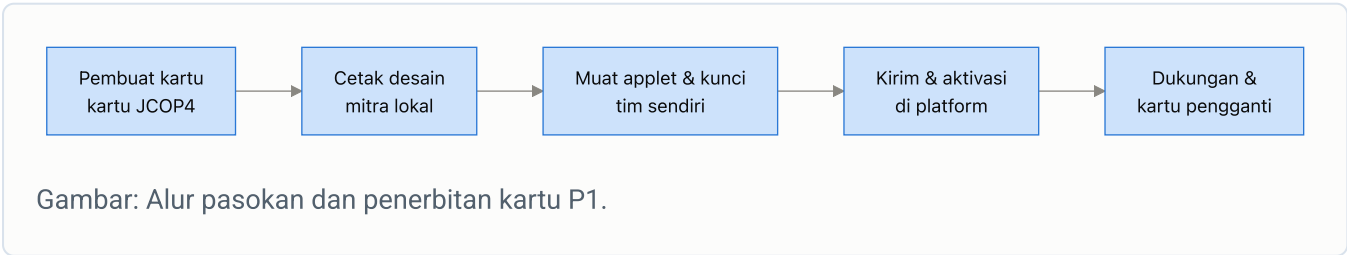
Corong penjualan. Siklus pembelian korporat 3 sampai 9 bulan (Bagian 3.4), sehingga calon klien tahun 1 harus sudah didekati selama tahun 0. Dengan asumsi 1 dari 4 calon klien serius (sudah demo atau pilot) menjadi klien (asumsi penyusun), kebutuhannya:

Tahun	1	2	3	4	5
Klien baru (target model)	4	6	8	10	12
Calon klien serius yang dibutuhkan	16	24	32	40	48

Totalnya 160 calon klien serius dalam 5 tahun, atau sekitar 29% dari 561 organisasi sasaran (Bagian 3.5).

Artinya: target klien tidak cukup dikejar lewat jaringan saja. Perlu tenaga penjualan khusus sejak tahun 1 dan saluran integrator. Anggaran penjualan dan pemasaran tahun 1 (Rp 300 juta, Bagian 5.4) cukup untuk 1 tenaga penjualan ($\pm$ Rp 185 juta per tahun dengan biaya per orang di model) dan $\pm$ Rp 115 juta untuk kartu demo, pameran, dan materi pemasaran. Komisi untuk integrator belum dihitung di model dan akan mengurangi margin kartu yang dijual lewat mereka.

6.3 Rencana Operasional



Kegiatan	Rencana	Dasar biaya di model
Pengadaan kartu	Beli kartu JCOP4 dari minimal 2 pemasok, per batch 10.000 kartu agar tetap di harga volume US\$2,20[3]. Satu batch bernilai ± Rp 450 juta	HPP Rp 45.000 per kartu (Bagian 5.2)
Cetak desain	Mitra cetak lokal, misalnya produsen kartu di Bagian 3.6	Termasuk HPP: cetak dan personalisasi ± Rp 2.500 per kartu
Pemuatan applet dan kunci	Dilakukan tim sendiri agar kunci kartu, inti keamanan produk, tetap di bawah kendali. Untuk volume besar bisa dialihkan ke mitra produksi yang diaudit	Termasuk HPP dan gaji tim
Implementasi di klien	Integrasi pembaca pintu, absensi, dan login PC. Klien menanggung pembaca pintu dan pembaca kartu USB (Bagian 4.5)	Jasa implementasi Rp 30 juta per klien baru
Platform dan dukungan	Platform di cloud dalam negeri, atau di server klien bagi instansi yang mensyaratkan data dikelola sendiri (05, Bagian 4.1). Staf support ditambah bertahap (Bagian 6.4)	Lisensi Rp 50 juta per klien per tahun; cloud di biaya non-staf
Kartu pengganti	Kartu hilang, rusak, dan pegawai baru dilayani dari stok batch berjalan	15% kartu klien lama per tahun (Bagian 5.2)

Artinya: pembelian per batch membuat kas keluar sebelum kartu terjual. Uang muka dari klien (Bagian 6.6) membantu menutup modal kerja ini.

6.4 Struktur Tim dan Rencana Rekrutmen

Tabel ini hanya menunjukkan peran yang dibutuhkan sesuai jumlah staf di model (Bagian 5.2). Siapa yang mengisi peran ini dan kesiapan tim ITB dinilai nanti di analisis kemampuan internal (Laporan 2).

Peran (jumlah orang per tahun)	0	1	2	3	4	5
Java Card developer	2	2	2	2	2	2
Backend developer	1	1	1	1	1	1
Security engineer	1	1	1	1	1	1
Product manager, merangkap pimpinan bisnis	1	1	1	1	1	1
Insinyur implementasi dan support			1	1	2	2
Account manager (penjualan)				1	1	2
Total staf di model	5	5	6	7	8	9

- Tenaga penjualan tahun 1 dan 2 dibiayai dari anggaran penjualan dan pemasaran (Bagian 6.2), lalu menjadi staf tetap di tahun 3.
- Model tidak menghitung gaji direksi atau komisaris terpisah. Jika PT membutuhkan direktur penuh waktu, biaya tim naik; dampaknya mirip skenario biaya tim lebih tinggi di Bagian 5.7.

6.5 Jadwal dan Tonggak

Waktu	Kegiatan	Tonggak dan syarat lanjut
Sebelum investasi ($\pm$ 2 bulan)	Minta penawaran chip dari minimal 2 vendor; kumpulkan surat minat	Gerbang 1: HPP maksimal Rp 45.000 dan minimal 4 calon klien menerima harga minimal Rp 75.000
Tahun 0, bulan 1 sampai 3	Rekrut tim inti; pilih chip dan mitra cetak; rancang platform	Tim lengkap, spesifikasi produk final
Tahun 0, bulan 4 sampai 8	Bangun applet (akses, login, tanda tangan, FIDO2) dan platform manajemen kartu; integrasi pembaca pintu dan login PC	Purwarupa berjalan di lingkungan uji
Tahun 0, bulan 9 sampai 12	Uji keamanan pihak ketiga; pilot di 1 sampai 2 organisasi	Gerbang 2: pilot berhasil, uji keamanan lulus, dan minimal 4 klien siap kontrak
Tahun 1	Peluncuran komersial	4 klien baru, $\pm$ 20.000 kartu
Tahun 2	Perluasan lewat integrator	6 klien baru (10 aktif); arus kas tahunan positif (BEP operasional)
Tahun 3	Penjualan berjalan	8 klien baru (18 aktif); kas kumulatif kembali positif; PPh badan mulai dibayar
Tahun 4 sampai 5	Kaji P2 dan P8 sebagai produk tambahan	10 dan 12 klien baru (40 aktif)

Lama pengembangan 12 bulan adalah asumsi lemah (Bagian 5.2). Jika menjadi 18 bulan, semua tonggak setelah tahun 0 mundur 6 bulan dan modal naik ke $\pm$ Rp 2,3 miliar (Bagian 5.7).

6.6 Rencana Pendanaan

Penggunaan dana:

Penggunaan	Rp juta	Waktu
Gaji tim pengembangan 12 bulan	925	Tahun 0
Peralatan uji dan kartu developer	100	Tahun 0
Uji keamanan pihak ketiga	150	Tahun 0, bulan 9 sampai 12
Legal, lisensi, sertifikasi ringan	100	Tahun 0
Rugi operasi tahun 1	205	Tahun 1
Cadangan kas 3 bulan	356	Tahun 1
Total	1.836 (± Rp 1,8 miliar)	

Pencairan dua tahap:

Tahap	Jumlah	Syarat cair	Untuk
1	± Rp 1,3 miliar	Gerbang 1	Pengembangan, uji keamanan, dan pilot
2	± Rp 0,6 miliar	Gerbang 2	Rugi operasi tahun 1 dan cadangan kas

Dengan dua tahap, jika pilot gagal, dana yang sudah terpakai paling banyak ± Rp 1,3 miliar, bukan Rp 1,8 miliar. Tahap 1 juga bisa dicairkan per kuartal sesuai kemajuan.

Pilihan sumber dana:

Sumber	Cocok untuk	Catatan
Dana ITB atau unit usahanya	Tahap 1	Keputusan ITB. LPIK ITB mendampingi usaha rintisan sejak 2010 dan mendorong lahirnya 95 usaha sampai 2019 ^[101] , tetapi halaman resminya tidak menyebut program pendanaan
Hibah hilirisasi Kemdiktisaintek (skema Dorongan Teknologi)	Pengembangan lanjutan setelah pilot, misalnya P2, P8, atau sertifikasi	Diusulkan tim peneliti perguruan tinggi bersama mitra industri, untuk produk dengan tingkat kesiapan teknologi (TKT) 6 sampai 8. Usulan maksimal Rp 1,2 miliar per tahun, dan mitra industri wajib menyumbang minimal 50% dari usulan dalam bentuk natura (barang atau jasa) dan tunai. Didahului pra-studi kelayakan, lalu pendanaan berjalan di tahun berikutnya ^[102] . Pada 2026 program hilirisasi riset prioritas mendanai 925 dari 2.488 usulan senilai Rp 318 miliar ^[103] . Belum cocok untuk tahap 1 karena produk baru mencapai TKT 6 setelah pilot
Investor malaikat atau modal ventura	Tahap 2 dan pertumbuhan	Investor biasanya meminta bukti pilot dan kontrak klien, sehingga lebih realistis setelah Gerbang 2
Uang muka klien	Modal kerja	Tagih jasa implementasi di muka dan minta uang muka untuk pesanan kartu, karena satu batch 10.000 kartu bernilai ± Rp 450 juta

Artinya: sumber paling realistis untuk tahap 1 adalah dana ITB atau investor yang mau menanggung risiko pengembangan. Hibah pemerintah lebih cocok untuk pengembangan lanjutan setelah pilot, dan uang muka klien mengurangi kebutuhan modal kerja.

7. Kesimpulan dan Langkah Berikutnya

7.1 Kesimpulan

Aspek	Penilaian
Pasar	Ada dan tumbuh, tetapi lebih sempit dari kesan awal. SAM $\pm$ Rp 91 miliar per tahun. Segmen korporat paling menjanjikan. Kartu pegawai ASN sudah virtual dan kartu kampus dipersaingan bank. Pendorong terkuat: PP 33/2026 berlaku Januari 2027 dan serangan siber naik 93%.
Peluang produk	P1 kartu multi-fungsi menjawab paling banyak kebutuhan pasar; P2 dan P8 memakai kartu dan platform yang sama. Pasar token FIDO2 tumbuh lebih lambat dari perkiraan lembaga riset (penjualan Yubico datar).
Finansial	Layak bersyarat. NPV $\pm$ Rp 3,1 miliar sebelum pajak ($\pm$ Rp 2,6 miliar setelah PPh badan). Modal $\pm$ Rp 1,8 miliar, BEP operasional tahun ke-2, balik modal $\pm$ 2,8 tahun setelah peluncuran. Syarat: harga minimal Rp 75.000 (target Rp 90.000) dan HPP maksimal Rp 45.000. Paling sensitif terhadap jumlah klien.
Rencana bisnis	Bisa dijalankan dengan tim 5 sampai 9 orang dan modal dua tahap. Tantangan terbesarnya penjualan: target klien butuh $\pm$ 160 calon klien serius dalam 5 tahun, sehingga tenaga penjualan dan saluran integrator perlu disiapkan sejak awal. Hibah pemerintah lebih cocok untuk pengembangan lanjutan setelah pilot.

7.2 Langkah Berikutnya



1. **Kunci HPP:** minta penawaran harga chip dan kartu dari minimal 2 distributor resmi, termasuk mitra produksi lokal. Target HPP maksimal Rp 45.000.
 2. **Kumpulkan surat minat:** target minimal 4 calon klien pertama untuk pilot, dengan harga minimal Rp 75.000 per kartu (target Rp 90.000). ITB sendiri bisa menjadi lokasi pilot pertama, misalnya kartu pegawai untuk akses gedung dan login, karena keputusan dan integrasinya paling mudah dikendalikan.
 3. **Perbarui model finansial** dengan penawaran vendor dan surat minat, lalu jadikan Business Plan (Bagian 6) versi final.
 4. **Tahap berikutnya:** analisis kemampuan internal tim ITB (Laporan 2), aspek teknis, analisis risiko, SWOT, serta aspek regulasi dan hukum.
-

Daftar Pustaka

1. BPS, Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Februari 2026 (terbit 26 Juni 2026): <https://www.bps.go.id/id/publication/2026/06/26/96b31cf730df9e84f17bfe03/keadaan-angkatan-kerja-di-indonesia-februari-2026.html> ; ringkasan angka: IDN Times, "BPS Catat Pekerja Formal Indonesia 59,93 Juta Orang": <https://www.idntimes.com/business/economy/bps-catat-pekerja-formal-di-indonesia-tembus-59-93-juta-orang-00-gshdq-f7xf2r>
2. Kemdiktisaintek, Statistik Pendidikan Tinggi 2025, bagian Gambaran Umum (data diambil Desember 2025): <https://kemdiktisaintek.go.id/library/book/statistik-pendidikan-tinggi-2025> ; berkas PDF: https://l1diki15.kemdiktisaintek.go.id/wp-content/uploads/2026/06/BUKU-STATISTIK-PENDIDIKAN-TINGGI-2025-REV-JUNI-202_260619_154442.pdf
3. Alibaba.com, Shenzhen Mingwah Aohan Internet Of Thing Technology Corporation (pembuat kartu, 9 tahun di Alibaba), "J3R180 JCOP 4 Java Card 3.0.5 Classic SecID Payment Duel Interface Java Card": Rp 55.385 (50 sampai 199 kartu), Rp 51.692 (200 sampai 999), Rp 48.000 (1.000 sampai 9.999), Rp 40.616 (10.000 ke atas), setara US\$3,00 / 2,80 / 2,60 / 2,20; pemasok yang sama juga menjual kartu JCOP4 J3R150 seharga Rp 31.385 sampai 59.077 (minimal 200 kartu). Harga yang dipasang penjual, dibuka 26 Oktober 2026; keaslian chip belum diverifikasi: https://www.alibaba.com/product-detail/Java_Card_Smartcard_Emulator_J3H145_Buy_Emv_Card_Programmable_Card_62123131835.html
4. Bisnis.com, "Wakil Kepala BPS RI Canangkan Sensus Ekonomi 2026 di Sultra & Sumut" (18 Juni 2026): <https://ekonomi.bisnis.com/read/20260618/9/1981431/wakil-kepala-bps-ri-canangkan-sensus-ekonomi-2026-di-sultra-sumut>
5. Oracle, Java Card 3.2 Documentation: <https://docs.oracle.com/en/java/javacard/3.2/index.html>
6. Oracle, Java Card Data Sheet ("In 2018 alone, close to 6 billion Java Card-based chips were deployed by Java Card licensees"): <https://www.oracle.com/a/tech/docs/java/java-card-data-sheet-19-01-07.pdf> ; siaran pers Java Card 3.1 (Januari 2019), diliput ADTmag: <https://adtmag.com/articles/2019/01/16/java-card.aspx>
7. CardLogix, NXP JCOP3 J3H145 Java Card 3.0.4 Dual-Interface (sumber sekunder/reseller): <https://www.cardlogix.com/product/nxp-jcop3-j3h145-java-card-3-0-4-dual-interface/>
8. CardLogix, NXP JCOP 4 SECID Java Card 3.0.5 Classic (harga diakses Oktober 2026; harga volume atas permintaan): <https://www.cardlogix.com/product/nxp-jcop-4-java-card-3-0-5-classic/>
9. Infineon, SECORA ID security solutions: <https://www.infineon.com/secora-id> ; siaran pers SECORA ID X (2020): <https://infineon.com/cms/en/about-infineon/press/market-news/2020/INFCSS202011-020.html>
10. Oracle Java Blog, "Announcing Java Card 3.2 Release": <https://blogs.oracle.com/java/post/announcing-java-card-32-release>
11. Garcia, F. D., dkk., "Dismantling MIFARE Classic", ESORICS 2008, Springer LNCS 5283: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-88313-5_7

12. Mitra Sarana Global Print (Jakarta), Cetak Kartu Akses Smart Card MIFARE S50 1K: Rp 12.000 (100 kartu), Rp 8.500 (500 sampai 1.000), Rp 6.500 (di atas 1.000) (diakses Oktober 2026): <https://www.cetak-idcard.com/product/kartu-akses-kontrol-apartemen-proximity-em-125khz-7014735> ; kartu polos Rp 4.000: <https://www.cetak-idcard.com/product/kartu-smart-card-mifare-classic-1k-6335150>
13. Gizmologi, "Ini Kelebihan Xirka, Chipset Smart Card Pertama Buatan Indonesia": <https://gizmologi.id/news/xirka-chipset/>
14. Tokopedia, hasil pencarian "javacard", Rp 40.000 sampai 70.000 per kartu eceran (diakses Oktober 2026): <https://www.tokopedia.com/find/javacard>
15. Yubico, Security Key NFC: <https://www.yubico.com/us/product/security-key-series/> ; tray 50 unit: <https://www.yubico.com/pe/product/security-key-nfc-by-yubico-black-tray-of-50>
16. Tokopedia, hasil pencarian "yubikey" dan "yubico security key nfc" (dibuka 26 Oktober 2026): Yubico Security Key NFC USB-A Rp 670.000; YubiKey 5 NFC Rp 1,1 sampai 1,47 juta: <https://www.tokopedia.com/find/yubikey>
17. Oracle, Java Card 3.0.5 Licensing Information User Manual: <https://oracle.com/docs/tech/oracle-java-card-305-licensing-information-user-manual.pdf>
18. Oracle, Authorized Licensees of the Java Card Technology: <https://www.oracle.com/downloads/licenses/auth-licensees-java-card-tech.html>
19. detikFinance, "Tak Cuma Cetak Duit, Peruri Kini Bisa Cetak Kartu Pintar" (31 Juli 2024): <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-7465779/tak-cuma-cetak-duit-peruri-kini-bisa-cetak-kartu-pintar>
20. Dai Nippon Printing, "DNP and Wahyu Kartumasindo International Establish Smart Card Personalization Joint Venture" (Maret 2016): https://www.global.dnp/en/news/detail/2016/03/0302_20166720/ ; situs perusahaan: <https://wahyukartu.com/>
21. Pura Security Printing (Pura Group), unit Pura Smart Technology: <https://purasecurityprinting.co.id/>
22. BryanJacobs, FIDO2Applet (GitHub): <https://github.com/BryanJacobs/FIDO2Applet>
23. EnigmaBridge, javacard-curated-list (GitHub): <https://github.com/EnigmaBridge/javacard-curated-list>
24. Hukumonline, "Ini Ketentuan Nasabah Wajib Ganti Kartu ATM Magnetic Jadi Chip": <https://www.hukumonline.com/berita/a/ini-ketentuan-nasabah-wajib-ganti-kartu-atm-magnetic-jadi-chip-lt60b47428dfb09>
25. Secura, "Common Criteria Certification 101 and Current Tendencies": <https://www.secura.com/blog/common-criteria-certification-101-and-current-tendencies>
26. EMVCo, CCD Approval Process: <https://www.emvco.com/processes/ccd-approval-process/>
27. EMVCo, Chip & Platform Approval Process: <https://www.emvco.com/processes/chip-platform-approval-process/>
28. Applus+ Laboratories, evaluasi chip TMC Common Criteria EAL5+: <https://www.applus.com/global/en/news/applus+evaluates-security-of-new-tmc-chip-under-common-criteria-eal5+-with-sogis-recognition>

29. FIDO Alliance, User Authentication Certification Fees (diakses Oktober 2026):
<https://fidoalliance.org/certification/user-authentication-certification-registration-fees/>
30. Global Market Insights, Smart Card Market: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/smart-card-market>
31. Fortune Business Insights, Smart Card Market: <https://www.fortunebusinessinsights.com/smart-card-market-104614>
32. IMARC Group, Smart Card Market: <https://www.imarcgroup.com/smart-card-market>
33. Research and Markets, Smart Card Market Report 2026:
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5766979/smart-card-market-report>
34. SNS Insider, Smart Card Market: <https://www.snsinsider.com/reports/smart-card-market-6290>
35. The Insight Partners, Smart Card IC Market: <https://www.theinsightpartners.com/reports/smart-card-ic-market>
36. Mordor Intelligence, Asia Pacific Smart Card Market (ringkasan via GII Research):
<https://www.giiresearch.com/report/moi1632080-asia-pacific-smart-card-market-share-analysis.html>
37. Technavio, Smart Cards Market Analysis 2025-2030: <https://www.technavio.com/report/smart-cards-market-industry-analysis>
38. Market Intelo, FIDO2 Security Key Market Research Report 2034:
<https://marketintelo.com/report/fido2-security-key-market>
39. Wise Guy Reports, FIDO Authentication Device Market:
<https://www.wiseguyreports.com/reports/fido-authentication-device-market>
40. Yubico, Interim Report April-June 2026 (6 Agustus 2026; memuat juga angka setahun penuh 2025 dan pembagian per wilayah): <https://investors.yubico.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/report-interim-report-q2-2026-260806.pdf> ; Year-end Report 2025: <https://investors.yubico.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/report-interim-report-q4-2025-260212.pdf>
41. IDEMIA, "IDEMIA completes the sale of IDEMIA Smart Identity to IN Groupe" (1 Juli 2025):
<https://www.idemia.com/news/idemia-completes-sale-idemia-smart-identity-groupe-2025-07-01>
42. BKN, Buku Statistik Aparatur Sipil Negara Semester II 2025: <https://www.bkn.go.id/wp-content/uploads/2026/03/Buku-Statistik-Aparatur-Sipil-Negara-Semester-II-2025.pdf> ; ringkasan: <https://indonesiabaik.id/infografis/asn-indonesia-tembus-65-juta>
43. BKD Provinsi Jawa Tengah, "Per 2 Agustus 2022 Usulan Karpeg Seluruh ASN Akan Digantikan dengan Kartu ASN Virtual" (Surat Edaran BKN No. 16 Tahun 2022):
<https://mail.bkd.jatengprov.go.id/read/128/per-2-agustus-2022-usulan-karpeg-seluruh-asn-akan-digantikan-dengan-kartu-asn-virtual.html> ; Kompas, "Penjelasan BKN soal Kartu ASN Virtual" (27 Juli 2022): <https://www.kompas.com/tren/read/2022/07/27/073100665/penjelasan-bkn-soal-kartu-asn-virtual>
44. Kementerian Koperasi dan UKM, Data Sandingan UMKM dan Usaha Besar 2016-2017:
https://ukmindonesia.id/uploads/attachment/doc/data_sandingan_UMKM_kemenkop_UKM-20162017.pdf

45. BPS, Hasil Pendaftaran Usaha/Perusahaan Sensus Ekonomi 2016, Indonesia:
https://se2016.bps.go.id/umkumb/files/buku/00_Indonesia.pdf
46. Databoks, "Sebaran Tenaga Kerja Industri Manufaktur Menengah-Besar di Indonesia pada 2024" (data BPS): <https://databoks.katadata.co.id/ketenagakerjaan/statistik/6abcb13566e66/sebaran-tenaga-kerja-industri-manufaktur-menengah-besar-di-indonesia-pada-2024>
47. CNBC Indonesia, "Soal BUMN Jadi Koperasi, Erick Thohir: Tidak Masuk Akal" (4 Februari 2024):
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20240204065340-4-511487/soal-bumn-jadi-koperasi-erick-thohir-tidak-masuk-akal>
48. detikFinance, "Jumlah BUMN Dipangkas dari 1.077 Jadi 200, Bos Danantara Jamin Tak Ada PHK": <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-8529205/jumlah-bumn-dipangkas-dari-1-077-jadi-200-bos-danantara-jamin-tak-ada-phk>
49. Kompas, "Prabowo Ingin Kabupaten/Kota Punya RS Canggih, Berapa Jumlah RS Indonesia Sekarang?" (19 November 2025, mengutip SIRS Kemenkes):
<https://nasional.kompas.com/read/2025/11/19/15302361/prabowo-ingin-kabupaten-kota-punya-rs-canggih-berapa-jumlah-rs-indonesia>
50. Kemenkes, Ditjen Kesehatan Lanjutan, Laporan Akuntabilitas Kinerja Semester I 2025:
https://keslan.kemkes.go.id/lakip_files/LAKIP%20Ditjen%20Keslan%20Semester%20I%20Tahun%202025-1.pdf
51. Bank Indonesia, Statistik Sistem Pembayaran, Tabel 5a ATM dan ATM+Debet (data hingga Agustus 2026): https://www.bi.go.id/id/statistik/ekonomi-keuangan/spip/Documents/TABEL_5a.pdf
52. Bank Indonesia, Statistik Sistem Pembayaran, Tabel 5e Uang Elektronik (data hingga Agustus 2026): https://www.bi.go.id/id/statistik/ekonomi-keuangan/spip/Documents/TABEL_5e.pdf
53. IMARC Group, Indonesia Access Control Market (edisi 2026-2034; diakses Oktober 2026):
<https://www.imarcgroup.com/indonesia-access-control-market>
54. Astute Analytica, Indonesia Access Control Solutions Market:
<https://www.astuteanalytica.com/request-sample/indonesia-access-control-solutions-market>
55. BPK, UU No. 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi:
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/229798/uu-no-27-tahun-2022>
56. Hukumonline Pro, "Pemerintah Akhirnya Terbitkan Kerangka Implementasi Pelindungan Data Pribadi: Berlaku Mulai 16 Januari 2027" (2 September 2026):
<https://pro.hukumonline.com/a/lt6a97c3fe4527c/pemerintah-akhirnya-terbitkan-kerangka-implementasi-pelindungan-data-pribadi--berlaku-mulai-16-januari-2027>
57. Kres, "Hitung Mundur 16 Januari 2027: PP 33/2026 Terbit" (ringkasan pasal: diundangkan 16 Juli 2026, LN 2026 No. 88; berlaku 6 bulan sejak diundangkan): <https://www.kres.id/pp-33-2026-aturan-pelaksana-uu-pdp>
58. Fortune Indonesia, "Riset: Serangan Siber ke RI Tembus 258 Juta, Naik 93% dalam 6 Bulan" (19 Agustus 2026; data AwanPintar.id): <https://www.fortuneidn.com/tech/riset-serangan-siber-ke-ri-tembus-258-juta-naik-93-dalam-6-bulan-00-4pj81-66kn5y>
59. detikInet, "Cuma 11% Perusahaan Indonesia yang Siap Hadapi Serangan Siber" (31 Mei 2025; Cisco Cybersecurity Readiness Index): <https://inet.detik.com/security/d-7941278/cuma-11->

[perusahaan-indonesia-yang-siap-hadapi-serangan-siber](#)

60. Verizon, 2026 Data Breach Investigations Report (19 Mei 2026; 31% eksploitasi celah, 13% penyalahgunaan kredensial atau 16% dengan metode tahun lalu, 39% kredensial di salah satu tahap, 16% phishing, 26% celah KEV diperbaiki penuh):
<https://www.verizon.com/business/resources/T1ae/reports/2026-dbir-data-breach-investigations-report.pdf> ; rilis: <https://www.verizon.com/about/news/breach-industry-wide-dbir-finds>
61. HID, "HID's 2026 State of Security and Identity Report: Identity Convergence Drives New Focus on Trust, Protection and User Choice" (19 Februari 2026): <https://newsroom.hidglobal.com/hids-2026-state-security-and-identity-report-identity-convergence-drives-new-focus-trust-protection>
62. Kompas, "Simak Aturan Baru TKDN Pemerintah, Ini Cara Hitung-hitungannya" (12 September 2025): <https://money.kompas.com/read/2025/09/12/063000126/simak-aturan-baru-tkdn-pemerintah-ini-cara-hitung-hitungannya> ; teks resmi: <https://peraturan.go.id/files/permenperin-no-35-tahun-2025.pdf>
63. Kontan, "Kemenperin Rilis Aturan Baru TKDN, Ini Poin Perubahan dan Insentif Bagi Industri": <https://industri.kontan.co.id/news/kemenperin-rilis-aturan-baru-tkdn-ini-poin-perubahan-dan-insentif-bagi-industri>
64. CNBC Indonesia, "Aturan Lengkap TKDN, Ini Perubahan Terbaru & Sanksi yang Mengintai" (12 September 2025): <https://www.cnbcindonesia.com/news/20250912084520-4-666366/aturan-lengkap-tkdn-ini-perubahan-terbaru-sanksi-yang-mengintai>
65. RMOL, "Kinerja Ditjen Dukcapil Tahun 2025 Lampau Target" (3 Agustus 2026):
<https://rmol.id/politik/read/2026/08/03/716970/kinerja-ditjen-dukcapil-tahun-2025-lampau-target>
66. Hukumonline, "Pelindungan Data Pribadi dalam Penegakan Hukum dan Konfigurasi Beracara di Bawah PP 33/2026" (Oktober 2026): <https://www.hukumonline.com/berita/a/pelindungan-data-pribadi-dalam-penegakan-hukum-dan-konfigurasi-beracara-di-bawah-pp-33-2026-lt6ac4acd9db1bd/>
67. BRMP Lingkungan Pertanian, Kementerian Pertanian, "Kartu Pintar Pegawai":
<https://lingkungan.brmp.pertanian.go.id/layanan/layanan-lainnya/kartu-pintar-pegawai>
68. Teknik Elektro UNP, "Mahasiswa Teknik Elektro UNP, Segera Ambil KTM Berbasis Chip dan Foto" (8 September 2026): <https://elektro.ft.unp.ac.id/index.php/2026/09/08/mahasiswa-teknik-elektro-unp-segera-ambil-ktm-berbasis-chip-dan-foto/>
69. Zonapasar, "BTN dan Undip Luncurkan KTM Co-Branding, Dorong Transformasi Digital untuk 17.000 Mahasiswa Baru": <https://zonapasar.com/btn-dan-undip-luncurkan-ktm-co-branding-dorong-transformasi-digital-untuk-17-000-mahasiswa-baru-62915>
70. Lesar, "How Often Should Staff ID Cards Be Replaced?": <https://www.lesar.co.uk/how-often-should-staff-id-cards-be-replaced>
71. ProxCards, "How Long Do Standard PVC ID Cards Last?": <https://www.proxcards.com/blog/how-long-do-standard-pvc-id-cards-last/>
72. ANTARA, "BTN terbitkan 9.800 KTM Co-Branding USU perluas dukungan untuk kampus" (15 Agustus 2026; total sekitar 38.800 kartu di USU, Undip, dan Unnes):

<https://www.antaranews.com/berita/5696032/btn-terbitkan-9800-ktm-co-branding-usu-perluas-dukungan-untuk kampus>

73. Universitas Sanata Dharma, BAA, "KTM Versi 2025 untuk Maba 2026":
<https://web.usd.ac.id/biro/baa/detail/informasi/34/KTM-Versi-2025-untuk-Maba-2026>
74. Universitas Lampung, "BNI dan Unila Perkuat Kolaborasi Melalui KTM Co-Branding" (Oktober 2026): <https://www.unila.ac.id/bni-dan-unila-perkuat-kolaborasi-melalui-ktm-co-branding/>
75. Tokopedia, hasil pencarian "hid iclass seos" (dibuka 26 Oktober 2026): HID iClass Seos 8K Smart Card HID 5006 Rp 103.000 sampai 110.500 (penjual dengan 750+ terjual: Rp 105.000); pembaca HID R10 iCLASS Seos Rp 4.024.000: <https://www.tokopedia.com/find/hid-iclass-seos>
76. Tokopedia, hasil pencarian "kartu desfire" (dibuka 26 Oktober 2026): Kartu DESFire 8K EV3 Rp 17.500 (harga coret Rp 42.500), DESFire EV2 4K Rp 20.000:
<https://www.tokopedia.com/find/kartu-desfire>
77. Check Point, "The Great NPM Heist" (September 2025): <https://blog.checkpoint.com/crypto/the-great-npm-heist-september-2025/>
78. GitHub Blog, "Our plan for a more secure npm supply chain" (22 September 2025):
<https://github.blog/security/supply-chain-security/our-plan-for-a-more-secure-npm-supply-chain/>
79. Tokopedia, PT Softkey Indonesia, "USB Token ePass2003" Rp 102.317 (dibuka 26 Oktober 2026):
<https://www.tokopedia.com/find/epass2003>
80. Tokopedia, hasil pencarian "smart card reader" (dibuka 26 Oktober 2026): smart card USB reader Rp 79.000: <https://www.tokopedia.com/find/smart-card-reader>
81. Kompas, "Wacana Biaya Cetak Ulang KTP Fisik, Antara Penghematan dan Digitalisasi yang Tak Siap" (27 April 2026; Dirjen Dukcapil: Rp 224 sampai 225 miliar untuk sekitar 22 juta keping, asumsi Rp 10.187 per keping):
<https://nasional.kompas.com/read/2026/04/27/07385931/wacana-biaya-cetak-ulang-ktp-fisik-antara-penghematan-dan-digitalisasi-yang>
82. FEITIAN (FTsafe), toko resmi, "Dual Interface FT-JCOS Java Card/Smart Card with CC EAL5+" (harga satuan US\$23; diakses Oktober 2026): <https://www.ftsafes.com/store/product/dual-interface-java-card-smart-card-with-cc-eal5/>
83. Bisnis.com, "Bank Indonesia Tahan BI Rate 5,75% pada RDG Oktober 2026" (21 Oktober 2026):
<https://finansial.bisnis.com/read/20261021/11/2014413/breaking-bank-indonesia-tahan-bi-rate-575-pada-rdg-oktober-2026>
84. Kontan, "Kurs Rupiah Melemah 3 Hari Beruntun, Ditutup Rp 18.080 per Dolar Pekan Ini" (23 Oktober 2026; JISDOR Rp 18.069): <https://pusatdata.kontan.co.id/news/kurs-rupiah-melemah-3-hari-beruntun-ditutup-rp-18080-per-dolar-pekan-ini-2310> ; seri resmi:
<https://www.bi.go.id/id/statistik/informasi-kurs/jisdor/default.aspx>
85. Indeed, "Gaji Software Engineer di Bandung" (rata-rata gaji pokok software engineer di Jawa Rp 11.683.792 per bulan dari 63 lowongan, Jakarta Rp 12.961.317; rentang Bandung Rp 4.826.866 sampai 28.281.498; diperbarui 18 Oktober 2026): <https://id.indeed.com/career/software-engineer/salaries/Bandung>
86. Jobstreet, "Software Developer salary in Bandung" (gaji bulanan umum: software engineer Rp 7.500.000, product manager Rp 12.500.000, program manager Rp 13.500.000; Oktober 2026):

<https://id.jobstreet.com/id/career-advice/role/software-developer/salary/in-bandung>

87. Metro TV, "Ini Daftar UMK Jawa Barat 2026, Bandung Naik Jadi Rp4,73 Juta" (Keputusan Gubernur Jawa Barat No. 561/Kep.862-Kesra/2025: Rp 4.737.678):
<https://www.metrotvnews.com/read/kELCn0P8-ini-daftar-umk-jawa-barat-2026-bandung-naik-jadi-rp473-juta>
88. Liputan6, "Iuran BPJS Ketenagakerjaan: Perhitungan, Tarif, dan Kewajiban Terbaru" (porsi pemberi kerja JHT 3,7%, JP 2%, JKK 0,24% sampai 1,74%, JKM 0,3%):
<https://www.liputan6.com/hot/read/6139560/iuran-bpjs-ketenagakerjaan-perhitungan-tarif-dan-kewajiban-terbaru>
89. Bisnis.com, "Cek Rincian Iuran BPJS Kesehatan yang Berlaku Hari Ini" (Perpres 64/2020 Pasal 30: 5% gaji, 4% pemberi kerja): <https://finansial.bisnis.com/read/20221019/215/1589228/cek-rincian-iuran-bpjs-kesehatan-yang-berlaku-hari-ini>
90. Hukumonline, "Yuk, Pahami Seluk Beluk Pembayaran THR" (THR satu bulan upah untuk masa kerja 12 bulan atau lebih): <https://www.hukumonline.com/berita/a/yuk-pahami-seluk-beluk-pembayaran-thr-lt594914bb243b5>
91. Bouzefrane, S., "Java Card Technology" (materi kuliah CEDRIC, CNAM; siklus pengembangan aplikasi kartu konvensional 5 bulan vs Java Card 2 bulan):
https://cedric.cnam.fr/~bouzeфра/cours/JavaCard_Bouzefrane_dec11_Anglais.pdf
92. Cisco, "Bring Your Own Token to Replace Traditional Smart Cards" ("Two people from the Cisco PKI team developed CryptoID over four months"):
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/doing_business/trust-center/docs/byot-smart-card.pdf
93. NIST CMVP, Certificate #5280: "OpenFIPS201 v2.0 PIV Applet on NXP P71D600" (Makina Pty Ltd, divalidasi 20 Mei 2026): <https://csrc.nist.gov/projects/cryptographic-module-validation-program/certificate/5280> ; daftar applet open-source:
<https://github.com/EnigmaBridge/javacard-curated-list>
94. BPK, UU No. 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan (tarif PPh badan 22%):
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/185162/uu-no-7-tahun-2021>
95. Klikpajak, "Penggunaan Tarif PPh Pasal 31E Ayat 1 & Contoh Perhitungannya" (Pasal 31E UU 36/2008; SE-02/PJ/2015): <https://klikpajak.id/blog/tarif-pph-ps-31e-ayat-1/>
96. Pajakku, "SDSN PP PPh UMKM: PP 55/2022 vs PP 20/2026" (PPh final 0,5% terbatas untuk orang pribadi, perseroan perorangan, dan koperasi; berlaku 22 April 2026):
<https://pajakku.com/artikel/sdsn-pp-pph-umkm-pp-552022-vs-pp-202026>
97. Kemenkeu, PMK 72 Tahun 2023 tentang Penyusutan Harta Berwujud dan/atau Amortisasi Harta Tak Berwujud: <https://jdih.kemenkeu.go.id/api/download/46cededa-86ae-4cc9-93e5-b6bef8892074/2023pmkeuangan072.pdf> ; siaran pers DJP:
<https://www.pajak.go.id/en/node/98645>
98. DDTC News, "Contoh Penghitungan Kompensasi Kerugian Fiskal" (Pasal 6 ayat 2 UU PPh: sampai 5 tahun berturut-turut): <https://news.ddtc.co.id/literasi/kelas-pajak/17274/contoh-penghitungan-kompensasi-kerugian-fiskal>

99. DJP, "PMK 131/2024: Tarif PPN Sebelas-Dua Belas" (6 Januari 2025): <https://www.pajak.go.id/en/node/113453>
100. DJP, ringkasan PMK 68/PMK.03/2020 tentang perlakuan PPh atas sisa lebih badan nirlaba bidang pendidikan dan litbang: <https://pajak.go.id/en/node/57972>
101. ITB, "Startup ITB" (LPIK ITB berdiri 2010; 95 usaha 2010 sampai 2019): <https://itb.ac.id/startup-itb>
102. Kemdiktisaintek, Panduan Teknis Program Hilirisasi Riset Prioritas dan Strategis Dorongan Teknologi Tahun 2026 (TKT 6 sampai 8; usulan maksimal Rp 1,2 miliar per tahun; kontribusi mitra industri minimal 50% dari usulan). Laman program: <https://hiliriset.kemdiktisaintek.go.id> ; salinan PDF: <https://muji.blog.unimma.ac.id/wp-content/uploads/sites/2/2026/07/Panduan-Program-Hilirisasi-Riset-Prioritas-dan-Strategis-Dorongan-Teknologi-Tahun-2026.pdf.pdf>
103. Antara, "Sebanyak 18.215 riset kampus raih pendanaan total Rp1,7 triliun" (10 April 2026): <https://www.antaranews.com/berita/5520811/sebanyak-18215-riset-kampus-raih-pendanaan-total-rp17-triliun>

Lampiran

A. Glosarium

Istilah	Arti
APDU	Application Protocol Data Unit: format perintah antara pembaca dan kartu
Applet	Aplikasi kecil yang berjalan di dalam kartu Java Card
BEP	Break-even point: titik impas
Common Criteria (CC), EAL	Standar evaluasi keamanan; EAL = tingkat jaminan evaluasi (1 sampai 7)
FIDO2	Standar login tanpa kata sandi berbasis kunci kriptografi
GlobalPlatform	Standar manajemen applet dan kanal aman di kartu
HPP	Harga pokok penjualan
IRR	Internal rate of return: tingkat pengembalian internal
NPV	Net present value: nilai kini bersih
SAM, SOM, TAM	Serviceable available market, serviceable obtainable market, total addressable market
Secure element (SE)	Chip yang dirancang tahan serangan untuk menyimpan kunci dan data rahasia
TKDN	Tingkat Komponen Dalam Negeri

B. Detail Perhitungan

Model finansial (tabel 5.4) bisa diperiksa ulang dengan rumus berikut:

- Kartu tahun t = klien baru(t) x 5.000 + klien kumulatif($t-1$) x 5.000 x 15%
- Pendapatan = kartu x harga + klien kumulatif x Rp 50 juta + klien baru x Rp 30 juta
- Opex = staf x biaya per orang x 12 + biaya non-staf
- Arus kas bersih = pendapatan - kartu x HPP - opex
- Laba fiskal = arus kas operasi - amortisasi investasi awal (25% per tahun, tahun 0 sampai 3)

- PPh badan = (laba fiskal - sisa rugi fiskal) x tarif efektif; tarif efektif = $22\% \times (1 - 50\% \times \text{Rp } 4,8 \text{ miliar} \div \text{omzet})$ untuk omzet sampai Rp 50 miliar

Model lengkap tersedia sebagai file Excel: <https://javacard.sawirstudio.com/Model-Finansial-Java-Card.xlsx>

Ubah sel biru di sheet Asumsi. Proyeksi, indikator (NPV, IRR, payback, kebutuhan modal, BEP), dan semua skenario sensitivitas dihitung ulang otomatis.