



## **HUBUNGAN SIMULTANITAS ADOPSI TEKNOLOGI DAN PEREKONOMIAN REGIONAL DI PULAU SUMATERA**

### **ABSTRACT**

Even with a fairly large economic contribution for the nation, Sumatra Island is in fact still lagging behind in terms of technology adoption. This can be seen from the contradiction between the distribution of Gross Regional Domestic Product (GRDP) values and the distribution of BTS (Base Transceiver Stations). Utilization of technology should be able to support the economy for the better. On the other hand, for developing countries the development of technology can only be obtained when there is an increase in public consumption. This connection encourages the author to examine the simultaneous relationship between technology and economy. This study uses a simultaneous equation model using the 2010Q1 to 2020Q4 data series. There is a simultaneous relationship between technology adoption and the regional economy of Sumatra Island. In addition, technology also has an impact on capital and human capital on the island. With the crucial role of technology on Sumatra, the government needs to optimize the use and dissemination of technology considering the speed of technology adoption growth on the island is still lower than the speed at the national level.

*Keywords: Technology adoption; Regional Economic; Simultaneous Equation.*

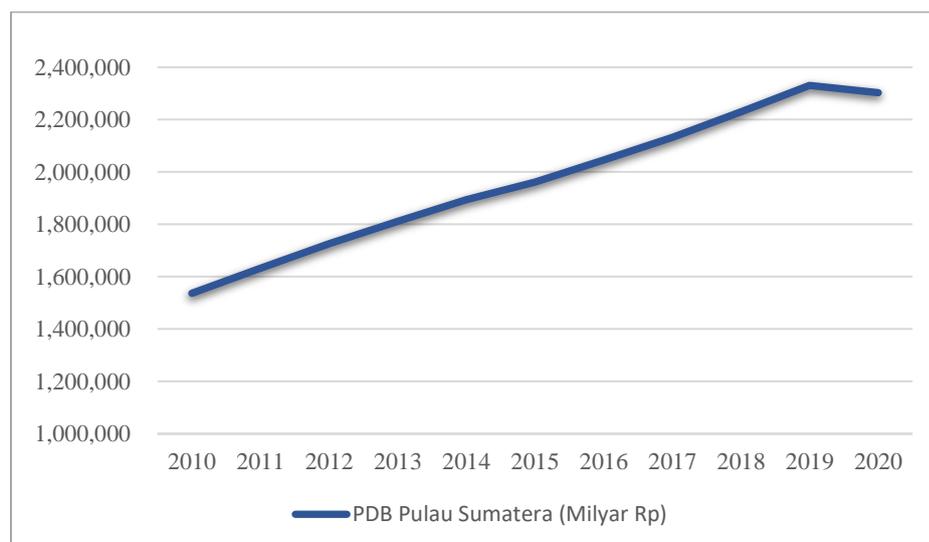
## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, difusi besar teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah menyebabkan transformasi dramatis dunia menjadi masyarakat yang mudah mengakses informasi. Berkat infrastruktur TIK seperti telepon *fixed-line*, telepon seluler, Internet, dan *broadband*, membuat orang-orang, perusahaan, dan pemerintah saat ini memiliki akses yang jauh lebih baik terhadap informasi, pengetahuan, dan kebijaksanaan dibandingkan sebelumnya dalam hal skala, cakupan, dan kecepatan. Difusi TIK secara substansial telah meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya, sangat mengurangi biaya produksi, dan mendorong permintaan dan investasi yang jauh lebih besar di semua sektor ekonomi. Hal ini kerap dikenal sebagai bentuk revolusi industri berbasis teknologi (revolusi 4.0). (Jorgenson dan Stiroh 1999; Vu 2011; Lee et al. 2012; Grimes et al. 2012; Pradhan et al. al.2015).

Revolusi industri bukanlah hal yang asing bagi Indonesia dewasa ini. Revolusi ini bagaikan sebuah hal yang mengandung tantangan sekaligus optimisme untuk membenahi dan memajukan perekonomian ke tahap dimana teknologi informasi dan komunikasi adalah instrumennya. Pemerintah juga menganggap era baru ini merupakan momentum dalam memajukan nilai ekonomi menjadi 10 besar di dunia.

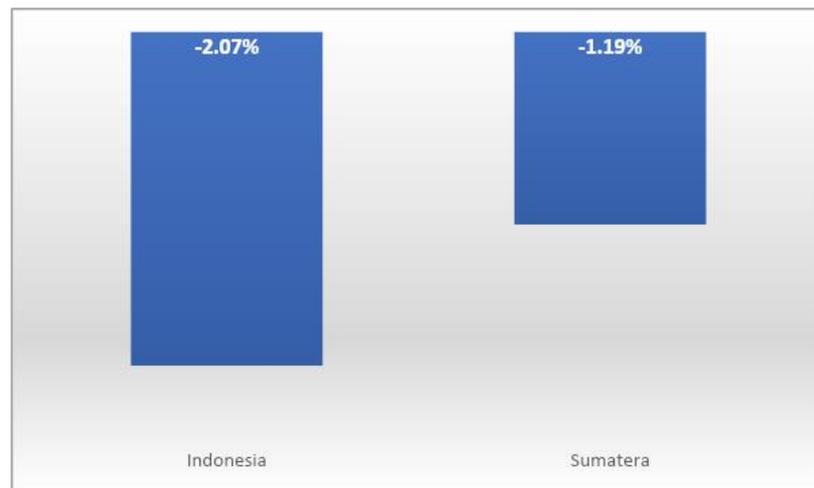
Melihat perekonomian Indonesia saat ini, terdapat beberapa hantaman yang menyebabkan adanya resesi. Berdasarkan data BPS, awal triwulan I 2020 telah terjadi perlambatan ekonomi yang selanjutnya pada triwulan II 2020 dihantam oleh resesi akibat pandemi. Walaupun demikian, perekonomian sudah mulai menunjukkan perbaikan.



**Gambar 1.** Nilai PDB Atas Dasar Harga Konstan Pulau Sumatera Tahun 2010-2020

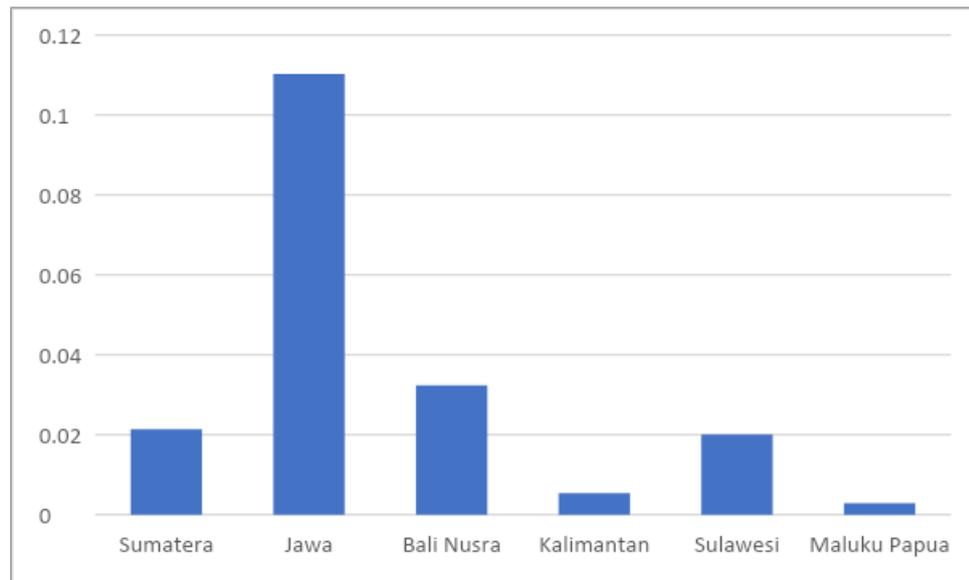
Jika melihat lebih spesifik kepada perekonomian Indonesia, cenderung akan terpusat di pulau Jawa dengan nilai sumbangsi hingga lebih dari 50 persen. Walaupun demikian, terdapat pulau lain yang memiliki potensi dengan sumbangsi tertinggi kedua, yaitu Pulau Sumatera. Dengan sumbangsi hinga 21 persen terhadap PDB, perekonomian di Pulau Sumatera juga tidak berjalan baik-baik saja selama 2020. Hal ini terlihat dari data pada Gambar 1 yang menunjukkan adanya penurunan nilai PDB konstan pada 2020.

Pada kondisi perekonomian di tahun 2020, kondisi di Pulau Sumatera nyatanya lebih baik dibanding dengan kondisi perekonomian nasional. Jika melihat kondisi resesi yang terjadi, secara nasional Indonesia mengalami resesi mencapai 2,07 persen selama 2020. Sedangkan, di Pulau Sumatera hanya mengalami resesi sebesar 1,19 persen. Kondisi ini merupakan optimisme dalam pembangunan perekonomian yang lebih baik di Sumatera. Selain itu, kondisi ini juga merupakan fase mulai terjadinya pemerataan perekonomian di seluruh Indonesia.



**Gambar 2.** Perubahan Y-on-Y PDB Pulau Sumatera Selama Tahun 2020

Baik dari segi ekonomi kenyataannya Sumatera tidak sepenuhnya baik dalam penyerapan teknologi. Jika berdasarkan data BTS per km<sup>2</sup>, Pulau Sumatera hanya berada di urutan ketiga di bawah Pulau Jawa dan Bali Nusra. Adanya BTS merupakan salah satu proksi dari adanya akses pada teknologi informasi dan komunikasi khususnya internet. Dengan demikian, dari segi akses internet, Pulau Sumatera masih tidak tergolong baik dan memiliki potensi yang lebih baik di kemudian hari.



**Gambar 3.** Jumlah BTS Per Km<sup>2</sup> pada Enam Pulau Besar di Indonesia Tahun 2020

Melihat kondisi yang terjadi, muncul asumsi bahwa perekonomian di Pulau Sumatera yang masih kalah dengan Pulau Jawa adalah sebab dari penyerapan teknologi yang tidak sebaik di Pulau Jawa. Pulau Jawa memang memiliki peran sentral dimana selain sebagai pusat pemerintahan, memang pulau Jawa merupakan pusat perekonomian dengan padatnya industri. Namun, jika membandingkan sumber daya yang ada, Pulau Sumatera tidak kalah dengan Pulau Jawa. Dengan adanya fenomena tersebut, menarik untuk membahas mengenai bagaimana teknologi memiliki efek pada perekonomian dan seberapa besar dampaknya dalam meningkatkan performa ekonomi.

Inovasi teknologi memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi dari segi banyak aspek ekonomi (Kuznets 1978); namun, peran ini bukanlah proses yang mulus (Field 2006). Sejarah mengungkapkan bahwa transmisi, inovasi, atau runtuhnya teknologi terbaru mempercepat atau memperlambat pertumbuhan ekonomi secara tiba-tiba. Secara khusus, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) mengubah proses produksi perusahaan, yang pada akhirnya mengubah proses produksi negara secara keseluruhan (Jalava dan Pohjola 2008). Oleh karena itu, perhubungan ini perlu diselidiki empiris. Literatur yang ada memberikan cukup bukti dari negara-negara maju (Inklaar dkk. 2008; Jorgenson dkk. 2005; Van Ark dkk. 2003). Namun demikian, penyelidikan empiris ini hampir tidak dilakukan pada negara berkembang seperti Pakistan (Erumban dan Das 2016). Sejauh ini, tidak ada bukti empiris yang mengeksplorasi peran investasi dan penyebaran TIK pada pertumbuhan ekonomi Pakistan.

Pada prakteknya, penyerapan teknologi saat ini juga sangat terpengaruh oleh kondisi wilayah tersebut, baik berkembang maupun telah maju. Dengan kata lain terdapat pula

faktor ekonomi yang menyebabkan pengadopsian teknologi yang terjadi. Pada negara maju, teknologi cenderung menjadi maju akibat pola konsumsi yang mampu meningkatkan produktivitas, sedangkan pada negara berkembang hal ini terkadang menjadi kendala (Loukil, 2019). Dengan kata lain, pada praktiknya terdapat keterkaitan dua arah yang mendasari hubungan antara adopsi teknologi dan perekonomian.

Dengan koneksi ini, maka peneliti ingin mendalami mengenai bagaimana signifikansi penyerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi di Pulau Sumatera dalam meningkatkan nilai perekonomian. Dengan pendalaman fenomena yang terjadi, maka hal ini dapat menjadi sebuah pembahasan di masa pandemi yang menuntut banyak hal yang serba digital. Hal ini juga dapat menjadi sebuah kajian dalam menyikapi perbaikan ekonomi di masa pandemi.

### **1.2 Riset Gap**

Pulau Sumatera memiliki nilai perekonomian yang tergolong tinggi di Indonesia dengan sumbangsi yang mencapai lebih dari 20 persen. Walaupun demikian, Pulau Sumatera masih kalah dibandingkan dengan Pulau Jawa, padahal Pulau Sumatera memiliki potensi yang tidak kalah dibandingkan dengan Pulau Jawa. Setelah menggali mengenai faktor produksi, terlihat dari jumlah BTS per km persegi, Pulau Sumatera jauh tertinggal dibandingkan Pulau Jawa dan masih kalah dibandingkan dengan Pulau Bali Nusra, sehingga pulau Sumatera hanya berada pada urutan ketiga. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mungkin menjadi penyebab adanya ketidakefektifan pertumbuhan nilai ekonomi di Pulau Sumatera. Hal ini selaras dengan teori Cobb Douglass dan Kuznets mengenai optimalisasi teknologi yang mampu menunjang perekonomian dan mengurangi ketimpangan.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjabaran masalah yang dilakukan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi perekonomian dan adopsi teknologi internet di Pulau Sumatera?
2. Bagaimana efek dari adopsi teknologi internet terhadap perekonomian di Pulau Sumatera?

### **1.4 Tujuan dan Manfaat penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari adopsi teknologi internet terhadap perekonomian di Pulau Sumatera. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi literatur mengenai perekonomian di Pulau Sumatera yang dipengaruhi oleh perkembangan adopsi teknologi internet. Selain itu, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sarana rekomendasi bagi perumusan kebijakan dalam upaya meningkatkan penyerapan teknologi di Pulau Sumatera.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Teori

#### Model Pertumbuhan Ekonomi

##### Model Cobb-Douglas

Model Cobb-Douglas digunakan untuk menilai pertumbuhan ekonomi, yang diprakarsai oleh Robert Solow (1956). Model ini digunakan untuk menganalisis ekonomi nasional menggunakan pertumbuhan Neoklasik, dengan persamaan berikut :

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha} \quad (1)$$

dimana :

$Y_t$  : jumlah produksi/output

$K_t$  : kapital/modal

$A_t$  : tingkat teknologi

$L_t$  : jumlah tenaga kerja

$\alpha$  : elastisitas substitusi kapital

##### Model Mankiw-Romer-Weil

Selanjutnya, model Cobb-Douglas ini dimodifikasi oleh Mankiw-Romer-Weil dengan memasukkan modal manusia ke dalam model, sehingga persamaannya menjadi :

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

dimana :

$H_t$  : *human capital* (modal manusia)

$\beta$  : elastisitas substitusi human capital

Model Mankiw-Romer-Weil inilah yang menjadi landasan pembentukan persamaan pada penelitian ini.

#### Produk Domestik Bruto

Produk Domestik Bruto (PDRB) adalah nilai keseluruhan output akhir yang dihasilkan oleh suatu perekonomian di suatu wilayah yang dihasilkan oleh penduduk yang berada di wilayah tersebut ataupun dari penduduk lain yang berada di wilayah tersebut (Todaro, 2002). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2020), PDRB merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai produk barang dan jasa yang dihasilkan di dalam wilayah domestik untuk selanjutnya digunakan sebagai konsumsi “akhir” masyarakat.

PDRB terbagi atas dasar harga berlaku dan harga konstan. PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar. PDRB atas dasar harga

konstan dapat digunakan untuk menunjukkan laju pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan atau setiap komponen pengeluaran dari tahun ke tahun. PDRB merupakan indikator strategis yang menggambarkan statistik pendapatan regional yang dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi hasil pembangunan sekaligus sebagai dasar perencanaan pembangunan ekonomi di suatu wilayah tertentu.

### ***Human Capital***

*Human capital* atau modal manusia adalah modal yang berkaitan dengan keterampilan (*skill*), pengetahuan (*knowledge*), kemampuan (*ability*) dan keahlian (*expertise*) yang menjadikan seorang individu menjadi aset suatu organisasi (Harris, 2000). Dewi dkk (2017) menyatakan bahwa *human capital* meliputi seluruh aset yang tidak berbentuk fisik yang terdapat dalam individu, dapat berupa keahlian, pemahaman, pengetahuan, etos kerja, dan hal lain yang memberikan peranan terbaik untuk terwujudnya kesuksesan perusahaan.

Faktor modal manusia memiliki sifat akumulatif dari waktu ke waktu, dari generasi yang satu ke generasi berikutnya. Sehingga, *human capital* generasi yang akan datang akan lebih besar dibanding generasi saat ini (Sunaryo, T, 2001). Sejalan dengan Todaro (2006), individu yang mempunyai derajat kesehatan dan Pendidikan yang baik akan mendorong peningkatan produktivitas ekonomi sehingga akan mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. *Human capital* memiliki peranan penting dalam keberlangsungan perekonomian dan peradaban di masa kini dan masa mendatang.

### **Kapital**

Kapital atau modal merupakan salah satu faktor produksi yang berperan penting dalam menentukan tinggi rendahnya pendapatan suatu wilayah atau produk domestik bruto. Dalam pertumbuhan ekonomi Solow, tingkat pertumbuhan output tergantung dari tingkat akumulasi/pembentukan modal. Kapital berasal dari berbagai hal, salah satunya adalah investasi atau kredit/pinjaman. Investasi akan meningkatkan produktivitas sehingga hal ini berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Selain itu, investasi memiliki peranan yang krusial terhadap peningkatan kesempatan kerja yang berdampak pada perubahan sektor ekonomi. Sehingga, investasi dapat dianalogikan sebagai motor penggerak perekonomian. Taswan (2010) mengemukakan bahwa tujuan pemberian investasi/kredit yaitu dapat menggerakkan perekonomian masyarakat, peningkatan kegiatan ekonomi masyarakat akan mampu menyerap tenaga kerja dan kemudian pada akhirnya mampu memberikan kesejahteraan bagi masyarakat

## **Kemajuan Teknologi dan Perkembangan Ekonomi**

Dewasa ini, kemajuan teknologi menjadi salah satu faktor pertumbuhan dan perkembangan ekonomi, namun di beberapa negara bervariasi sesuai dengan intensitas dan bentuk realisasinya. Komponen utamanya adalah:

- Penemuan (penemuan),
- Penerapan inovasi dan
- Difusi entitas lain.

Selain komponen-komponen ini, beberapa peneliti menekankan faktor penuaan (degradasi) dari penemuan ini. Dalam pemikiran ilmiah, tiga tahap utama kemajuan teknologi dibedakan menjadi produksi manual (hingga revolusi industri pertama), sistem mesin-industri, dan era otomatisasi. Hal ini terkait dengan perbedaan sudut pandang dalam tahap diskusi kemajuan teknologi yang dibedakan antara empat revolusi ilmiah dan teknologi.

Revolusi industri pertama disebabkan oleh bekerjanya mesin uap atau penggantian sistem manufaktur dengan desain sistem industri (zaman industri). Ketika dimulai pada akhir abad XVIII, menyebabkan sejumlah perubahan dalam kehidupan ekonomi dan sosial. dan menyebabkan penggantian sebagian upaya fisik dengan mesin, memungkinkan mempekerjakan pekerja perempuan dan anak, meningkatkan universalitas pekerja dalam hal yang dapat dipekerjakan dan disesuaikan untuk melakukan kegiatan yang berbeda, meningkatkan pengangguran, meningkatkan tingkat konsentrasi produksi dan memiliki peningkatan ketidakseimbangan dalam pengembangan cabang dan wilayah ekonomi (Stojkov, 2008).

Revolusi industri atau elektromekanis kedua mengacu pada otomatisasi. Sederhananya, otomatisasi memungkinkan penguatan ekonomi nasional. Ini mengacu pada transfer karyawan di bidang manufaktur langsung dan pergi ke ladang sebelum dan sesudah produksi. Otomatisasi mengubah manusia dan perkembangan manusia tidak hanya dalam pelaksanaan operasi fisik, tetapi juga dalam kinerja operasi mental tertentu. Juga pusat perubahan revolusi ini adalah listrik dan penerapannya di motor listrik, telepon, telegraf, mobil, pesawat terbang dan lain-lain.

Revolusi industri atau teknologi ketiga dimulai sebelum Perang Dunia II dan disebut revolusi elektronik. Inti dari perubahan adalah transistor yang aplikasinya memungkinkan pengembangan komputer atau komputer dan mikroprosesor.

Terakhir, dibahas tentang revolusi teknologi keempat yang dimulai akhir abad lalu dan yang juga disebut revolusi informasi. Kunci untuk revolusi ini adalah chip. Sebuah chip secara langsung terkait dengan teknologi tinggi robotis non-informasi, teknologi informasi, dan bentuk lain yaitu mesin dan peralatan dengan kontrol numerik. Revolusi teknologi

menyebabkan perubahan besar dalam bioteknologi, sumber daya energi dan bahan baku. Antara lain menyebabkan penggantian ekonomi nasional dengan ekonomi global dan perpindahan yang luar biasa dari pekerja di sektor jasa. (Nikoloski, 2016)

Literatur yang biasa membahas mengenai kemajuan teknologi menggambarkan tiga jenis dasar kemajuan teknologi:

- Padat karya (investasi tenaga kerja lebih besar daripada modal),
- Padat modal (investasi ekuitas yang lebih besar dibandingkan dengan investasi tenaga kerja), dan
- Kemajuan teknologi yang netral (peningkatan yang sama dalam investasi modal dan tenaga kerja).

Pembagian ini dibuat sesuai dengan hubungan antara modal dan tenaga kerja dalam realisasi produksi (tingkat makro pertumbuhan PDB).

Dalam praktiknya, lebih banyak indikator individual digunakan untuk mengukur kemajuan teknologi. Misalnya, tinggi produktivitas global digunakan sebagai indikator sintesis kemajuan teknologi, yang dihitung menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas. Kemajuan teknologi menyebabkan perubahan besar dalam faktor-faktor produksi lainnya, terutama dalam tenaga kerja dan modal. Hal ini menyebabkan perubahan signifikan dalam bidang persaingan internasional dimana negara-negara yang menawarkan teknologi tinggi memiliki keuntungan yang lebih besar (Stojkov 2008). Kemajuan teknologi adalah salah satu faktor utama yang meningkatkan proses globalisasi di dunia. Dalam konteks ini, ia menunjukkan bahwa revolusi layanan elektronik dan Internet mengarah pada pembentukan ekonomi Internet. Dan juga berkontribusi untuk meningkatkan konektivitas ekonomi dunia. Karena tingkat perkembangan teknologi yang sangat penting dalam rangka pertumbuhan ekonomi dan pembangunan ekonomi yang lebih luas, ada banyak upaya untuk melibatkan pengembangan teknologi dalam model pertumbuhan ekonomi yang lebih baru akhir-akhir ini. Penghargaan khusus untuk rencana ini layak didapatkan Robert Solow dan Paul Romer. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi:

- Sumber daya alam
- Sumber daya manusia
- Pembentukan Modal
- Perkembangan teknologi
- Faktor Sosial dan Politik

Revolusi teknologi dapat menyebabkan batas kemungkinan produksi dan memulai pertumbuhan ekonomi. Dalam kaitannya dengan perkembangan teknologi, kemajuan teknologi memberikan peningkatan produktivitas. Dari kepentingan khusus adalah kemajuan inovatif. Ada kategori penting lainnya:

- Energi
- Transportasi dan Mesin Industri
- Komunikasi
- Logistik

Dalam bahasannya, tema “Berinovasi dalam Ekonomi Digital,” The Global Information Technology Report 2016 menyoroti cara-cara di mana revolusi digital mengubah sifat inovasi dan meningkatnya tekanan bagi perusahaan untuk terus berinovasi. Fokus utama dalam laporan ini adalah empat temuan utama:

- Revolusi digital mengubah sifat inovasi.
- Perusahaan akan menghadapi tekanan yang meningkat untuk terus berinovasi.
- Bisnis dan pemerintah kehilangan populasi digital yang berkembang pesat.
- Ekonomi baru sedang terbentuk, membutuhkan inovasi mendesak dalam tata kelola dan regulasi.

Sebuah analisis rinci dari empat temuan ini disajikan dalam laporan.

Dalam menyoroti peran perkembangan teknologi bagi pembangunan ekonomi, seseorang dapat berenang di perairan determinisme teknologi. Yaitu, pembangunan ekonomi hanya dapat dijelaskan dengan manfaat kemajuan teknologi dalam inovasi dan percaya bahwa mereka akan menyelesaikan semua masalah umat manusia.

Berdasarkan (Nikoloski, 2016), Sepuluh terobosan teknologi tinggi yang diperingkat sebagai berikut:

- Internet
- Rekayasa genetika
- Komputer pribadi
- Media digital
- Transfer dana elektronik
- Ponsel
- Penerbangan luar angkasa
- Tenaga nuklir
- Robot dan kecerdasan buatan
- Transplantasi organ

### **Model Persamaan Simultan**

Model persamaan simultan merupakan bagian dari *multi equation* yang berarti suatu model yang terdiri dari lebih dari satu persamaan, dimana antar persamaan memiliki keterkaitan/hubungan. Menurut Kuotsoyiannis (1997), model persamaan simultan merupakan sistem yang menjelaskan ketergantungan bersama antar variabel, dimana sesuai sifat alami fenomena ekonomi bahwa setiap persamaan hampir pasti merupakan bagian dari

sistem persamaan simultan yang lebih besar. Pindyck dan Rubinfeld (1997) menyatakan bahwa model persamaan simultan adalah model yang terdiri dari beberapa persamaan, dimana perilaku variabel-variabelnya ditentukan secara bersama-sama (bersamaan/simultan).

### **Metode Estimasi *Two Stage Least Square* (2SLS)**

*Two Stage Least Square* (2SLS) adalah salah satu metode regresi yang termasuk ke dalam kelompok analisis persamaan struktural. Metode ini merupakan perluasan dari metode OLS yang biasa digunakan dalam perhitungan analisis regresi. 2SLS digunakan dalam kondisi dimana terdapat korelasi antara error yang dihasilkan dalam model berkorelasi dengan variabel bebasnya. Metode 2SLS terdiri dari dua aplikasi OLS yang dilakukan secara berurutan (bertahap).

Langkah-langkah estimasi 2SLS:

1. Menggunakan metode OLS pada reduced form untuk memperoleh estimasi komponen exact dan random dari variabel endogen.

$$y_i = \hat{y}_i + v_i \quad (3)$$

dimana:

$$\hat{y}_i = \hat{\pi}_{i1}x_1 + \hat{\pi}_{i2}x_2 + \dots + \hat{\pi}_{ih}x_h \quad (4)$$

2. Mengganti variabel endogen pada sisi kanan dari persamaan tersebut dengan nilai estimasi  $\hat{y}_i = y_i - v_i$  Dan menggunakan metode OLS pada persamaan yang sudah ditransformasi untuk memperoleh nilai estimasi dari parameter structural

## 2.2 Penelitian Terdahulu

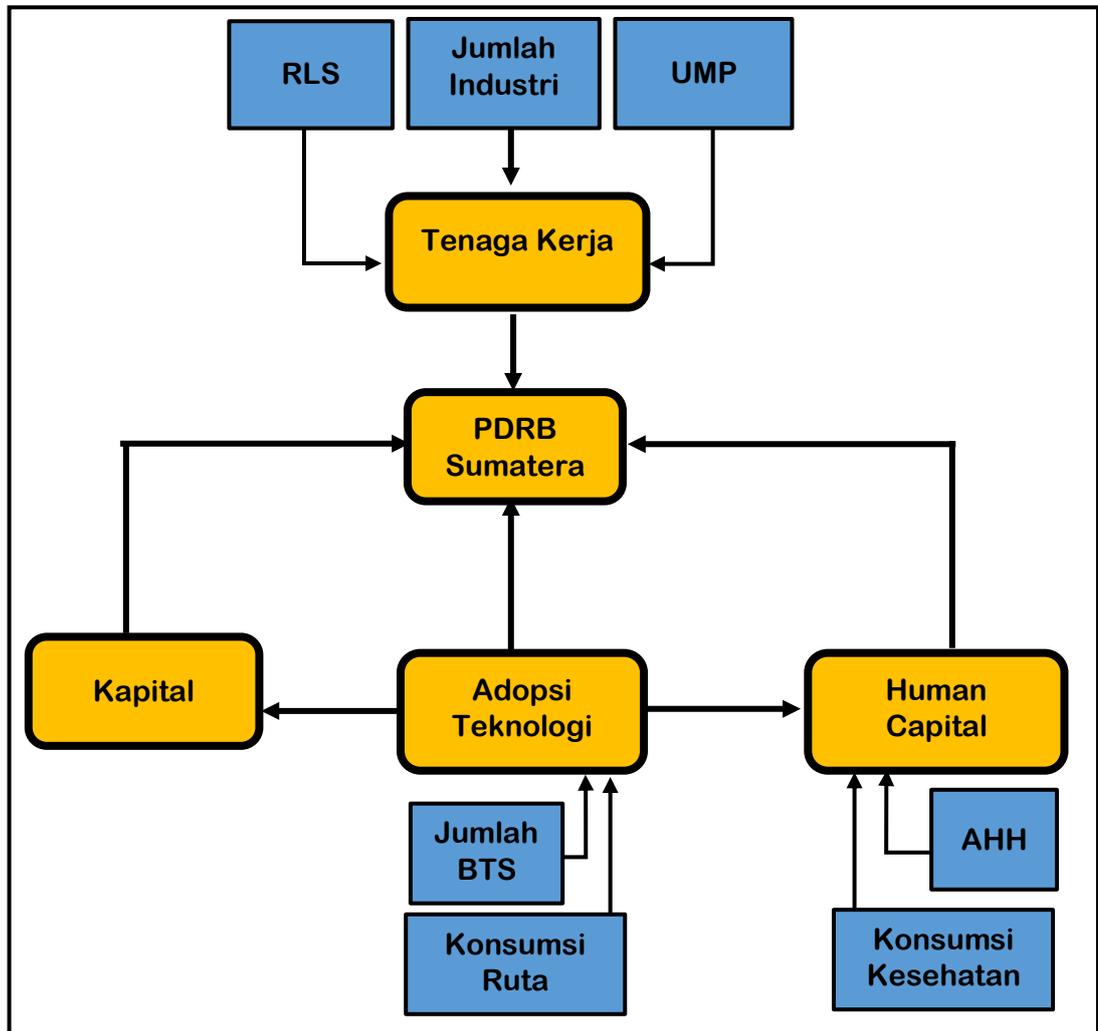
**Tabel 1.** Penelitian Terdahulu

Penulis	Sampel	Metode	Temuan Riset
Otoritas Jasa Keuangan (2015)	Indonesia	Regresi Data Panel	Pemberian kredit berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi provinsi di Pulau Sumatera, khususnya untuk kredit yang dialirkan ke sektor pertanian, perburuan, dan kehutanan.
Fitri Amalia (2014)	Usaha Mikro di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta	Persamaan Simultan	Modal, Tenaga kerja, Tingkat Pendidikan, dan teknologi secara simultan berpengaruh secara signifikan terhadap output produksi. aktor yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap output produksi adalah faktor tingkat pendidikan. Faktor yang memiliki pengaruh paling besar terhadap output produksi adalah faktor tenaga kerja
Emi Maimunah. Zulfa Emalia (2015)	Indonesia	Analisis Data Panel	Indikator pembentukan kapital fisik, indikator kesehatan, dan indikator pendidikan dapat digunakan untuk melihat keberhasilan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. <i>Life expectancy</i> dan rata-rata lama sekolah sebagai indikator kesehatan dan indikator pendidikan, berpengaruh positif terhadap PDRB.
Sri Mulyati Siska Widiawati (2020)	Kota Tasikmalaya	Regresi Linier	Penyaluran Kredit Bank Umum berpengaruh positif signifikan terhadap Produk Domestik Regional Bruto Kota Tasikmalaya Periode 2013-2017.

Ketut Witara Dwi Rifah Akmawati	CV Gema Tama di Sidoarjo	Regresi Linier	Variabel teknologi informasi mempunyai pengaruh yang dominan dalam mempengaruhi Kinerja Karyawan, diantaranya yaitu dengan memberikan penggunaan sistem yang mudah yang dapat memperlancar pekerjaan karyawan sehingga Kinerja Karyawan akan meningkat
Kamilia Loukil	Korea	Studi Literatur	Menurut argumen teoritis dan studi kasus Korea, dapat disimpulkan bahwa proses perkembangan teknologi sangat bergantung pada teknologi yang dikembangkan di negara maju. Peniruan teknologi ini merupakan langkah penting menuju pembangunan, tetapi itu tidak cukup. Kejar-kejaran teknologi hanya berhasil berkat kegiatan R&D domestik.
Raéf Bahrini dan Alaa A. Qaffas	<i>Middle East and North Africa</i> (MENA) dan <i>Sub- Saharan Africa</i> (SSA)	Panel GMM	Dari perspektif kebijakan, hasilnya menunjukkan bahwa otoritas di negara-negara MENA dan SSA harus meningkatkan investasi dalam infrastruktur TIK. Untuk mendapatkan manfaat dari penggerak pertumbuhan ekonomi TIK, pembuat kebijakan harus menetapkan beberapa kebijakan penting yang memungkinkan pengembangan sektor keuangan, menyediakan lingkungan peraturan dan kelembagaan yang lebih nyaman, meningkatkan keterbukaan ekonomi, memprioritaskan alokasi sumber daya untuk pengembangan infrastruktur TIK, dan menjaga efek negatif dari inflasi dan konsumsi pemerintah.

### 2.3 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 4. Kerangka Konseptual Penelitian

Keterangan :  = Variabel Endogen  
 = Variabel Eksogen

## 2.4 Pengembangan Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan literatur, dapat disusun hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Terdapat hubungan simultanitas antara digitalisasi terhadap PDRB Pulau Sumatera.
2. Kapital dan *human capital* berpengaruh terhadap PDRB Pulau Sumatera.
3. Interaksi adopsi teknologi dengan jumlah tenaga kerja berpengaruh terhadap PDRB Pulau Sumatera.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa *time series data* Pulau Sumatera dengan periode waktu triwulanan dari tahun 2010 triwulan I sampai tahun 2020 triwulan IV (sebanyak 44 series data). Data tersebut dikumpulkan dari berbagai sumber, di antaranya dari Badan Pusat Statistik, Kementerian Ketenagakerjaan, dan Bank Indonesia dengan rincian variabel sebagai berikut :

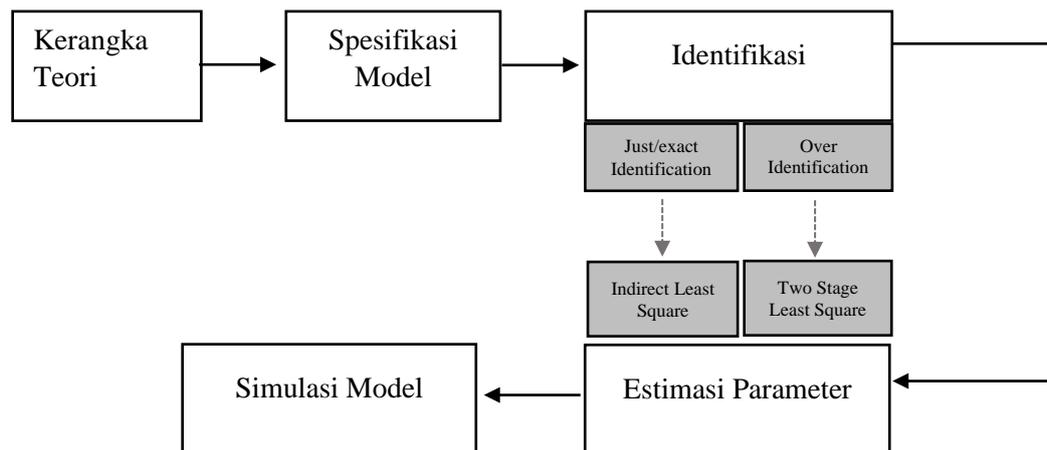
**Tabel 2.** Variabel Penelitian

No	Variabel	Definisi Operasional	Sumber Data
(1)	(3)	(4)	(5)
1	PDRB Pulau Sumatera	PDRB seluruh provinsi di Pulau Sumatera atas dasar harga konstan tahun 2010	Badan Pusat Statistik
2	Kapital	Investasi/kredit/pinjaman yang diberikan oleh Bank Umum/BPR	SEKI, Bank Indonesia
3	Human Capital	Menggunakan proksi variabel <i>Human Development Index</i>	Badan Pusat Statistik
4	Adopsi Teknologi	Persentase penyebaran internet (penduduk pengguna internet)	Badan Pusat Statistik
5	Jumlah Tenaga Kerja	Jumlah pekerja, meliputi buruh/karyawan/pegawai, pekerja bebas di pertanian dan pekerja bebas di nonpertanian	Badan Pusat Statistik

6	Jumlah BTS	Jumlah Desa yang memiliki <i>Base Transceiver Station</i> (BTS). BTS merupakan alat yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima (transceiver) sinyal komunikasi seluler.	Badan Pusat Statistik
7	Rata-rata lama sekolah	Rata-rata jumlah tahun yang ditempuh oleh penduduk berumur 15 tahun ke atas untuk menempuh semua jenjang pendidikan yang pernah dijalani.	Badan Pusat Statistik
8	Jumlah industri	Jumlah industri besar dan sedang	Badan Pusat Statistik
9	Upah Minimum Provinsi	Rata-rata upah minimum provinsi di Pulau Sumatera	Edaran Kementerian Ketenagakerjaan
10	Konsumsi kesehatan	Rata-rata konsumsi kesehatan preventif dan kuratif penduduk	Badan Pusat Statistik
11	Konsumsi rumah tangga	Nilai Konsumsi Rumah Tangga (PDB Pengeluaran)	Badan Pusat Statistik
12	Angka Harapan Hidup saat lahir	Rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang sejak lahir.	Badan Pusat Statistik

### 3.2 Teknik Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah *Simultaneous Equation Model* atau model persamaan simultan. Mengingat, fenomena ekonomi merupakan sekumpulan peristiwa yang memiliki hubungan sebab akibat yang kompleks, maka dilakukan pemodelan persamaan simultan yang mempertimbangkan adanya hubungan dua arah antar variabel-variabelnya. Adapun, tahapan analisis pemodelan persamaan simultan ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Tahapan Pemodelan Persamaan Simultan

Penelitian ini menggunakan model persamaan simultan yang dibagi menjadi dua kelompok model yaitu *Core Model* dan *Satellite Model*. *Core Model* merupakan model utama yang ingin dikaji lebih dalam, yaitu Model PDRB dan Model Adopsi Teknologi. Sedangkan, *Satellite Model* merupakan model pendukung yang memiliki keterkaitan dan mendukung estimasi *Core Model*. Adapun, berikut adalah model persamaan simultan yang diajukan dalam penelitian ini :

### Core Model

Merujuk dengan Pemodelan Mankiw-Romer-Weil, pada persamaan (2)

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

Dengan melakukan transformasi logaritma natural, diperoleh persamaan :

$$\ln(Y_t) = \alpha \ln K_t + \beta \ln H_t + (1 - \alpha - \beta) \ln A_t L_t \quad (5)$$

*Core model* PDRB dapat dituliskan dalam persamaan :

$$\text{Model PDRB} \quad : \quad \ln Y_t = \alpha \ln K_t + \beta \ln H_t + \gamma \ln(A_t L_t) + \varepsilon_{1,t} \quad (6)$$

$$\text{Model Adopsi Teknologi} \quad : \quad A_t = \beta_0 + \beta_1 C_t + \beta_2 B T S_t + \varepsilon_{2,t} \quad (7)$$

### Satellite Model

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} \quad : \quad L_t = \gamma_0 + \gamma_1 R L S_t + \gamma_2 I n d_t + \gamma_3 U M P_t + \varepsilon_{3,t} \quad (8)$$

$$\text{Model Efisiensi Kapital} \quad : \quad K_t = \delta_0 + \delta_1 A_t + \varepsilon_{4,t} \quad (9)$$

$$\text{Model Human Capital} \quad : \quad H_t = \theta_0 + \theta_1 A_t + \theta_2 C K e s_t + \theta_3 A H H_t + \varepsilon_{5,t} \quad (10)$$

Keterangan :

$Y$ = PDRB Pulau Sumatera	$BTS$ = Jumlah BTS
$K$ = Kapital	$RLS$ = Rata – rata lama sekolah
$H$ = Human Capital	$Ind$ = Jumlah industri
$A$ = Adopsi Teknologi	$UMP$ = Upah Minimum Provinsi
$L$ = Jumlah Tenaga Kerja	$CKes$ = Konsumsi Kesehatan
$C$ = Konsumsi Rata	$AHH$ = Angka Harapan Hidup

Adapun langkah-langkah pemodelan persamaan simultan adalah sebagai berikut :

### 1) Pengujian Simultanitas

Untuk menguji ada/tidaknya masalah simultanitas maka dilakukan pengujian Hausman Specification Test. Mekanisme pengujian *Hausman specification test* yaitu dengan mengganti variabel *endogenous* yang berperan sebagai variabel *regressor* dengan *fitted value* dan residualnya yang diperoleh dari estimasi persamaan *reduced form*.

Pengujian simultanitas pada persamaan (6) adalah sebagai berikut :

$$\ln Y_t = \alpha \ln K_t + \beta \ln H_t + \gamma \ln(\widehat{A}_t L_t) + \gamma^* \ln \widehat{w}_t + \varepsilon_{1t} \quad (11)$$

Hipotesis dalam pengujian masalah simultanitas pada persamaan (1) adalah sebagai berikut:

$$H_0: \gamma^* = 0 \rightarrow \text{Tidak terdapat masalah simultanitas}$$

$$H_0: \gamma^* \neq 0 \rightarrow \text{Terdapat masalah simultanitas}$$

### 2) Identifikasi Model

Identifikasi adalah suatu permasalahan formulasi model persamaan simultan (Kuotsoyiannis,1997). Identifikasi model berhubungan erat dengan estimasi parameter yaitu ketika suatu persamaan dalam model persamaan simultan teridentifikasi, maka dapat dilakukan estimasi parameter pada persamaan tersebut. Sebaliknya, persamaan yang tidak dapat diidentifikasi maka estimasi parameter tidak dapat dilakukan.

Sebelum melakukan identifikasi, perlu diketahui pembagian dari variabel penelitian. Menurut Gujarati (2004), terdapat dua variabel utama dalam persamaan simultan yaitu variabel endogen dan variabel *predetermined*. Variabel Endogen adalah variabel yang nilainya ditentukan dalam model karena nilai-nilai ini diperoleh dengan memasukkan variabel lain dalam model sebagai akibat adanya hubungan antar variabel. Variabel endogen dianggap bersifat stokastik.

Sedangkan, variabel *predetermined* adalah variabel yang nilainya ditentukan di luar model. Variabel *predetermined* terdiri atas variabel eksogen (*exogenous variable*) atau variabel penjelas, serta variabel lag endogen (*lagged endogenous variable*) atau variabel endogen pada periode sebelumnya.

Kondisi yang harus dipenuhi oleh suatu persamaan dalam identifikasi model yaitu tercukupinya syarat perlu (*necessary*) dan syarat cukup (*sufficient*). Syarat perlu menggunakan aturan *order condition of identification*. Menurut Gujarati (2004), *order condition* adalah identifikasi suatu persamaan dalam model dengan M persamaan simultan dapat dilakukan jika jumlah variabel *predetermined* yang tidak termasuk dalam persamaan tersebut tidak boleh lebih kecil dari jumlah variabel endogen dalam persamaan tersebut dikurangi 1. Sedangkan syarat cukup menggunakan aturan *rank condition of identification*. Dalam sebuah model dengan M buah persamaan dalam M buah variabel, sebuah persamaan teridentifikasi jika dan hanya jika dapat dibentuk minimal sebuah determinan tidak nol dari matriks order (M-1)(M-1) dari koefisien-koefisien variabel (endogen dan *predetermined*) yang tidak ada dalam persamaan tersebut tetapi ada di persamaan-persamaan lain dalam model (Gujarati, 2004).

Dengan demikian, sebuah persamaan dikatakan teridentifikasi jika memenuhi syarat perlu dan syarat cukup (*necessary and sufficient condition*) yang diformulasikan dalam Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Kriteria identifikasi dengan *rank condition* dan metode estimasi

<i>Order Condition</i>	Rank Matriks	Kesimpulan Identifikasi	Kesimpulan Metode Estimasi
$K - k = m - 1$	(M-1)	<i>Just/exactly identified</i>	<i>Indirect Least Square (ILS)</i>
$K - k > m - 1$	(M-1)	<i>Overidentified</i>	<i>Two Stage Least Square (2SLS)</i>
$K - k \geq m - 1$	$< (M - 1)$	<i>Underidentified</i>	Tidak dapat diestimasi
$K - k < m - 1$	$< (M - 1)$	<i>Unidentified</i>	Tidak dapat diestimasi

Sumber: Gujarati (2004).

Keterangan:

*M*: Jumlah variabel endogen dalam model

*m*: Jumlah variabel endogen dalam suatu persamaan

*K*: Jumlah variabel *predetermined* dalam model

*k*: Jumlah *predetermined* variabel dalam suatu persamaan

### 3) Estimasi Parameter

Setelah dilakukan uji identifikasi, dilakukan tahapan estimasi parameter. Metode estimasi yang digunakan bergantung pada hasil identifikasi menggunakan *order condition* dan *rank condition*. Jika hasil identifikasinya just/exact identification, maka metode estimasi yang digunakan adalah *Indirect Least Square* (ILS). Jika hasil identifikasi menunjukkan over identified, maka metode estimasi yang dipakai adalah *Two Stage Least Square* (2SLS).

### 4) Simulasi Model

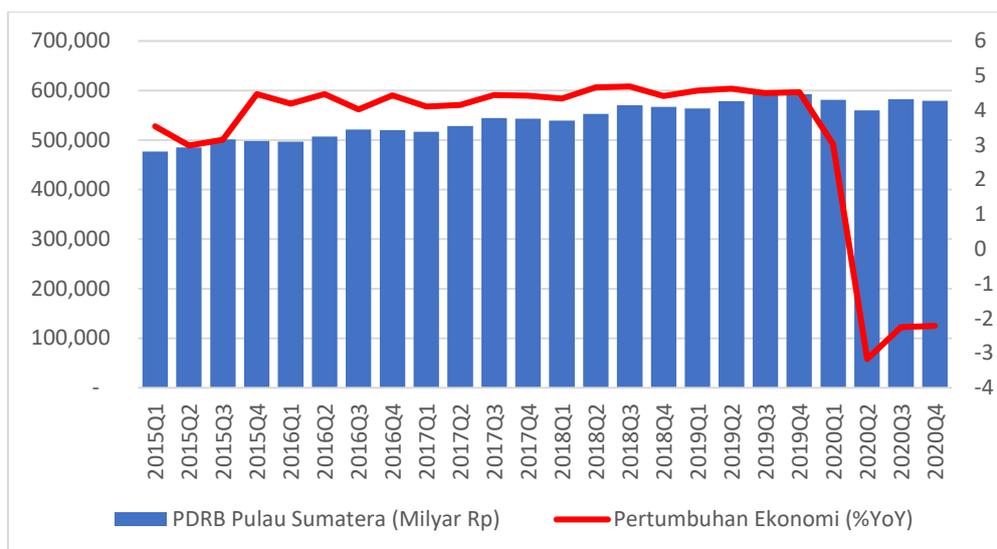
Tahapan simulasi model merupakan tahapan menggunakan parameter-parameter hasil estimasi untuk memprediksi variabel PDRB Pulau Sumatera jika diberikan *shock* variabel eksogen atau pemberian kebijakan tertentu. Hasil simulasi ini memberikan gambaran dari efek yang terjadi ketika kebijakan tertentu diterapkan.

## IV. HASIL, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Deskriptif

Pulau Sumatera merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia yang menempati perekonomian terpesat kedua setelah Pulau Jawa. PDRB Pulau Sumatera kuartal IV tahun 2020 yaitu sebesar 579,44 triliun rupiah atau berkontribusi sebesar 21,1 persen terhadap PDB nasional. Nilai PDRB berdasarkan Harga Konstan tahun 2010 di Pulau Sumatera selama periode tahun 2010 sampai 2019 kuartal 4 menunjukkan peningkatan yang positif. Hal ini menunjukkan adanya kinerja perekonomian yang membaik dan salah satu indikator bahwa kesejahteraan masyarakat di wilayah tersebut mengalami perbaikan dikarenakan konsumsi masyarakat yang semakin menguat.

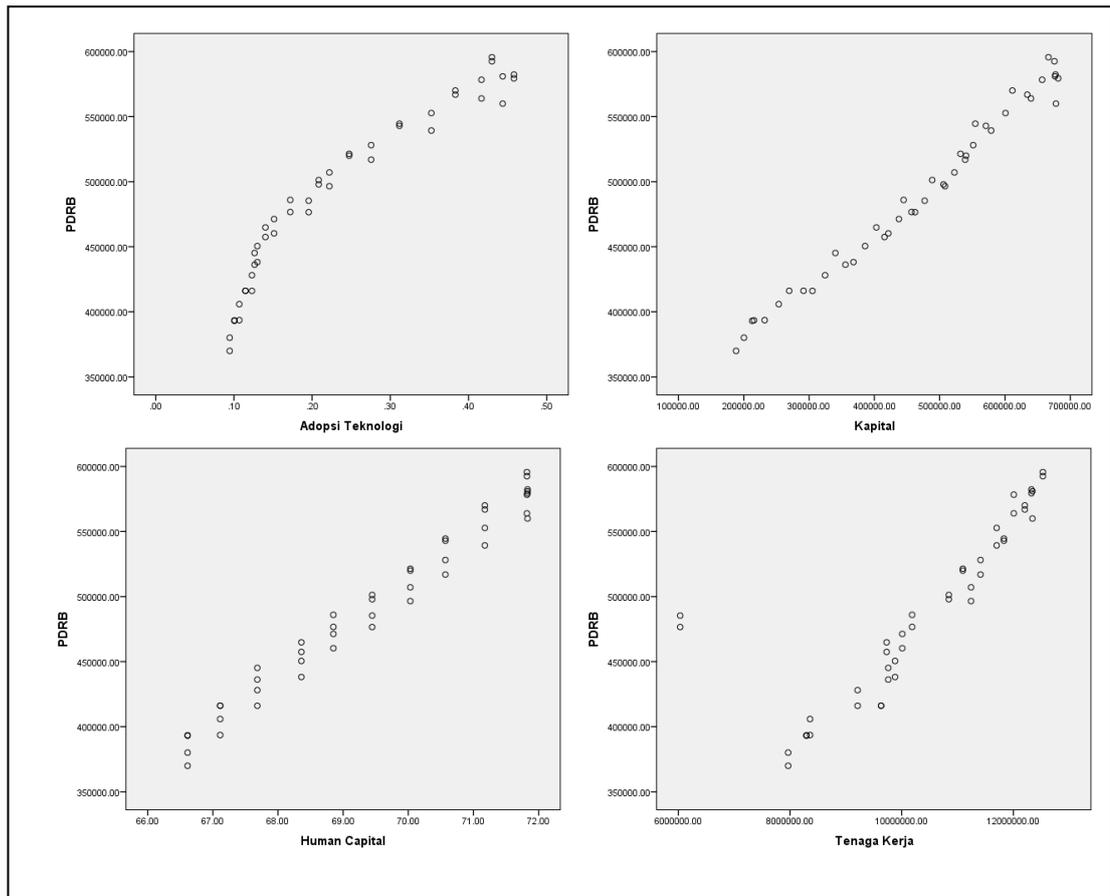
Namun, dengan adanya pandemi COVID-19 yang menghantam Indonesia pada akhir tahun 2019, menyebabkan perekonomian global semakin terpuruk, yang berimbas pada penurunan nilai PDRB di Pulau Sumatera sampai di kuartal III tahun 2020. Pada tahun 2020 kuartal II, perekonomian di Pulau Sumatera berkontraksi cukup dalam yaitu sekitar 3,17 persen dibandingkan kuartal II tahun 2019 (YoY). Kondisi ini lebih baik dibandingkan kondisi perekonomian nasional, dimana pada kuartal II tahun 2020 perekonomian Indonesia berkontraksi sebesar 5,32 persen (YoY). Namun, pada kuartal III dan IV tahun 2020, perekonomian di Pulau Sumatera telah mengalami pemulihan seiring membaiknya kondisi perekonomian secara global.



**Gambar 6.** PDRB dan Pertumbuhan PDRB Pulau Sumatera Tahun 2015 - 2020

Pulau Sumatera dikenal sebagai salah satu pulau yang memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang melimpah. Sumber daya alam memiliki peranan yang vital dalam menopang perekonomian suatu wilayah dan berimbang mendorong kesejahteraan masyarakat di wilayah tersebut. Hal ini tergambar bahwa penyumbang PDRB terbesar di Pulau Sumatera ditopang oleh sektor lapangan usaha Pertanian, Kehutanan dan Perikanan dengan kontribusi sebesar 22,6 persen terhadap PDRB total Pulau Sumatera. Potensi Pulau Sumatera yaitu penghasil komoditas tembakau, kelapa sawit, serta kaya akan hasil tambang seperti minyak bumi, timah, batu bara, serta gas alam. Dengan sumber daya alam yang melimpah tentunya memiliki andil yang besar terhadap perkembangan sektor perindustrian dan perdagangan. Industri Pengolahan juga merupakan salah satu pendorong roda perekonomian masyarakat di Pulau Sumatera, dimana menempati posisi kedua penyumbang PDRB terbesar setelah pertanian, kehutanan dan perikanan dengan persentase kontribusi sebesar 21,1 persen pada tahun 2020 kuartal IV (BPS, 2021).

Kondisi perekonomian di Pulau Sumatera dipengaruhi oleh beraneka ragam faktor. Penelitian ini menggunakan empat variabel penjelas yaitu adopsi teknologi, kapital, tenaga kerja, dan *human capital* untuk mengestimasi PDRB pada persamaan utama (*core model*). Berikut ini adalah *scatter plot* yang menggambarkan hubungan antara masing-masing variabel penjelas dengan PDRB Pulau Sumatera pada terdapat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Scatter Plot Variabel Penjelas Terhadap PDRB

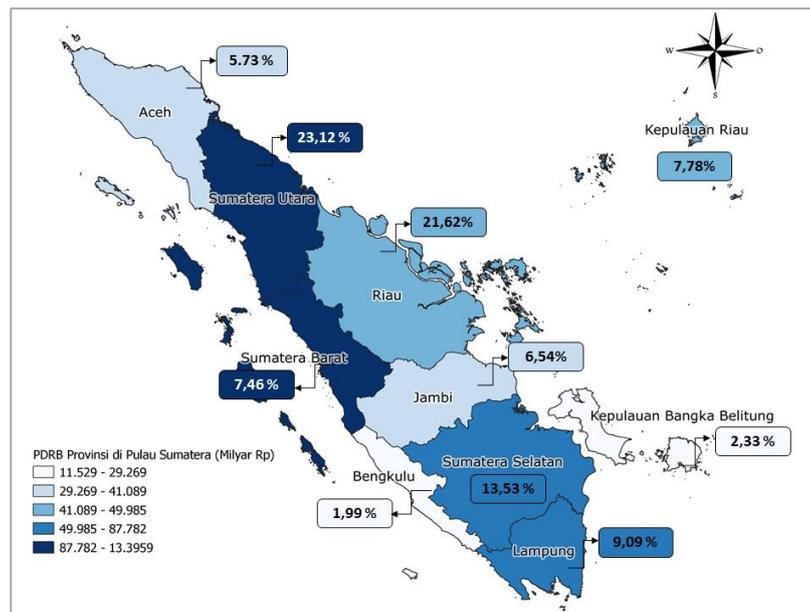
Dalam *scatter plot* diatas dapat diketahui bahwa adopsi teknologi, kapital, tenaga kerja, dan *human capital* memiliki hubungan yang positif terhadap PDRB. Hal ini diperkuat dengan adanya koefisien korelasi Pearson yang terdapat pada Tabel 4. Keempat variabel penjelas pada *core model* memiliki korelasi diatas 0,8 yang berarti memiliki hubungan yang sangat erat dan positif terhadap PDRB. Secara deskriptif, jika pemerintah ingin meningkatkan pembangunan perekonomian di Pulau Sumatera, dapat diwujudkan dengan memberikan kebijakan-kebijakan seperti peningkatan adopsi teknologi, peningkatan modal (kapital), peningkatan jumlah tenaga kerja, dan peningkatan pembangunan manusia secara agregat.

**Tabel 4.** Korelasi Pearson Variabel Penjelas terhadap PDRB

Keterangan	Variabel Penjelas			
	Adopsi Teknologi	Kapital	Labor	Human Capital
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Korelasi <i>Pearson</i>	0,952***	0,991***	0,825***	0,986***
Signifikansi (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
Jumlah data	44	44	44	44

Taraf signifikansi  $\alpha$   
1% = \*\*\*

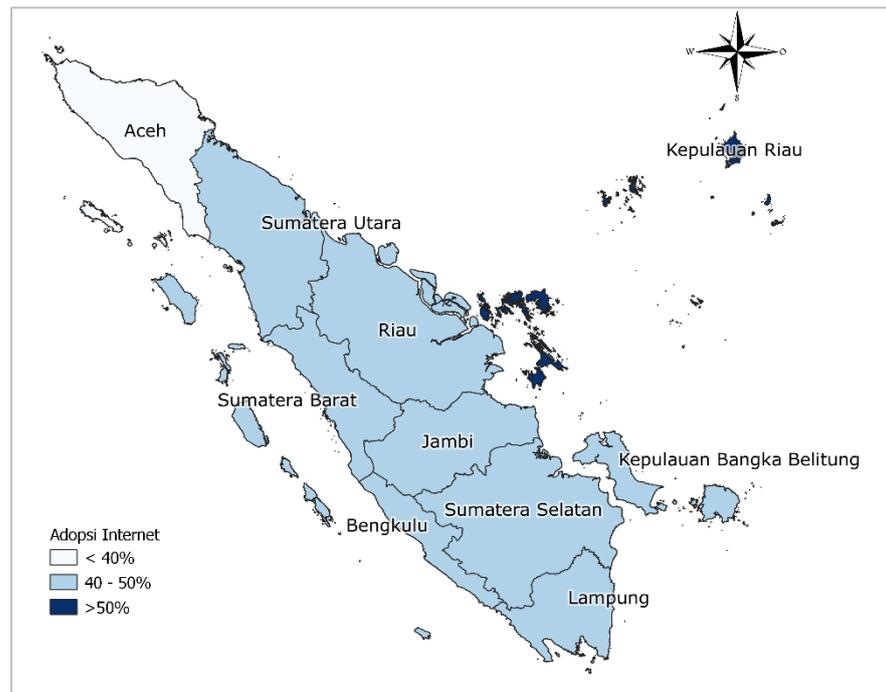
Pulau Sumatera yang terbagi atas sepuluh provinsi yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, dan Kepulauan Riau memiliki suatu kedaulatan perekonomian yang saling terkait. Dengan kondisi geografis yang saling berdekatan tentunya akan memicu adanya perdagangan antar wilayah. Gambar 8 memberikan gambaran persebaran PDRB tiap provinsi di Pulau Sumatera beserta kontribusi PDRB tiap provinsi. Provinsi Sumatera Utara menyumbang hampir seperempat perekonomian di Pulau Sumatera, dan selanjutnya diikuti oleh Provinsi Riau dan Sumatera Selatan.



**Gambar 8.** Peta PDRB dan Kontribusi PDRB tiap provinsi di Pulau Sumatera Kuartal IV Tahun 2020

### Kondisi Adopsi Teknologi

Secara umum, rata-rata persentase penyerapan teknologi internet di Pulau Sumatera pada tahun 2020 adalah sebesar 44,3%. Angka ini menunjukkan masih rendahnya pengadopsian internet di Pulau Sumatera. Jika dibandingkan dengan nilai pengguna internet secara nasional, Pulau Sumatera masih tertinggal lebih dari 5 persen, dikarenakan nilai penyerapan teknologi internet secara nasional adalah sebesar 49,8%. Hal ini dapat menjadi salah satu fokus perbaikan, mengingat dengan kondisi yang masih di bawah nasional, Pulau Sumatera nyatanya memberikan sumbangsi perekonomian yang tergolong tinggi untuk Indonesia.

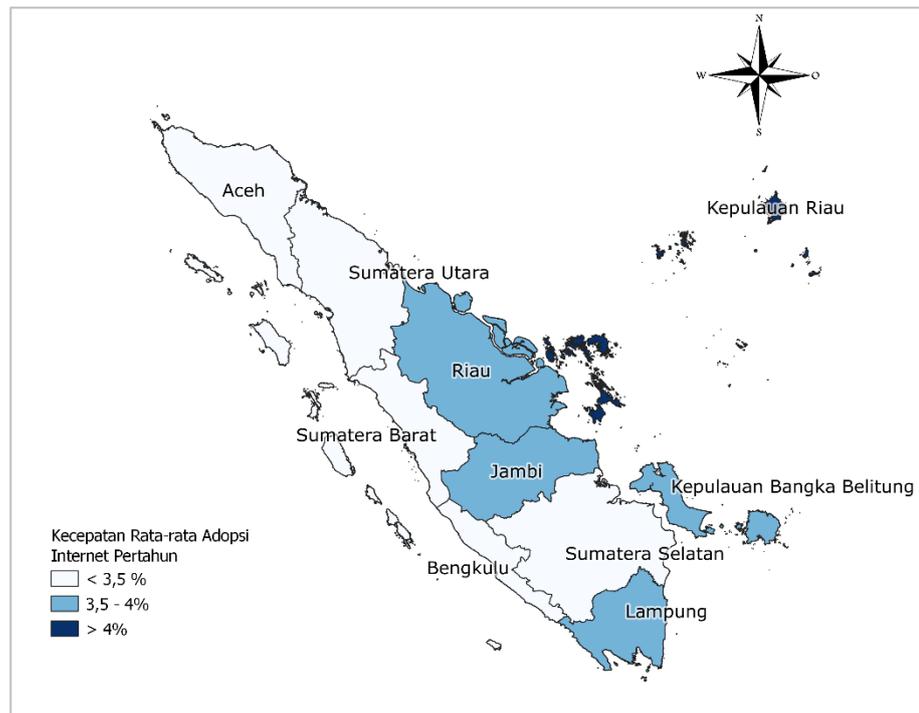


Sumber: SUSENAS 2020 (Olah)

**Gambar 9.** Persentase Penduduk Per Provinsi di Pulau Sumatera yang Telah Mengadopsi Pemanfaatan Internet pada Tahun 2020

Berdasarkan Gambar 9, sebaran dari pengadopsian internet di Pulau Sumatera tergolong cukup merata. Hampir seluruh wilayah di Pulau Sumatera memiliki penyerapan internet yang berkisar antara 40 hingga 50 persen. Hal ini tergolong baik mengingat perlunya perbaikan yang dilakukan karena nilainya secara agregat masih lebih rendah dibandingkan nasional. Provinsi dengan nilai penyerapan terendah adalah Provinsi Aceh. Sedangkan provinsi dengan penyerapan tertinggi adalah Provinsi Kepulauan Riau.

Berdasarkan pergerakan dari penyerapan penggunaan internet di Pulau Sumatera, secara rata-rata kecepatan pengadopsiannya per tahun adalah sebesar 3,59%. Angka ini juga lebih rendah dibandingkan dengan penyerapan secara nasional yang nilainya bahkan mencapai 3,89%. Hal ini dapat menjadi permasalahan serius di Pulau Sumatera, mengingat jika terjadinya perbedaan kecepatan, maka kemungkinan besar dalam jangka panjang akan menyebabkan Pulau Sumatera akan tertinggal dibandingkan dengan pulau-pulau lain di Indonesia. Hal ini juga menjadi serius mengingat telah masuknya kondisi perekonomian dimana internet dan teknologi adalah motor utama (revolusi industri 4.0 dan *society* 5.0).



Sumber: SUSENAS 2020 (Olah)

**Gambar 10.** Kecepatan Adopsi Penggunaan Internet Pertahun Perprovinsi di Pulau Sumatera pada Tahun 2020

Jika melihat persebarannya, Provinsi dengan kecepatan kurang dari 3,5 persen cenderung cukup banyak. Tercatat 5 provinsi di Pulau Sumatera yang memiliki kecepatan pengadopsian internet yang kurang dari 3,5% yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Bengkulu. Sedangkan, provinsi dengan pengadopsian internet paling cepat adalah Provinsi Kepulauan Riau. Hal ini menyebabkan kondisi penyerapan internet di kepulauan riau saat ini tergolong tinggi dengan nilai yang berada di atas rata-rata secara nasional.

## 4.2 Analisis Inferensia

### Identifikasi Model Persamaan Simultan

Dari persamaan model simultan (6) sampai persamaan (10), dilakukan identifikasi menggunakan aturan *order condition* dan *rank condition*, dan diperoleh hasil pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Identifikasi model persamaan simultan

Persamaan	<i>Order Condition</i>						Rank Matriks	Kesimpulan	
	K	k	M	m	K-k	m-1			
(1)	7	3	5	2	4	>	1	4	<i>overidentified</i>
(2)	7	2	5	1	5	>	0	4	<i>overidentified</i>
(3)	7	3	5	1	4	>	0	4	<i>overidentified</i>
(4)	7	0	5	2	7	>	1	4	<i>overidentified</i>
(5)	7	0	5	2	7	>	1	4	<i>overidentified</i>

Dari penghitungan *order condition* dan *rank condition* di atas, dapat disimpulkan bahwa kelima persamaan tersebut *overidentified*. Sehingga metode estimasi parameter yang dapat dilakukan adalah **Two-Stage Least Squares (2SLS)** karena indirect least square (ILS) tidak mampu mengatasi persamaan yang *overidentified* (Gujarati, 2004)

### Pengujian Simultanitas : *Hausman Specification Test*

Untuk menguji ada/tidaknya permasalahan simultanitas maka dilakukan pengujian Hausman Specification Test. Pengujian simultanitas dilakukan pada core model persamaan (1) dan (2). Diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 6.** *Hausman Specification Test*

Persamaan	Variabel	<i>t-statistic</i>	<i>Prob</i>	Keterangan
1	PDRB	2.823514	0.0074	Ada efek simultanitas
2	Adopsi Teknologi	1.962927	0.0566	Ada efek simultanitas

*Sumber: Data, diolah.*

### Estimasi Parameter Model Persamaan Simultan

Dengan menggunakan metode estimasi *Two Stage Least Square*, diperoleh estimasi parameter persamaan simultan untuk persamaan (1) sampai persamaan (5) sebagai berikut :

**Tabel 7.** Estimasi Parameter Persamaan Simultan

	Variabel Endogen				
	ln ( $Y_t$ )	$A_t$	$L_t$	$K_t$	$H_t$
<b>Intersep</b>		-0.5535***	-	187945***	-108.083***
$A_t$			98650490**	1179906***	5.340***
ln ( $K_t$ )	0.1387***				
ln ( $H_t$ )	2.5561***				
$C_t$		$4.35 \times 10^{-9}$ ***			
$BTS_t$		$-2.77 \times 10^{-5}$ ***			
$RLS_t$			13838174**		
$Ind_t$			522.8095*		
$UMP_t$			-5.2916*		
$CKes_t$					$-1.43 \times 10^{-8}$
$AHH_t$					2.5378***
ln ( $A_t L_t$ )	0.0313***				
<b>R-Squared</b>	98,58%	91,82%	68,16%	87,84%	96,80%
<b>Adj R-Squared</b>	98,50%	91,42%	65,77%	87,55%	95,56%

Taraf signifikansi  $\alpha$

1% = \*\*\*

5% = \*\*

Untuk menilai kebaikan model persamaan simultan yang dihasilkan, digunakan nilai *R-Squared* untuk melihat *goodness of fit* dari setiap persamaan yang telah terbentuk. Persamaan *core model* adopsi PDRB memiliki Adj-R-Squared sebesar 98,50% yang berarti kapital, *human capital*, dan interaksi adopsi teknologi dengan jumlah tenaga kerja dapat menggambarkan keragaman dari variabel PDRB Pulau Sumatera sebesar 98,50%, sisanya dipengaruhi oleh variabel lain di luar model.

**Faktor-faktor yang Mempengaruhi PDRB Pulau Sumatera**

Adapun, estimasi parameter dari *core model* PDRB beserta sifat dari setiap variabel penjelas (input) adalah sebagai berikut.

**Tabel 8.** Estimasi Persamaan PDRB

Variabel Independen	Variabel Dependen : PDRB		Sifat input
	Koefisien	t hitung	
Kapital	0,1387	6,107***	Inelastis
Human Capital	2,556	70,791***	Elastis
Adopsi Teknologi*Jumlah Tenaga Kerja	0,0313	2,697***	Inelastis
Adj R-Squared	98,50%		

Taraf signifikansi  $\alpha$

1% = \*\*\*

### ***Pengaruh Kapital Terhadap PDRB Pulau Sumatera***

Kapital memiliki elastisitas positif yaitu sebesar 0,1387. Hal ini berarti setiap peningkatan modal sebesar 1 persen maka akan meningkatkan PDRB Pulau Sumatera sebesar 0,1387 persen, dengan asumsi *ceteris paribus*. Nilai ini berarti pengaruh modal terhadap PDRB bersifat inelastis ( $E_i < 1$ ). Hal ini berarti peningkatan PDRB lebih rendah jika dibandingkan peningkatan modal.

Variabel modal yang dipakai di penelitian ini adalah jumlah kredit/pinjaman yang diberikan oleh Bank Umum/BPR. Peningkatan kredit/pinjaman berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDRB di Pulau Sumatera. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh OJK (2015) bahwa kredit berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi provinsi di Pulau Sumatera, khususnya untuk kredit yang dialirkan ke sektor pertanian, perburuan, dan kehutanan yang membuat perekonomian Pulau Sumatera terangkat. Hal ini diperkuat oleh Taswan (2010), pemberian pinjaman/kredit dapat menggerakkan perekonomian masyarakat sehingga akan mendorong penciptaan lapangan pekerjaan dan pada akhirnya dapat menjamin kesejahteraan masyarakat. Mulyati, dkk (2020) menegaskan bahwa penyaluran kredit bank umum berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDRB.

Jika dilihat dari *Satellite Model*, persamaan Efisiensi Kapital yaitu :

$$\widehat{K}_t = 187945^{***} + 1179906^{***} A_t \quad (12)$$

Taraf signifikansi  $\alpha$  1% = \*\*\*

Dalam persamaan diatas dapat diketahui bahwa adopsi teknologi berpengaruh signifikan terhadap efisiensi modal pada tingkat signifikansi 1%. Pemanfaatan teknologi dalam proses produksi dapat mengoptimalkan modal sehingga penggunaan modal dapat lebih efisien untuk mendapatkan output yang maksimum.

### ***Pengaruh Human Capital Terhadap PDRB Pulau Sumatera***

Koefisien *human capital* yaitu sebesar 2,556, yang berarti *human capital* memiliki elastisitas positif. Hal ini berarti setiap peningkatan *human capital* sebesar 1 persen maka akan meningkatkan PDRB Pulau Sumatera sebesar 2,556 persen, dengan asumsi *ceteris paribus*. *Human capital* bersifat elastis ( $E_i > 1$ ) dan memiliki nilai koefisien yang cukup besar. Hal ini memiliki makna bahwa peningkatan *human capital* dapat berpotensi meningkatkan PDRB Pulau Sumatera menjadi lebih tinggi dibandingkan peningkatan variabel lainnya. Lucas (1988) mengemukakan bahwa peningkatan kualitas *human capital* akan mengakumulasi pengetahuan dan keterampilan yang berimbas pada peningkatan kualitas pertumbuhan ekonomi.

Dengan peningkatan *human capital*, akan mengakibatkan adanya efisiensi produksi yang memiliki efek peningkatan output dan pendapatan. *Human capital* meningkatkan produktivitas pekerja dan pada saat yang sama meningkatkan produktivitas di bidang kehidupan lain, seperti kesehatan, pendidikan, dan pekerjaan (Li et al. 2017). Dalam era digitalisasi dengan perkembangan teknologi yang cukup pesat, generasi muda dituntut memiliki keahlian dan kompetensi di bidang penguasaan teknologi baru. Perubahan teknologi yang pesat membutuhkan kualifikasi khusus untuk menguasainya sehingga pendidikan menjadi sesuatu kebutuhan wajib bagi generasi modern. Kualitas *human capital* di masa sekarang akan memiliki efek jangka panjang terhadap kualitas perekonomian di masa mendatang dimana jika generasi muda sekarang yang melek terhadap teknologi maka generasi tua yang akan datang telah memiliki keterampilan yang tinggi dalam penguasaan teknologi yang mendorong peningkatan output.

Jika dilihat dari Satellite Model, persamaan *Human Capital* yaitu :

$$\widehat{H}_t = -108,08^{***} + 5,34^{***} A_t - 1,43 \times 10^{-8} CKes_t + 2,53^{***} AHH_t \quad (13)$$

Taraf signifikansi  $\alpha$  1% = \*\*\*

Dalam persamaan diatas dapat diketahui bahwa adopsi teknologi dan angka harapan hidup berpengaruh signifikan terhadap *human capital* pada tingkat signifikansi 1%. Adopsi teknologi memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan *human capital* dibandingkan angka harapan hidup.

Perkembangan internet yang semakin masif di era revolusi industri, membuat akses komunikasi, informasi, dan pengetahuan menjadi semakin mudah dan cepat untuk didapatkan. Penggunaan media digital yang bijak dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kompetensi dan keterampilan dalam berbagai bidang. Sejalan dengan penemuan Paul (2014), dengan menggabungkan teknologi baru dengan infrastruktur yang ada untuk membuat bentuk klik dan mortar dapat memberdayakan generasi saat ini dengan keterampilan siap kerja. Penerapan teknologi untuk pengembangan keterampilan dapat menghasilkan biaya yang lebih rendah, kualitas yang lebih tinggi, dan jangkauan yang lebih luas, sekaligus mengurangi beban infrastruktur fisik. Teknologi informasi yang dimanfaatkan dengan tepat dan sesuai dengan kualifikasi tugas yang dibutuhkan dapat memberikan dampak positif terhadap kinerja individu, dalam hal ini tentunya akan meningkatkan *skill* dan *human capital* dari individu tersebut (Tjhai, 2003).

Angka harapan hidup menjadi salah satu indikator derajat kesehatan penduduk. AHH menggambarkan umur rata-rata yang dicapai seseorang dalam situasi

mortalitas yang berlaku di masyarakat. AHH memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap human capital. Semakin tinggi AHH, menunjukkan pembangunan kesehatan yang berhasil karena manusia sebagai aset dalam perekonomian memiliki kualitas kesehatan yang baik sehingga mendorong peningkatan produktivitas kerja dimasa kini dan masa mendatang. Kesehatan merupakan salah satu investasi yang mendorong keberlangsungan penduduk yang lebih lama dan berkualitas prima, yang akan menciptakan kondisi perekonomian yang kuat dan stabil.

### ***Pengaruh Interaksi Adopsi Teknologi dan Jumlah Tenaga Kerja Terhadap PDRB Pulau Sumatera***

Interaksi adopsi teknologi dan jumlah tenaga kerja memiliki elastisitas yang positif yaitu sebesar 0,0313. Jika jumlah tenaga kerja konstan, peningkatan adopsi teknologi sebesar 1 persen akan meningkatkan PDRB Pulau Sumatera sebesar 0,0313 persen, dengan asumsi *ceteris paribus*. Hal ini berarti pengaruh variabel adopsi teknologi jika jumlah tenaga kerja konstan terhadap PDRB bersifat inelastis ( $E_i < 1$ ).

Dalam model Solow, faktor teknologi merupakan efek pengganda terhadap output yang dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh teori pertumbuhan ekonomi Kuznets, kemajuan teknologi merupakan syarat untuk pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Dengan adanya teknologi, maka produktivitas tenaga kerja akan meningkat dan tentunya berpengaruh terhadap peningkatan output.

Teknologi di era modern menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan. Peranan teknologi yang sangat pesat memicu pemanfaatan berbagai media sebagai sarana penyebaran informasi dan komunikasi, tak terkecuali erat kaitannya dengan perekonomian. Faldrix dkk (2021), menyatakan pemanfaatan teknologi dalam aktivitas ekonomi dapat meningkatkan pendapatan, menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Kemajuan teknologi mendorong berbagai inovasi dalam pemasaran produk, dimana saat ini media sosial merupakan salah satu *platform* yang memiliki andil yang besar dalam peningkatan penjualan produk.

Pandemi COVID-19 yang membuat aktivitas masyarakat di luar rumah menjadi terbatas, mendorong adanya permintaan barang dan jasa melalui *platform* penjualan barang secara *online* (*e-commerce*). Sehingga hal ini mendorong meningkatnya transaksi secara *online* terhadap berbagai kebutuhan dan fasilitas barang dan jasa. Pelaku usaha dan UMKM dapat memasarkan produk dengan cepat dan mudah melalui *platform e-commerce* yang tersedia yang tentunya memiliki dampak positif terhadap perekonomian masyarakat. Hal ini menandakan era baru yaitu

ekonomi digital dimana kebutuhan akan penyerapan teknologi berpengaruh sangat krusial terhadap peningkatan pendapatan masyarakat.

Adopsi teknologi berpengaruh secara langsung (*direct*) dan secara tidak langsung (*indirect*) terhadap PDRB Pulau Sumatera. Efek secara langsung dapat dilihat pada *core model*, bahwa interaksi antara adopsi teknologi signifikan berpengaruh terhadap PDRB. Sedangkan efek secara tidak langsung dapat dilihat pada *satellite model* pada persamaan (6) bahwa adopsi teknologi berpengaruh signifikan terhadap efisiensi kapital dan pada persamaan (7) adopsi teknologi berpengaruh signifikan terhadap *human capital*. Temuan dalam penelitian ini yaitu adopsi teknologi memiliki *multiplier effect* terhadap PDRB, dimulai dengan peningkatan efisiensi kapital, peningkatan *human capital*, maupun peningkatan terhadap PDRB secara langsung.

### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adopsi Teknologi Pulau Sumatera

Estimasi parameter dari *core model* Adopsi Teknologi menggunakan *Two Stage Least Square* sebagai berikut.

**Tabel 9.** Estimasi Persamaan Adopsi Teknologi

Variabel Independen	Variabel Dependen : Adopsi Teknologi	
	Koefisien	t hitung
Intersep	-0,5535	-13,764***
Konsumsi Ruta	$4,35 \times 10^{-9}$	9,265***
BTS	$-2,77 \times 10^{-5}$	-2,105**
Adj R-Squared	91,42%	

Taraf signifikansi  $\alpha$

1% = \*\*\*

5% = \*\*

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan, terdapat 2 variabel bebas yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap adopsi teknologi internet di Pulau Sumatera. Dari sisi konsumsi rumah tangga, terjadi asosiasi positif, yang menandakan jika terjadi peningkatan konsumsi rumah tangga, akan meningkatkan pengadopsian teknologi internet di Pulau Sumatera. Sedangkan, untuk variabel BTS, memiliki asosiasi yang negatif terhadap pengadopsian teknologi internet, yang menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan jumlah BTS, akan mengurangi pengadopsian internet.

Menurut (Gómez-Galán dkk., 2020), terdapat keterkaitan antara konsumsi dan juga penggunaan internet. Dalam penelitiannya yang menganalisa pola penggunaan internet, terdapat beberapa hal yang memengaruhi, dimana salah satunya adalah mengenai kemampuan konsumsi dari individu. Hal ini berbanding lurus dengan hal yang terjadi di Pulau Sumatera. Di Pulau Sumatera, saat konsumsi rumah tangga

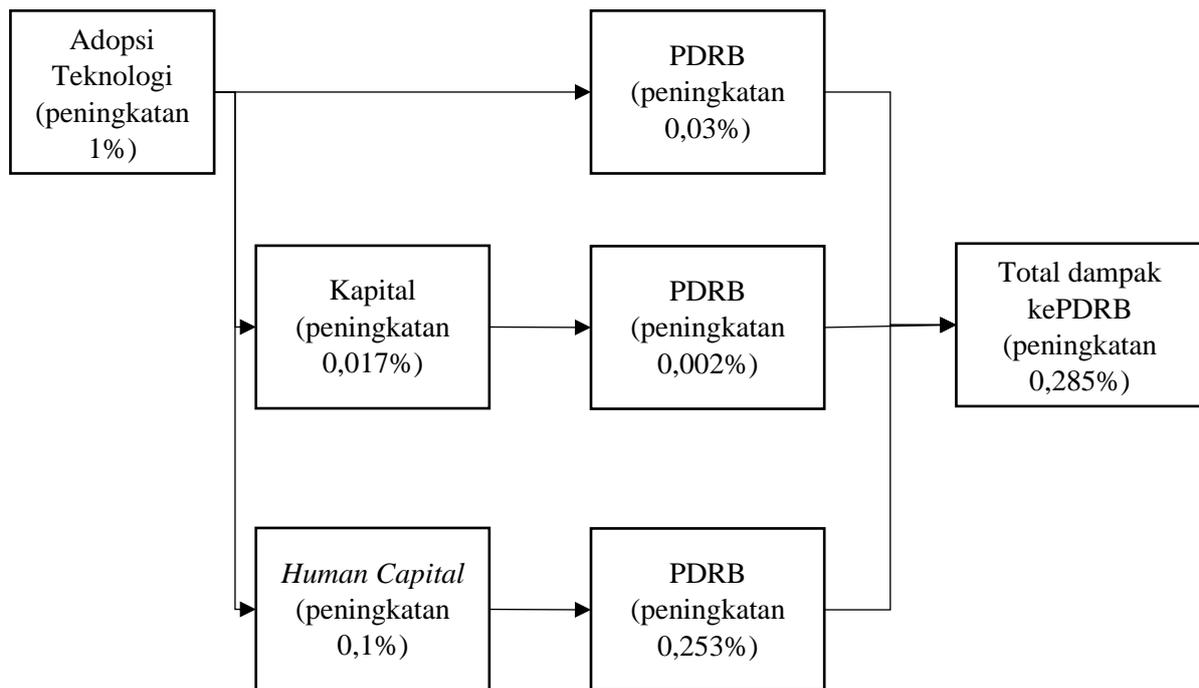
meningkat, maka kapabilitas dari individu dalam mengadopsi internet akan semakin besar.

Anomali justru terjadi pada efek yang dihasilkan oleh variabel jumlah BTS terhadap pengadopsian teknologi internet di Pulau Sumatera. Fasilitas digital seharusnya mampu memberikan dampak yang positif terhadap pengguna dan pengadopsi teknologi internet (Shenglin dkk., 2017). Hal ini berbanding terbalik dengan hal yang terjadi di Pulau Sumatera. Hal ini mungkin disebabkan oleh pendistribusian dari BTS yang kurang baik. Berdasarkan (Imansyah, 2018), meskipun koneksi internet super cepat tersedia di Indonesia, namun belum merata di seluruh tanah air. Hal ini memungkinkan pembangunan BTS hanya pada daerah yang penyerapan internetnya sudah baik namun masih mengabaikan daerah yang belum baik pengadopsian teknologi internetnya.

### **Dampak Langsung dan Tidak Langsung Adopsi Teknologi**

Adopsi teknologi memiliki efek yang signifikan terhadap pendapatan domestik bruto di Pulau Sumatera. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan, adopsi teknologi internet yang melekat pada tenaga kerja sebagai faktor produksi memiliki efek langsung sebesar 0,03% kepada perekonomian jika terjadi peningkatan pengadopsian teknologi internet sebesar 1%. Namun pada pemodelan yang dilakukan, terdapat pula efek tidak langsung yang diakibatkan oleh adopsi teknologi internet.

Berdasarkan gambar 11. tidak hanya efek langsung yang dihasilkan oleh adopsi teknologi internet. Adopsi teknologi pada kenyataannya juga memengaruhi nilai dari kapitan dan *human capital* di Pulau Sumatera. Pada efeknya kepada kapital, adopsi teknologi memiliki efek sebesar 0,017% jika terjadi peningkatan adopsi teknologi internet sebesar 1 persen. Sedangkan, pada *human capital*, peningkatan 1 persen adopsi teknologi, akan meningkatkan *human capital* sebesar 0,1%. Dengan nilai ini akan terjadi efek juga kepada PDRB baik dari kapital maupun *human capital*, dengan masing-masing efek sebesar 0,002% dan 0,253%. Dengan demikian terdapat efek tidak langsung yang dihasilkan oleh adopsi teknologi internet dengan nilai sebesar 0,255%. Adapun total dampak yang dihasilkan oleh adopsi teknologi adalah sebesar 0,285%.



**Gambar 11.** Gambaran Direct dan Indirect Effect dari Adopsi Teknologi terhadap Peningkatan PDRB

## V. KESIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

### KESIMPULAN

PDRB dan adopsi teknologi memiliki hubungan secara simultan. Variabel yang berpengaruh terhadap PDRB Pulau Sumatera yaitu kapital, *human capital*, dan variabel interaksi antara adopsi teknologi dengan jumlah pekerja. Sedangkan, variabel yang berpengaruh terhadap adopsi teknologi yaitu konsumsi rumah tangga dan jumlah BTS. *Human capital* memiliki dampak terbesar dan elastis terhadap perekonomian di Pulau Sumatera. Adopsi teknologi tidak hanya dampak langsung (*direct effect*) terhadap PDRB Pulau Sumatera, namun juga memiliki dampak tidak langsung (*indirect effect*) melalui variabel *human capital* dan juga kapital. Namun, adopsi teknologi memiliki anomali dengan variabel jumlah BTS yang justru memiliki asosiasi negatif. Hal ini mengindikasikan adanya ketidakefektifan dalam pemetaan dan pembangunan BTS.

## SARAN DAN REKOMENDASI

Pemerintah dapat memberikan kebijakan peningkatan kredit terhadap sektor-sektor unggulan di Pulau Sumatera yang dapat digunakan sebagai stimulus dalam peningkatan pergerakan perekonomian masyarakat. Namun, pada saat pemberian kredit perlu adanya analisis lebih lanjut yang dilakukan oleh pemerintah dalam upaya meminimalisasi risiko perbankan di Pulau Sumatera.

Menggalakkan kebijakan yang dapat meningkatkan *human capital* seperti peningkatan kualitas pendidikan dan kesehatan sehingga tercipta pembangunan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Peningkatan *human capital* dapat dilakukan dengan peningkatan derajat kesehatan masyarakat melalui perluasan infrastruktur kesehatan yang memadai sehingga dapat diakses secara mudah oleh masyarakat. Selain itu pemerintah perlu fokus dalam upaya peningkatan penyerapan teknologi untuk masyarakat yang tentunya berdampak positif terhadap peningkatan keterampilan dan kompetensi masyarakat.

Peningkatan adopsi teknologi akan meningkatkan jumlah dan kualitas pekerja terdidik yang akan mendorong percepatan kemajuan perekonomian suatu negara. Dengan kebutuhan akan internet dan fasilitas telekomunikasi lainnya, perlu dukungan yang nyata oleh pemerintah untuk menciptakan lapangan pekerjaan yang luas. Pemerintah dapat meningkatkan infrastruktur telekomunikasi seperti program pembangunan BTS di berbagai wilayah di Indonesia. Sehingga, kesenjangan digital yang terjadi dapat diatasi sehingga terciptalah pemerataan akses akan teknologi informasi yang mendorong peningkatan produktivitas sektor ekonomi. Dengan dampak yang diberikan adopsi teknologi juga akan memiliki peran dalam peningkatan kapital dan *human capital*, dimana kedua hal ini juga akan membentuk perekonomian yang lebih baik di Pulau Sumatera.

Namun, dengan kondisi adopsi teknologi yang tergolong kurang baik di Pulau Sumatera menuntut perhatian lebih oleh pemerintah. Pemerintah dituntut agar dapat memacu kecepatan adopsi teknologi di Pulau Sumatera sehingga melebihi kecepatan Nasional. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah mengenai pembangunan BTS yang disasar untuk memberikan akses teknologi, dan tidak hanya untuk menopang daerah yang memiliki akses yang mapan. Perlu adanya pemetaan kapabilitas penduduk selain kepadatan penduduk dalam pembangunan BTS. Pengambilan kebijakan ini juga merupakan momentum dari pandemi yang menyebabkan kondisi dimana setiap lini masyarakat di Pulau Sumatera mampu memanfaatkan akses internet secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahrini, R., & Qaffas, A. (2019). Impact of Information and Communication Technology on Economic Growth: Evidence from Developing Countries. *Economies*, 7(1), 21. doi:10.3390/economies7010021
- Cunha, F., & Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31-47.
- Dewi, K. R. P., Negoro, N. P., & Rahmawati, Y. (2017). Peran human capital terhadap efisiensi perusahaan perbankan di Indonesia. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1), 18-23.
- Faldrix, Y., Andrianus, F., & Kamarni, N. (2021). Analisis Dampak Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Perkonomian Sumatera Barat. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Dharma Andalas*, 23(2), 385-396.
- Gómez-Galán, J., Vergara, D., Ordóñez-Olmedo, E., & Veytia-Bucheli, M. G. (2020). Time of Use and Patterns of Internet Consumption in University Students: A Comparative Study between Spanish-Speaking Countries. *Sustainability*, 12(12), 5087. doi:10.3390/su12125087
- Harris, L., 2000. A Theory of Intellectual Capital. In: R. W. Herling & J. Provo, eds. *Strategic Perspective on Knowledge, Competence and Expertise*. USA: Academy of Human Resources Development, pp. 22-37
- Imansyah, Ryan. (2018). Impact of Internet Penetration for the Economic Growth of Indonesia. *Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy*. 5(2). doi: <https://doi.org/10.5109/1936215>
- Kasmir. 2013. *Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Kuangan, O. J. (2015). Potensi pertumbuhan ekonomi ditinjau dari penyaluran kredit perbankan kepada sektor prioritas ekonomi pemerintah. *Departemen Pengembangan Pengawasan dan Manajemen Krisis. Divisi Analisis Profil Industri*. Jakarta.
- Kim, Y. J., & Lee, J. W. (2011). Technological change, human capital structure, and multiple growth paths. *The Japanese Economic Review*, 62(3), 305-330.
- Li, Hongbin, Prashant Loyalka, Scott Rozelle, and Binzhen Wu. 2017. Human capital and China's future growth. *Journal of Economic Perspectives* 3: 25–48. [CrossRef]
- Loukil, K. (2019). Technological Development in Developing Countries: A Process of Imitation and R & D. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(11), 431–436.
- Mulyati, S., & Widiawati, S. Pengaruh Penyaluran Kredit Bank Umum Terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Tasikmalaya Periode 2013-2017.
- Nikoloski, Krume.(2016). Technology and Economic Development: Retrospective. *Journal of Process Management – New Technologies, International*, 4(4). doi: doi:10.5937/jouproman4-11468
- Paul, S. (2014). The impact of technology on skill development. *The Indian Journal of Industrial Relations*, 401-408.
- Shenglin, Ben, dkk. (2017). Digital Infrastructure: Overcoming the digital divide in emerging economies. Germany: G20 Insight
- Stojkov, M. (2008) *Development of Economic Thought*. Skopje: Faculty of Economics
- Sunaryo, T. (2001). *Ekonomi Manajerial*. Jakarta: Erlangga.
- Taswan, 2010, *Manajemen Perbankan Konsep, Teknik Dan Aplikasi Ed II*, Yogyakarta: IPP STIM YKPN
- The Global Information Technology Report 2016, World Economic Forum, 2016. also available at: <https://www.weforum.org/reports/the-global-information-technology-report-2016/>
- Todaro, Michael P dan Stephen C. Smith, 2010. "Pembangunan Ekonomi" Jakarta: Erlangga
- Todaro, Michael P. 2006. "Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga". Alih Bahasa: Amminudin dan Drs. Mursid. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Witara, K., & Akmawati, D. R. (2020). Pengaruh Teknologi Informasi, Kompetensi dan Pelatihan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan CV Gema Tama di Sidoarjo. *Media Mahardhika*, 18(2), 220-232.