

White Paper: Arsitektur dan Implementasi Sistem Arbitrase Funding Rate Delta-Neutral Otomatis pada Infrastruktur Lighter dan Hyperliquid

Abstrak

Evolusi pasar derivatif aset digital telah memasuki fase maturitas baru dengan munculnya *Decentralized Exchanges* (DEX) berbasis buku pesanan (*order book*) yang menawarkan latensi dan likuiditas setara dengan bursa terpusat (CEX). Di tengah lanskap ini, divergensi struktural antara biaya pendanaan (*funding rates*) pada berbagai protokol menciptakan peluang arbitrase *market-neutral* yang signifikan. White paper ini menyajikan analisis komprehensif, teknis, dan strategis mengenai pengembangan sistem perdagangan otomatis yang dirancang untuk mengeksploitasi inefisiensi harga antara Lighter.xyz, sebuah protokol *ZK-Rollup* pada Ethereum, dan Hyperliquid, sebuah blockchain *Layer-1* berkinerja tinggi. Melalui pendekatan *delta-neutral*, strategi ini bertujuan untuk mengisolasi dan menangkap *yield* dari selisih biaya pendanaan, meniadakan eksposur terhadap volatilitas harga aset dasar. Dokumen ini merinci arsitektur teknis kedua bursa, formulasi matematika untuk normalisasi sinyal perdagangan, manajemen risiko likuidasi dan *auto-deleveraging* (ADL), serta model ekonomi yang mengintegrasikan insentif tokenomik LIT dan HYPE untuk optimalisasi biaya. Analisis ini ditujukan bagi penyedia likuiditas institusional dan pengembang strategi kuantitatif yang beroperasi dalam ekosistem keuangan terdesentralisasi (DeFi) tahun 2025-2026.

1. Pendahuluan: Paradigma Baru Derivatif

Terdesentralisasi

1.1 Evolusi Pasar Perpetual Futures

Kontrak *perpetual futures* telah menjadi instrumen dominan dalam perdagangan aset kripto, mencakup lebih dari 75% volume perdagangan derivatif global pada tahun 2025.¹ Berbeda dengan kontrak berjangka tradisional yang memiliki tanggal kadaluarsa, kontrak perpetual memungkinkan pedagang untuk memegang posisi tanpa batas waktu. Mekanisme inti yang memungkinkan hal ini adalah *funding rate* sebuah pembayaran periodik antara pemegang posisi *long* dan *short* yang memastikan harga kontrak tetap terikat (*pegged*) pada harga spot aset dasar.²

Dalam lingkungan pasar yang efisien, biaya pendanaan di berbagai bursa seharusnya mengalami konvergensi mendekati nol atau setara dengan selisih suku bunga mata uang. Namun, fragmentasi likuiditas, perbedaan arsitektur teknologi, dan variasi basis pengguna antara DEX menciptakan *spread* pendanaan yang persisten. Fenomena ini semakin menonjol pada tahun 2024 dan 2025, dimana platform seperti Hyperliquid mencatat tingkat pendanaan tahunan untuk Bitcoin (BTC) yang melebihi 100% selama periode volatilitas tinggi, jauh melampaui rata-rata bursa terpusat seperti Binance.⁴

1.2 Divergensi Infrastruktur: Lighter vs Hyperliquid

Peluang arbitrase ini muncul bukan hanya dari sentimen pasar, tetapi dari perbedaan fundamental dalam desain protokol:

1. **Hyperliquid:** Mengadopsi pendekatan *app-chain* dengan membangun blockchain Layer-1 khusus yang dioptimalkan untuk perdagangan frekuensi tinggi. Dengan kapasitas 200.000 pesanan per detik dan latensi sub-detik, Hyperliquid menarik aliran dana ritel yang agresif, sering kali menyebabkan bias posisi *long* yang mendorong *funding rate* menjadi sangat positif.⁵
2. **Lighter.xyz:** Memilih jalur Ethereum Layer-2 menggunakan teknologi *Zero-Knowledge Rollup* (ZK-Rollup). Lighter menekankan pada verifikasi kriptografis dan efisiensi biaya, menawarkan perdagangan tanpa biaya (*zero-fee*) untuk akun standar. Namun, struktur ini memperkenalkan latensi buatan untuk akun non-premium, menciptakan dinamika eksekusi yang unik bagi arbitrase.⁷

Ketidakeimbangan ini menciptakan kondisi ideal bagi strategi *delta-neutral*: mengambil posisi *short* pada bursa dengan biaya pendanaan tinggi (Hyperliquid) dan posisi *long* pada bursa dengan biaya rendah atau negatif (Lighter), sehingga menghasilkan keuntungan dari selisih biaya tersebut.

2. Analisis Arsitektur Teknis dan Infrastruktur

Keberhasilan eksekusi strategi arbitrase frekuensi tinggi atau menengah sangat bergantung pada pemahaman mendalam tentang tumpukan teknologi (*tech stack*) yang mendasari setiap bursa. Perbedaan dalam mekanisme konsensus, pemesanan transaksi, dan finalitas blok menentukan batasan teoritis dari strategi ini.

2.1 Hyperliquid: Kinerja Layer-1 Berbasis Tendermint

Hyperliquid dibangun di atas algoritma konsensus kostum yang disebut *HyperBFT*, yang merupakan optimalisasi dari konsensus Tendermint. Desain ini memungkinkan seluruh tumpukan bursa mulai dari pencocokan pesanan hingga likuidasi berjalan secara *on-chain*

dengan transparansi penuh.

Komponen	Spesifikasi Teknis	Implikasi Strategi Arbitrase
Mesin Pencocokan	<i>HyperCore</i> (On-chain CLOB)	Eksekusi deterministik; slippage dapat diprediksi namun rentan terhadap <i>front-running</i> jika tidak menggunakan RPC privat.
Throughput	~200.000 TPS	Memungkinkan penyesuaian posisi (<i>rebalancing</i>) yang cepat selama volatilitas tinggi.
Latensi Blok	< 1 detik	Risiko <i>legged execution</i> (satu kaki tereksekusi, satu gagal) diminimalkan.
Interoperabilitas	<i>HyperEVM</i>	Memungkinkan kontrak pintar kustom untuk berinteraksi langsung dengan buku pesanan, memfasilitasi manajemen likuiditas otomatis. ⁹

Ketiadaan biaya gas (*gas fees*) untuk transaksi perdagangan di Hyperliquid menghilangkan hambatan biaya variabel yang biasanya membebani strategi HFT di Ethereum mainnet.¹⁰ Namun, ketergantungan pada jembatan (*bridge*) khusus untuk deposit dan penarikan menambah lapisan risiko waktu transfer modal.

2.2 Lighter.xyz: Verifikasi ZK dan Skalabilitas Rollup

Lighter beroperasi sebagai *ZK-Rollup* khusus aplikasi di atas Ethereum. Arsitektur ini memisahkan eksekusi (yang dilakukan oleh Sequencer off-chain) dari penyelesaian (yang diverifikasi oleh kontrak pintar di Ethereum L1).⁷

Arsitektur Lighter terdiri dari tiga pilar utama:

1. **Sequencer:** Mengumpulkan transaksi, memperbarui buku pesanan, dan menyiarkan data harga. Ini memungkinkan pengalaman pengguna yang cepat, namun memperkenalkan sentralisasi sementara sebelum bukti dibuat.¹¹
2. **Prover:** Menghasilkan bukti validitas (*validity proofs*) zk-SNARK yang memastikan bahwa setiap transisi status (misalnya, pencocokan pesanan) mematuhi aturan protokol yang ketat. Ini mencegah operator bursa memanipulasi eksekusi.¹¹
3. **L1 Smart Contracts:** Bertindak sebagai lapisan penyelesaian akhir. Fitur kritis bagi arbitrase institusional adalah "Escape Hatch" atau mekanisme pintu keluar darurat, yang memungkinkan penarikan dana langsung dari L1 jika sequencer Lighter mengalami kegagalan atau penyensoran.¹¹

Tantangan utama pada Lighter bagi arbitrase adalah struktur latensi bertingkat. Akun standar (gratis) dikenakan penundaan eksekusi 200-300 milidetik, sementara akun premium (yang memerlukan staking token LIT) menikmati latensi mendekati nol.⁸ Ini adalah parameter kritis dalam desain algoritma eksekusi.

3. Dinamika dan Formulasi Funding Rate

Inti dari strategi ini adalah pemanfaatan perbedaan dalam cara kedua protokol menghitung dan menerapkan biaya pendanaan. Meskipun keduanya bertujuan untuk menstabilkan harga, parameter spesifiknya berbeda secara signifikan.

3.1 Mekanisme Pendanaan Hyperliquid

Hyperliquid menggunakan interval pembayaran per jam, namun tingkatnya dihitung berdasarkan skala 8 jam. Rumus dasarnya terdiri dari dua komponen²:

$$FundingRate(F) = Clamp(InterestRate + Premium, -0.05\%, 0.05\%)$$

Di mana:

- $InterestRate(I)$
ditetapkan secara konstan pada 0,01% per 8 jam (0,00125% per jam), mencerminkan selisih suku bunga USD vs Kripto.
- $Premium(P)$
dihitung berdasarkan selisih harga kontrak dengan harga oracle spot.

$$Premium = \frac{ImpactBidPrice - SpotPrice}{SpotPrice}$$

Penting untuk dicatat bahwa Hyperliquid menggunakan *Impact Price* (harga rata-rata untuk ukuran nosional tertentu) dan bukan harga tengah (*mid-price*), yang membuat tingkat pendanaan lebih sensitif terhadap ketidakseimbangan likuiditas dalam buku pesanan.² Batas atas (*cap*) pendanaan adalah 4% per jam, yang sangat tinggi dibandingkan standar industri, memungkinkan *yield* ekstrem saat pasar bergerak satu arah.²

3.2 Mekanisme Pendanaan Lighter

Lighter juga menerapkan pembayaran *peer-to-peer* setiap jam. Namun, karena arsitekturnya yang berbasis ZK, perhitungan ini sepenuhnya deterministik dan dapat diverifikasi. Lighter cenderung memiliki tingkat pendanaan yang lebih konvergen dengan pasar spot global karena partisipasi pembuat pasar (market maker) yang lebih terinstitusi melalui *Lighter Liquidity Pool* (LLP).¹⁵

Perbedaan utama terletak pada perilaku pasar: Pengguna Hyperliquid didominasi oleh spekulan ritel yang cenderung mengambil posisi *long* agresif ("permabulls"), yang secara struktural mendorong tingkat pendanaan positif.¹⁷ Sebaliknya, Lighter, dengan basis pengguna yang lebih institusional, sering kali menunjukkan tingkat yang lebih moderat, menciptakan *spread* struktural yang dapat dieksploitasi.

4. Strategi Arbitrase: Desain Sistem dan Algoritma

Strategi *Delta-Neutral Funding Rate Arbitrage* melibatkan pembukaan posisi yang berlawanan pada aset yang sama di dua bursa dengan nilai nosional yang setara, untuk menangkap selisih penerimaan biaya pendanaan bersih.

4.1 Logika Inti Strategi

Asumsikan kondisi pasar berikut untuk aset ETH:

- **Hyperliquid (HL):** Funding Rate Long = +0,08% / jam (Long membayar Short).
- **Lighter (LIT):** Funding Rate Long = +0,01% / jam (Long membayar Short).

Eksekusi:

1. Buka posisi **Short** sebesar \$100.000 di Hyperliquid.
2. Buka posisi **Long** sebesar \$100.000 di Lighter.
3. **Net Delta:** 0 (Perubahan harga aset tidak mempengaruhi PnL).
4. **Net Funding Yield:** Penerimaan dari HL (+0,08%) - Pembayaran ke LIT (+0,01%) =

+0,07% per jam (Kotor).

4.2 Arsitektur Bot Otomatis

Sistem perdagangan harus dibangun dengan arsitektur modular untuk menangani latensi, sinyal, dan risiko.

4.2.1 Modul Pengolahan Sinyal (Signal Generator)

Modul ini bertugas menormalisasi data dari kedua bursa. Karena kedua bursa membayar setiap jam, normalisasi waktu relatif sederhana. Namun, prediksi tingkat pendanaan periode berikutnya (*predicted funding rate*) sangat krusial.

- **Input:** Data WebSocket *real-time* dari buku pesanan (bid/ask impact price) dan harga oracle.
- **Logika Pemicu (Trigger Logic):** Masuk posisi jika:

$$Z_Score(Spread_t) > Threshold_{entry}$$

Dimana

$$Spread_t = F_{HL,t} - F_{LIT,t}$$

dan

$$Threshold_{entry}$$

biasanya ditetapkan pada > 20 basis poin (bps) tahunan setelah biaya.¹⁸

4.2.2 Mesin Eksekusi (Execution Engine)

Eksekusi adalah fase paling berisiko. Risiko *slippage* dan *legged execution* harus diminimalkan.

- **Concurrency:** Mengirimkan pesanan *market* atau *aggressive limit* secara bersamaan ke kedua bursa.
- **Penanganan Latensi Lighter:**
 - Jika menggunakan akun standar (Gratis), bot harus memperhitungkan penundaan 200-300ms. Algoritma harus "mengantisipasi" pergerakan harga atau menggunakan batas toleransi *slippage* yang lebih lebar.⁸
 - Solusi optimal adalah menggunakan akun Premium dengan men-staking token LIT untuk menghilangkan latensi buatan ini.¹³
- **Smart Routing:** Memecah pesanan besar menjadi potongan-potongan kecil (*iceberg orders*) menggunakan algoritma TWAP (*Time-Weighted Average Price*) untuk meminimalkan dampak harga, terutama pada aset dengan likuiditas rendah.¹⁵

4.3 Analisis Struktur Biaya dan Break-Even

Keuntungan arbitrase sangat sensitif terhadap biaya perdagangan (*trading fees*).

Tabel 1: Perbandingan Struktur Biaya (Maret 2026 Estimasi)

Komponen Biaya	Hyperliquid (Tier Dasar)	Lighter (Akun Standar)	Lighter (Akun Premium)
Maker Fee	0.010% - 0.015%	0.000%	0.002%
Taker Fee	0.035% - 0.045%	0.000%	0.020%
Latensi Taker	< 10ms	~300ms	< 50ms
Syarat	Tidak ada	Tidak ada	Staking LIT Token

Sumber Data: ¹³

Untuk pedagang frekuensi tinggi, "biaya nol" pada akun standar Lighter adalah ilusi karena biaya implisit dari *adverse selection* akibat latensi 300ms diperkirakan mencapai 6-12 bps.⁸ Oleh karena itu, model yang disarankan adalah menggunakan **Akun Premium Lighter** dan mengoptimalkan tier biaya di Hyperliquid melalui volume atau staking HYPE.

Rumus Break-Even untuk durasi perdagangan (

D

jam):

$$Spread_{net} \times D > (Fee_{HL,entry} + Fee_{LIT,entry} + Fee_{HL,exit} + Fee_{LIT,exit})$$

5. Manajemen Risiko Komprehensif

Dalam strategi *delta-neutral*, risiko pasar digantikan oleh risiko likuidasi, risiko infrastruktur, dan risiko *counterparty*.

5.1 Risiko Likuidasi dan Manajemen Margin

Meskipun posisi terkunci secara nilai, fluktuasi harga akan menyebabkan satu kaki posisi

mengalami kerugian yang belum direalisasi (*unrealized loss*). Jika margin turun di bawah *Maintenance Margin Requirement* (MMR), posisi akan dilikuidasi, meninggalkan kaki lainnya terbuka (*naked exposure*) yang sangat berbahaya.

- **Mitigasi:**
 - **Leverage Konservatif:** Maksimum 3x-5x disarankan untuk menyerap volatilitas 20-30% tanpa likuidasi.
 - **Rebalancing Otomatis:** Bot harus memantau rasio margin. Jika margin salah satu bursa turun di bawah ambang batas aman (misal 20% di atas MMR), sistem harus secara otomatis mentransfer kolateral (USDC) dari bursa yang untung ke yang rugi.
 - **Infrastruktur Bridge:** Kecepatan *bridging* antara Arbitrum (jika Lighter diakses via L2 lain) atau Ethereum Mainnet ke Hyperliquid L1 adalah hambatan. Penggunaan penyedia likuiditas lintas rantai (*cross-chain liquidity providers*) atau memegang cadangan "buffer" di kedua bursa sangat disarankan.⁹

5.2 Auto-Deleveraging (ADL)

Risiko terbesar dalam arbitrase *funding rate* adalah ADL. Jika pasar bergerak ekstrem dan dana asuransi bursa habis, bursa akan menutup posisi pedagang yang untung (posisi arbitraser) untuk menutupi kerugian pedagang yang bangkrut.²¹

- **Hyperliquid:** Mengurutkan ADL berdasarkan profitabilitas dan leverage.²³
- **Lighter:** Menggunakan LLP sebagai penyangga likuiditas terakhir sebelum ADL.¹⁵

Jika ADL terjadi pada satu kaki, bot harus memiliki mekanisme *Kill Switch* untuk segera menutup posisi di bursa lawan secara pasar (*market close*) untuk mencegah eksposur delta yang tidak diinginkan.

5.3 Risiko Smart Contract dan Kustodian

- **Lighter:** Risiko utama adalah bug pada sirkuit ZK atau kontrak verifikasi. Fitur *Escape Hatch* memitigasi risiko penahanan dana oleh operator, namun prosesnya mungkin memakan waktu.¹²
- **Hyperliquid:** Sebagai L1, risikonya terkait dengan konsensus validator. Keamanan aset bergantung pada desentralisasi set validator (HyperBFT).⁶

6. Asumsi Kinerja dan Simulasi Ekonomi

6.1 Data Historis dan Proyeksi

Analisis data dari akhir 2024 hingga awal 2025 menunjukkan bahwa Hyperliquid secara

konsisten mempertahankan tingkat pendanaan yang lebih tinggi daripada pasar global.

Tabel 2: Rata-rata Tahunan Funding Rate (Estimasi Q4 2024 - Q1 2025)

Aset	Hyperliquid (Short Yield)	Lighter (Long Cost)	Net Spread (Alpha)
BTC	23.23%	8.50%	14.73%
ETH	28.50%	10.20%	18.30%
SOL	35.40%	12.00%	23.40%
HYPE	45.00%	N/A	N/A

Catatan: Data Hyperliquid berdasarkan periode volatilitas tinggi.⁴ Estimasi Lighter didasarkan pada konvergensi pasar standar.

6.2 Simulasi Profitabilitas

Untuk portofolio modal \$1.000.000 dengan leverage 3x (\$3.000.000 nosional):

- **Pendapatan Kotor:** $3.000.000 \times 18,30\% = \549.000 per tahun.
- **Biaya Eksekusi (Masuk + Keluar 4x setahun):**
 - Volume: $3.000.000 \times 8 = \$24.000.000$
 - Biaya Rata-rata (0,03%): **7.200**
- **Biaya Rebalancing & Gas:** Estimasi **5.000**
- **Net Profit Estimasi:** ~\$536.800
- **Return on Equity (ROE):** **53,68%**

Hasil ini jauh melampaui strategi *cash-and-carry* tradisional yang biasanya menghasilkan 10-15%.²⁵ Kunci dari *alpha* ini adalah kesediaan untuk menanggung risiko teknologi pada protokol yang lebih baru (Hyperliquid/Lighter) dibandingkan CEX mapan.

7. Integrasi Tokenomics dalam Strategi

Untuk memaksimalkan efisiensi, strategi ini harus mengintegrasikan kepemilikan token utilitas

dari kedua platform.

7.1 Utilitas Token HYPE (Hyperliquid)

Memegang dan men-staking HYPE memberikan diskon biaya perdagangan yang signifikan. Tier "Diamond" (>500.000 HYPE) memberikan diskon hingga 40%.⁵ Selain itu, biaya protokol dialokasikan ke HLP dan *burn*, yang secara teoritis mendukung nilai token HYPE, memberikan potensi keuntungan modal tambahan bagi arbitrase yang memegang token ini sebagai aset operasional.²⁶

7.2 Utilitas Token LIT (Lighter)

Staking LIT adalah prasyarat mutlak untuk strategi arbitrase yang serius guna menghindari latensi 300ms pada akun gratis. Selain itu, LIT stakers mendapatkan akses eksklusif ke *Lighter Liquidity Pool* (LLP), yang dapat digunakan sebagai tempat parkir modal pasif saat peluang arbitrase sedang rendah.¹³ Mekanisme *buyback* LIT dari pendapatan biaya juga menciptakan tekanan deflasi yang menguntungkan pemegang jangka panjang.²⁷

8. Kesimpulan dan Pandangan Masa Depan

Sistem arbitrase *funding rate* delta-neutral antara Lighter dan Hyperliquid merepresentasikan peluang *yield* asimetris di pasar kripto saat ini. Strategi ini berhasil mengonversi kompleksitas teknis dan fragmentasi likuiditas menjadi aliran pendapatan yang stabil.

Keunggulan kompetitif dari strategi ini terletak pada:

1. **Pemanfaatan Inefisiensi Struktural:** Mengeksploitasi perbedaan permanen antara basis pengguna ritel Hyperliquid (pembayar *funding*) dan infrastruktur institusional Lighter.
2. **Optimasi Biaya:** Menggunakan insentif tokenomik dan model biaya rendah untuk meminimalkan friksi perdagangan.
3. **Keamanan Terverifikasi:** Memanfaatkan transparansi on-chain dan bukti ZK untuk auditabilitas penuh posisi.

Namun, pelaku pasar harus tetap waspada terhadap risiko likuidasi dan kegagalan infrastruktur. Seiring dengan matangnya pasar dan masuknya lebih banyak pembuat pasar institusional, *spread* pendanaan ini diperkirakan akan mengecil. Oleh karena itu, kecepatan implementasi dan kemampuan adaptasi algoritma eksekusi akan menjadi penentu utama keberhasilan jangka panjang. Sistem ini tidak hanya menawarkan keuntungan finansial, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi harga dan kedalaman likuiditas di seluruh ekosistem DeFi.