



Artikel Penelitian

R&D *Spillovers* Pada Perusahaan di Sektor Industri Manufaktur di Indonesia

Rayersad Saesar Adigunarso¹, Diah Widyawati²

¹ Inspektorat Jenderal Kementerian Perindustrian, Jl. Jend.Gatot Soebroto Kav.52-53, Jakarta Selatan, 12950, Indonesia

² Fakultas Ekonomi Bisnis, Universitas Indonesia, Kampus UI, Depok, 16424, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 12 September 2022
 Direvisi : 15 November 2022
 Diterbitkan : 18 November 2022

KATA KUNCI

R&D; R&D *Spillovers*; TFP *Growth*; *Trade Spillover*; *Technology Flow Spillover*

KORESPONDENSI

E-mail Author Korespondensi:
rayersad@kemenperin.go.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti dan memberikan bukti baru adanya R&D *spillovers* yang didapatkan oleh perusahaan pada sektor industri manufaktur di Indonesia serta *channel* utama transmisi R&D *spillovers*. Studi mengenai R&D *spillovers* telah banyak dilakukan pada Negara maju dan hanya sedikit dilakukan pada Negara berkembang. Di Indonesia sendiri, belum banyak studi terbaru yang membahas atau menganalisis dampak R&D *spillovers* terhadap pertumbuhan produktivitas pada level perusahaan di sektor industri manufaktur. Dalam *paper* ini, dibangun konsep bahwa dengan adanya R&D *spillovers*, perusahaan akan mendapatkan potensi *benefit* berupa peningkatan produktivitas atau TFP *growth*. Jalur transmisi dari R&D *spillovers* dilihat dari 2 (dua) sisi, yaitu melalui jalur perdagangan (*trade*) dan aliran kedekatan teknologi antar sektor industri (*technology flow*). Dari hasil empiris ditemukan bukti terjadinya endogenitas dari aktivitas R&D, yaitu berupa *sample selection problem*. Hal ini karena perusahaan akan mempertimbangkan secara rasional faktor-faktor strategis dalam pengambilan keputusan untuk melakukan atau tidak melakukan R&D. Bukti empiris menunjukkan adanya R&D *spillovers* yang didapatkan oleh perusahaan pada sektor industri manufaktur di Indonesia dan perdagangan merupakan *channel*/jalur utama terjadinya transmisi R&D *spillovers*.

PENDAHULUAN

Beberapa penelitian yang dilakukan mengenai dampak dari adanya aktivitas R&D terhadap peningkatan kinerja perusahaan berfokus pada pengukuran *return to investment* dari R&D. Salah satu kerangka berpikir yang digunakan berupa *growth accounting* yang digabungkan dengan R&D *intensity* yang dilakukan pada level perusahaan, sektor, antarnegara maupun ekonomi secara keseluruhan. Secara prinsip, pengukuran tersebut dilakukan dengan cara melihat hubungan antara *total factor productivity* (TFP) terhadap R&D. Menurut Hall *et al.* (2009), residual dari *growth factor* dalam proses produksi di luar faktor input, seperti tenaga kerja dan kapital, adalah hasil dari adanya aktivitas R&D. Di lain sisi, Chen *et al.* (2013) menyatakan bahwa performa atau kinerja suatu perusahaan tidak hanya dipengaruhi tingkat intensitas atau investasi R&D yang dikeluarkan oleh perusahaan tersebut secara mandiri, akan tetapi juga dipengaruhi oleh tingkat intensitas atau investasi R&D perusahaan lainnya. Sehingga *return to investment*, dalam bentuk peningkatan kinerja perusahaan

tersebut dapat dilihat sebagai dampak eksternalitas positif dari adanya aktivitas R&D. Dampak eksternalitas positif lain juga telah ditunjukkan dalam penelitian Chyi *et al.* (2012). Aktivitas R&D yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat menyebabkan adanya jalaran/rambatan pengetahuan yang mengalir ke perusahaan lain dalam satu sektor industri sejenis maupun antar sektor. Hal ini menjadi salah satu faktor yang berkontribusi pada terciptanya aglomerasi industri dalam satu kluster lokasi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Audretsch dan Belitski (2020) juga menunjukkan hasil yang jelas bahwa aktivitas R&D yang dilakukan oleh perusahaan baik melalui inovasi proses baru, pembelian teknologi baru, maupun kolaborasi dengan jejaring perusahaan lain dapat meningkatkan produktivitas perusahaan melalui peningkatan produktivitas tenaga kerjanya.

Segala aktivitas R&D yang dilakukan oleh masing-masing individu/perusahaan maupun sektoral akan memunculkan akumulasi pengetahuan, yang menurut Griliches (1992) akan memunculkan *pool of general knowledge*. Sifat *knowledge* yang nonrival menyebabkan setiap



individu/perusahaan maupun sektor industri dapat mengakses *pool of general knowledge* tersebut sehingga *benefit* dari adanya R&D yang dilakukan oleh suatu perusahaan di suatu sektor dapat dirasakan oleh individu, perusahaan, atau sektor lainnya. Perusahaan yang dapat memanfaatkan secara maksimal akumulasi *knowledge* tersebut akan berdampak pada peningkatan produktivitas perusahaan. Hal inilah yang disebut dengan eksternalitas dari R&D atau R&D *spillovers*. Secara agregat, keseluruhan aktivitas R&D, baik yang dilakukan oleh individu/perusahaan dari satu sektor industri yang sama maupun yang dilakukan oleh individu/perusahaan dari sektor industri yang berbeda akan memunculkan *social returns to R&D*, yaitu manfaat R&D yang didapatkan bagi seluruh entitas perekonomian. Menurut Griliches (1992), jalur (*channel*) transmisi dari R&D *spillovers* dapat diukur pada dua aspek, yaitu *rent spillover* dan *pure knowledge spillover*. *Rent spillover* adalah R&D *spillover* yang terjadi karena adanya transaksi ekonomi berupa perdagangan bahan baku antarpelaku ekonomi, sedangkan *pure knowledge spillover* terjadi karena sifat *knowledge* yang nonrival sehingga setiap pelaku ekonomi dapat mengakses *knowledge* tersebut. Dengan menggabungkan kedua aspek *spillovers* tersebut, maka dapat dilakukan estimasi secara komprehensif dampak dari R&D *spillovers* terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*), baik pada level perusahaan maupun antarsektor industri. Menurut Jiang *et al.* (2015), terdapat 2 (dua) jalur untuk *spillover* dari R&D tersebut dapat terjadi; Pertama, ide-ide dan teknologi dapat menyebar dari satu perusahaan atau individual ke perusahaan atau individu lainnya yang berakibat pada peningkatan produktivitas dalam satu sektor industri maupun antar sektor industri. Kedua, jumlah inovasi yang signifikan akan membantu menciptakan permintaan baru maupun pengembangan pasar kedepannya.

Penelitian Jaffe (1986) menunjukkan bahwa peningkatan *pool R&D spillover* sebesar 1% dapat meningkatkan keuntungan perusahaan lain sebesar 0,3%. Penelitian Aiello dan Cardamone (2008) pada sektor industri manufaktur di Italia sepanjang periode 1998-2003, menunjukkan hasil bahwa R&D *spillover* berpengaruh positif pada peningkatan produktivitas perusahaan. Hall *et al.* (2009) membuktikan secara empiris bahwa *benefit* dari R&D dapat meningkatkan produktivitas melalui adanya perbaikan kualitas barang, menurunkan biaya produksi rata-rata, ataupun perluasan jenis substitusi input antara (*intermediate input*) dan hasil akhir (*end product*) yang tersedia. Hasil penghitungan dampak pada masing-masing komponen beragam sehingga menimbulkan perdebatan mengenai jalur utama transmisi dari R&D *spillovers*. Goto dan Suzuki (1989) menemukan dalam kajiannya di sektor industri manufaktur di Jepang bahwa perdagangan adalah jalur utama dari R&D *spillovers*. Sebanyak 80% peningkatan produktivitas (TFP *growth*) disebabkan oleh

adanya *trade spillover*. Keller (2001) dalam penelitiannya di sektor industri manufaktur di Kanada menemukan hal yang sama, bahwa dampak *trade spillover* terhadap TFP *growth* adalah sebesar 29,2% jauh di atas dampak *technology flow spillover* yang sebesar 21,4%. Hal yang berbeda ditemukan oleh Griliches & Lichtenberg (1978) dalam penelitiannya di Amerika Serikat, bahwa 90% peningkatan produktivitas disebabkan oleh adanya R&D *spillover* berupa *technology flow*. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Sterlacchini (1989) pada penelitian di Inggris dan menemukan bahwa 35% peningkatan produktivitas disebabkan karena adanya aliran inovasi antarsektor industri. Di lain sisi, penghitungan nilai dampak R&D *spillovers* tersebut ternyata hanya didasarkan pada pengukuran di masing-masing jalur transmisinya, belum secara keseluruhan. Griliches dan Lichtenberg (1978), Sterlacchini (1989), Mohnen dan Lépine (1991), dan Crespi *et al.* (2008) menggunakan aliran *knowledge*, inovasi, dan paten antar sektor industri. Adapun Terleckyj (1980) menggunakan transaksi *intermediate input* sebagai jalur R&D *spillovers*. Hal yang sama juga dilakukan dalam penelitian yang dikembangkan oleh Goto dan Suzuki (1989), Keller (2001), dan Singh (2004) sehingga belum dapat disimpulkan jalur yang lebih dominan di antara keduanya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, R&D *spillovers* diukur melalui gabungan mekanisme perdagangan (*trade*) input antara antarsektor industri manufaktur untuk meng-*capture rent spillover* dan aliran kedekatan dalam pemakaian teknologi (*technology flow*) antarsektor industri manufaktur untuk meng-*capture pure knowledge spillovers*. Hall *et al.* (2009) menyatakan bahwa *rent spillovers* terjadi utamanya dikarenakan adanya transaksi moneter, seperti perdagangan, investasi, perpindahan pegawai, merger, dan akuisisi. Di sisi lain dikarenakan terdapat sifat khusus dari *knowledge* yang bersifat *nonrival*, *exclusive*, dan *partially excludable goods* dapat menyebabkan perusahaan untuk mengimitasi, *reverse engineering* ataupun menggali informasi-informasi termasuk paten atas segala aktivitas inovasi yang dilakukan perusahaan atau sektor industri lainnya tanpa perlu terjadinya transaksi penjualan ataupun perdagangan. Hal yang sama juga ditunjukkan dalam penelitian Chen *et al.* (2013) bahwa investasi R&D yang dilakukan suatu perusahaan, dalam bentuk teknologi atau inovasi baru, bersifat *intangible* dan tidak selalu sulit untuk dilakukan *reverse engineer* atau imitasi. Ketika suatu perusahaan telah mengetahui dan memahami cara atau *know-how* penciptaan produk baru atau inovasi proses baru yang dilakukan oleh perusahaan lainnya yang berinvestasi R&D tersebut, maka pengaruh dari investasi R&D tidak hanya bagi perusahaan yang berinvestasi R&D, akan tetapi juga perusahaan lainnya yang menggunakan pengetahuan tersebut.

Penelitian mengenai R&D *spillovers* telah banyak dilakukan pada negara kategori maju dan hanya sedikit dilakukan pada negara berkembang. Karakteristik negara berkembang yang cepat untuk *catch up* terhadap perkembangan teknologi dan adanya efek *learning by doing* negara berkembang terhadap teknologi dari negara maju menjadi menarik untuk dipelajari. Terjadinya perbedaan antara negara maju dengan berkembang juga dapat didasarkan pada perbedaan alokasi investasi pengeluaran untuk R&D. Kondisi di Indonesia, merujuk pada data survei Industri Besar dan Sedang (IBS) BPS sepanjang tahun 1995-2006, proporsi intensitas R&D perusahaan hanya pada nilai rata-rata 0,04% dari jumlah *output* produksi. Jika dilihat berdasarkan data *Gross R&D expenditure (% of GDP)* (GERD) yang dirilis oleh *Global Innovation Index* (2018), nilai GERD Indonesia hanya bernilai 0,1%, jauh di bawah level sesama negara berkembang, yaitu Vietnam dengan nilai 0,4% dan Thailand dengan nilai 0,6%. Hal ini menunjukkan rendahnya pengembangan investasi R&D di Indonesia. Perbedaan jumlah SDM IPTEK juga menjadi pembeda pendapatan per kapita antara negara maju dan berkembang. Mengacu pada data *Global Innovation Index* (2018), di tahun 2016, Jepang memiliki jumlah peneliti sebesar 5.210 peneliti per satu juta penduduk, Jerman memiliki jumlah peneliti sebesar 4.893,2 peneliti per satu juta penduduk, dan Amerika Serikat yang memiliki jumlah peneliti sebesar 4.313,4 peneliti per satu juta penduduk. Kondisi tersebut jauh berbeda dengan yang terjadi di negara berkembang, Vietnam hanya memiliki 672,1 peneliti per satu juta penduduk, Thailand hanya memiliki 865,4 peneliti per satu juta penduduk, sedangkan Indonesia hanya memiliki 89,2 peneliti per satu juta penduduk. Di Indonesia sendiri, belum banyak penelitian terbaru yang membahas atau menganalisis R&D *spillovers* terhadap pertumbuhan produktivitas dan dampaknya pada level perusahaan di sektor industri manufaktur. Di samping itu, analisis dampak R&D *spillovers* pada karakteristik level perusahaan, dalam hal ini perusahaan besar dan perusahaan kecil, juga menjadi penting untuk dibahas. Perusahaan besar umumnya mempunyai *resources* dalam bentuk SDM dan finansial yang lebih banyak dibandingkan perusahaan kecil. Oleh karena itu, penelitian ini disusun bertujuan untuk (a) mengidentifikasi dan memberikan bukti informasi baru tentang adanya R&D *spillovers* dalam bentuk *trade spillover* dan *technology flow spillover* yang memiliki pengaruh terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri manufaktur di Indonesia dan (b) menunjukkan bukti empiris bahwa jalur utama transmisi R&D *spillovers* di Indonesia adalah melalui jalur perdagangan (*trade spillover*).

TINJAUAN LITERATUR

Penelitian ini menggunakan model konseptual yang dikembangkan oleh Griliches (1992) dalam membangun konsep R&D *spillovers*, Lichtenberg & Siegel (1991) dalam membangun konsep produktivitas, dan Terleckyj (1974) dalam membangun kerangka teori hubungan antara R&D *intensity & spillovers* terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Model persamaan yang dibangun oleh Griliches (1992) untuk menjelaskan adanya R&D *spillovers* adalah sebagai berikut:

$$K_{ai} = \sum w_{ij} K_j \quad (1)$$

dengan K_{ai} adalah jumlah agregat pengetahuan yang dipinjam oleh sektor industri ke- i dari seluruh *pool of knowledge* yang tersedia. K_{ai} merupakan R&D *spillovers* yang diterima oleh sektor industri i . K_j merupakan tingkat ketersediaan *knowledge* pada sektor industri j dan w_{ij} menggambarkan fungsi pembobotan yang dapat diinterpretasikan sebagai fraksi *knowledge* pada sektor industri j yang dipinjam oleh sektor industri i . Dalam menghitung pembobotan, perlu memperhatikan transmisi (*channel transfer of knowledge*) antar sektor sehingga dalam hal ini nilai R&D *spillovers* bergantung kepada jenis pembobotan yang mempertimbangkan transmisi antar sektor.

R&D *spillovers* tersebut dapat diukur pada dua sisi, yaitu:

1. Rent Spillovers

Transmisi R&D diinisiasi oleh adanya transaksi ekonomi dalam bentuk perdagangan *input* antara antar sektor industri domestik. Makin tinggi frekuensi perdagangan *input* antara antarsektor industri, maka intensitas pertukaran pengetahuan (*knowledge*) yang implisit terkandung dalam *input* antara akan makin tinggi. *Knowledge* tersebut didefinisikan sebagai hasil adanya aktivitas R&D yang dilakukan oleh perusahaan di suatu sektor industri. Perusahaan akan beradaptasi dengan mengabsorpsi *knowledge* baru yang terkandung secara implisit pada *input* antara tersebut.

2. Knowledge Spillovers

Untuk melihat transmisi R&D via *knowledge spillover* digunakan pendekatan aliran teknologi (*technology flow*) antarsektor industri. Asumsi yang digunakan adalah makin dekat jenis pemakaian teknologi yang digunakan antara dua sektor industri, akan makin tinggi intensitas pertukaran pengetahuan (*knowledge*) di antara sektor industri tersebut. Intensitas pertukaran pengetahuan tersebut akan meningkat apabila perusahaan memiliki kemampuan tinggi dalam mengabsorpsi *knowledge*, dalam hal ini, jika intensitas R&D perusahaan tinggi, akan memiliki kemampuan absorpsi *knowledge* yang tinggi sehingga perusahaan akan mampu memaksimalkan *benefit* yang ada dari pertukaran *knowledge* tersebut. Satu sektor industri

dapat menjadi penyumbang inovasi/pengetahuan baru, sedangkan sektor industri lainnya dapat menjadi pengguna inovasi/pengetahuan baru tersebut.

Dalam melihat hubungan antara pengaruh R&D *intensity* terhadap TFP *growth*, digunakan model konseptual yang dibangun oleh Terleckyj (1974) sebagai berikut:

$$\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_t = \lambda + \rho \left(\frac{\dot{R}}{Q}\right) + \mu \quad (2)$$

dengan $\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_t$ menunjukkan peningkatan produktivitas (TFP *growth*), λ adalah variabel eksogen yang menunjukkan tingkat perubahan teknologi secara eksternal (*external technical change*), ρ adalah *marginal productivity/rate of return* dari R&D, $\left(\frac{\dot{R}}{Q}\right)$ menggambarkan R&D *intensity* atau intensitas dalam melakukan R&D, dan μ adalah *disturbances*. Griliches (1992) menyatakan bahwa perubahan teknologi (*technical change*) adalah hasil dari adanya kesadaran dalam berinvestasi secara ekonomi dan pengambilan keputusan yang didasari oleh pertimbangan seluruh agen ekonomi yang terlibat. Sehingga eksternalitas/*spillovers* menjadi salah satu sumber utama peningkatan produktivitas. Maka, model di Persamaan (2) dapat dimodifikasi menjadi

$$\lambda = K_{ai} = \sum w_{ij} K_j ; \text{dimana } K_j = \frac{\dot{R}}{Q}$$

sehingga

$$\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_{it} = \sum w_{ij} \left(\frac{\dot{R}}{Q}\right)_{jt} + \rho \left(\frac{\dot{R}}{Q}\right)_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Dengan $\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_{it}$ menunjukkan peningkatan produktivitas (TFP *growth*) sektor industri I pada waktu t. K_j merupakan tingkat ketersediaan *knowledge* pada sektor industri j yang diperoleh dari akumulasi *knowledge* secara *dynamic* oleh karena adanya keputusan investasi R&D sektor industri j pada waktu t. w_{ij} menggambarkan fungsi pembobotan yang dapat diinterpretasikan sebagai fraksi *knowledge* pada sektor industri j yang dipinjam oleh sektor industri i, ρ adalah *marginal productivity/rate of return* dari R&D, $\left(\frac{\dot{R}}{Q}\right)$ menggambarkan R&D *intensity* atau intensitas sektor industri i dalam melakukan R&D, dan μ adalah *disturbances*.

METODOLOGI PENELITIAN

Model empiris

Berdasarkan kerangka teori di atas, dapat dibangun model empiris untuk menghitung dampak R&D *spillovers* terhadap pertumbuhan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan pada sektor industri manufaktur di Indonesia. Dengan mengontrol *time invariance*, dapat dibangun model empiris,

$$\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_{ijt} = \mu_i + \rho \frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}} + \delta_1 \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{io} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}} + \delta_2 \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{tf} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}} + \eta X_{ijt} + u_{ijt} \quad (4)$$

dengan $\left(\frac{\dot{TFP}}{TFP}\right)_{ijt}$ adalah TFP *growth* perusahaan i pada sektor j di tahun ke-t. μ_i adalah konstanta yang menunjukkan *firm effect*, ρ adalah parameter yang menunjukkan dampak dari R&D *intensity* terhadap TFP *growth*, $\delta_{1,2}$ adalah parameter yang menunjukkan dampak dari *trade spillover* atau *technology flow spillover* terhadap TFP *growth*, η adalah vektor dari *unknown parameter*, X adalah vektor dari variabel eksogen yang memiliki pengaruh terhadap peningkatan produktivitas, dan u_{ijt} adalah *disturbances*. $\frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}}$ adalah R&D *intensity* perusahaan i pada sektor industri j di tahun ke-t. w_{kj}^{io} dan w_{kj}^{tf} adalah bobot yang dihitung dari perdagangan (io) input antara dari sektor industri k ke sektor industri j dan aliran teknologi (*technology flow*) (tf) yang berasal dari sektor industri k sebagai penghasil inovasi untuk dipakai pada sektor industri j. Persyaratan dalam penghitungan bobot tersebut, antara lain:

1. $\sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{io} = 1$, menggambarkan total *share* perdagangan input antara sama dengan 1 dan $\sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{tf} = 1$, menggambarkan aliran teknologi yang berasal dari sektor industri k kepada industri j sama dengan 1.
2. $w_{jj}^{io} = 0$ dan $w_{jj}^{tf} = 0$ untuk menghindari *double counting* pada sektor industri yang sama.

Endogenitas R&D

Medda dan Piga (2013) menyebutkan bahwa R&D timbul sebagai sebuah keputusan yang diambil perusahaan. Perusahaan akan mempertimbangkan secara rasional faktor-faktor strategis dalam pengambilan keputusan untuk melakukan atau tidak melakukan R&D. Penelitian ini juga bertujuan untuk melihat hubungan R&D terhadap peningkatan produktivitas perusahaan sehingga kriteria keputusan perusahaan untuk melakukan atau tidak melakukan R&D akan menjadi pembeda. Oleh karena itu, pengambilan sampel perlu memperhatikan kriteria keputusan R&D yang diambil oleh perusahaan. Permasalahan yang timbul adalah endogenitas berupa permasalahan *sample selection*, terdapat *omitted variable bias* berupa perilaku keputusan perusahaan untuk melakukan atau tidak melakukan R&D. Untuk menjawab tujuan penelitian, variabel keputusan R&D yang akan diobservasi adalah hanya pada perusahaan yang memutuskan untuk melakukan R&D ($R\&D \text{ Expenditure (Rp.)} > 0$). Dikarenakan adanya permasalahan *sample selection* tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan estimasi Heckman *two step* (1979) untuk mendapatkan estimasi yang tidak bias dan konsisten. Estimasi Heckman

two step dilakukan dengan menggunakan estimator Wooldridge (2002) untuk koreksi seleksi sebagaimana dikembangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Dustmann dan Rochina-Barrachina (2007). Adapun penjabaran langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan model empiris pada Persamaan

(4), TFP growth $\left(\frac{TFP}{TFP}\right)$ hanya akan diobservasi untuk perusahaan yang memutuskan untuk melakukan R&D sehingga kriteria seleksi ditetapkan pada variabel yang diinstrumentasikan, yaitu R&D decision. Penentuan R&D decision setiap perusahaan i pada sektor industri j dan tahun ke- t dapat dimodelkan pada persamaan seleksi sebagai berikut,

$$R\&D\ Decision_{ijt} = \eta'_1 Foreign_{ijt} + \eta'_2 Firm\ Size_{ijt} + \eta'_3 Firm\ Size_{ijt}^2 + \eta'_4 umur_{ijt} + \eta'_5 (umur_{ijt})^2 + \eta'_4 Export\ Propensity_{ijt} + \eta'_5 \left(\frac{K}{L}\right)_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (5)$$

dengan R&D Decision adalah variabel biner yang menunjukkan keputusan perusahaan untuk melakukan atau tidak melakukan R&D. Nilai variabel R&D Decision = 0 jika perusahaan tidak melakukan R&D (nilai variabel R&D expenditure (Rp.) = 0) dan R&D Decision = 1 jika perusahaan melakukan R&D (nilai variabel R&D expenditure (Rp.) > 0).

2. Estimasi Persamaan (5) dengan menggunakan probit. Kemudian, hitung nilai *Inverse Mill's Ratio* (IMR) (λ). Signifikansi nilai IMR (λ) akan menunjukkan adanya bias dari selektivitas di dalam model. Nilai λ dihitung melalui persamaan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\phi(\eta'Z_{ijt})}{\Phi(\eta'Z_{ijt})} \quad (6)$$

dengan $\phi(\cdot)$ adalah nilai standar normal dari *density function*, sedangkan $\Phi(\cdot)$ adalah nilai standar normal dari *cumulative distribution function*. Z merupakan vektor dari variabel instrumen yang diasumsikan menjadi pertimbangan perusahaan dalam melakukan R&D. Sebagaimana Persamaan (5), Z merupakan vektor dari:

- Foreign*. Variabel *dummy* yang menunjukkan kepemilikan modal asing di perusahaan.
- Firm Size*. Variabel ini menunjukkan ukuran perusahaan. Nilai kuadrat dari variabel *firm size* dimaksudkan untuk menangkap kemungkinan hubungan nonlinier antara *firm size* dan R&D decision.
- Umur Perusahaan. Variabel ini menunjukkan umur perusahaan semenjak mulai berproduksi. Nilai kuadrat dari umur perusahaan dimaksudkan untuk menangkap kemungkinan hubungan nonlinier antara umur perusahaan dan R&D decision.

d. *Propensity to export*. Variabel yang menunjukkan persentase jumlah hasil produksi yang diekspor atau kecenderungan perusahaan melakukan ekspor atas hasil produksinya.

e. *Capital intensity*. Variabel ini menunjukkan tingkat *capital intensity* perusahaan. Makin tinggi nilainya menunjukkan perusahaan yang bersifat padat modal.

3. Nilai IMR yang didapat pada poin 2, dimasukkan sebagai *regressor* tambahan model empiris pada Persamaan (4) untuk mendapatkan estimasi koefisien ρ , δ_1 , dan δ_2 yang konsisten. Sehingga, Persamaan (4) akan menjadi:

$$\left(\frac{TFP}{TFP}\right)_{ijt}^* = \mu_i + \rho \frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}} + \delta_1 \sum_{k \neq j}^n W_{kj}^{io} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}} + \delta_2 \sum_{k \neq j}^n W_{kj}^{tf} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}} + \eta_1 Foreign_{ijt} + \eta_2 Firm\ Size_{ijt} + \eta_3 umur_{ijt} + \eta_4 (umur_{ijt})^2 + \lambda(\eta'Z_{ijt}) + e_{ijt} \quad (7)$$

dengan $\left(\frac{TFP}{TFP}\right)_{ijt}^*$ akan diobservasi jika R&D Decision_{ijt} = 1.

Probability to do R&D

Untuk mengidentifikasi adanya pengaruh R&D *spillovers* terhadap peningkatan produktivitas (TFP growth) perusahaan, dibangun model empiris di Persamaan (4) dengan dasar R&D intensity atau nilai pengeluaran atau investasi R&D yang dikeluarkan oleh perusahaan. Di sisi lain, model empiris tersebut juga dapat dibangun dari R&D decision yang diambil oleh perusahaan, yaitu dampak yang ditimbulkan oleh R&D *spillovers* terhadap TFP growth apabila perusahaan mengubah keputusannya dari tidak melakukan R&D menjadi memutuskan untuk melakukan R&D. Oleh karena itu, model ini dibangun atas dasar tingkat probabilitas keputusan perusahaan untuk melakukan R&D yaitu memodifikasi model empiris Persamaan (4) dengan mensubstitusi variabel independen yang digunakan dari semula nilai R&D intensity menjadi nilai probabilitas tiap perusahaan untuk melakukan R&D. Pengembangan model dilakukan melalui dua tahap, yaitu:

- Menghitung probabilitas dari Persamaan (5) untuk melihat penentu perubahan keputusan R&D masing-masing perusahaan dari tidak melakukan R&D menjadi melakukan R&D. Dalam menghitung nilai probabilitas, digunakan estimasi model *Conditional Logit/Fixed Effect Logit Model*. Alasan dalam menggunakan estimasi ini adalah seperti yang dikemukakan oleh Williams (2018) dalam penelitiannya bahwa *Conditional Logit/Fixed Effect Logit Model* digunakan untuk melihat penentu dari variabilitas keputusan yang terjadi pada setiap individu, dalam hal ini perubahan keputusan yang diambil perusahaan dari tidak melakukan R&D menjadi melakukan R&D. Di samping itu, estimasi yang dihasilkan akan efisien,

tidak rentan terhadap *omitted variable bias*, dan dapat mengontrol variabel yang bersifat *time invariant*.

2. Tahap selanjutnya, melakukan regresi *fixed effect model* dengan menjadikan nilai probabilitas pada poin 1 sebagai *proxy* nilai R&D *intensity* sehingga persamaan model empiris (4) dapat dibentuk menjadi:

$$\begin{aligned} \left(\frac{TFP}{TFP}\right)_{ijt} = & \mu_i + \rho'p(R\&D\ Decision_{ijt}) + \\ & \delta'_1 \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{io} p(R\&D\ Decision_{ikt}) + \\ & \delta'_2 \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{tf} p(R\&D\ Decision_{ikt}) + \\ & \eta'X_{ijt} + u_{ijt} \end{aligned} \quad (8)$$

dengan $p(R\&D\ Decision_{ijt})$ adalah nilai probabilitas kecenderungan keputusan yang diambil oleh setiap perusahaan i pada sektor industri j di tahun ke- t untuk melakukan R&D. ρ' menunjukkan dampak/efek dari probabilitas R&D *decision* yang diambil oleh perusahaan terhadap TFP *growth*. δ'_1 menunjukkan dampak/efek *trade spillover* terhadap TFP *growth* perusahaan yang akan didapat melalui perdagangan input antara atas probabilitas R&D *decision* yang diambil oleh perusahaan pada sektor industri lainnya. δ'_2 menunjukkan dampak/efek *technology flow spillover* terhadap TFP *growth* perusahaan yang akan didapat melalui aliran teknologi atas probabilitas R&D *decision* yang diambil oleh perusahaan pada sektor industri lainnya.

HIPOTESIS PENELITIAN

Dalam mengestimasi ketiga spesifikasi model empiris, yaitu (A) model empiris tanpa adanya endogenitas R&D, (B) model empiris dengan mempertimbangkan endogenitas R&D, dan (C) model empiris dengan kriteria probability to do R&D, digunakan tiga jenis kriteria, yaitu:

A. Estimasi model tanpa adanya efek R&D spillovers
R&D *spillovers* pada Persamaan (4) dan (7) akan diestimasi pada tingkat $\delta_1 = \delta_2 = 0$ serta Persamaan (8) pada tingkat $\delta'_1 = \delta'_2 = 0$.

B. Estimasi model adanya efek parsial dari R&D spillovers (perdagangan atau aliran teknologi)

Dengan menggunakan persamaan model empiris (4), (7), dan (8), estimasi dilakukan untuk menghitung dampak adanya efek parsial dari R&D *spillovers*, *trade spillover*, dan *technology flow spillover* terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). R&D *spillovers* pada Persamaan (4) dan (7) akan diestimasi pada tingkat $\delta_1 = 0$ atau $\delta_2 = 0$ dan pada Persamaan (8) pada tingkat $\delta'_1 = 0$ atau $\delta'_2 = 0$.

C. Estimasi Model Gabungan dari R&D spillovers (perdagangan dan aliran teknologi)

Dalam penelitian ini digunakan juga model gabungan untuk memperlihatkan dampak/efek gabungan dari *trade spillover* dan *technology flow spillover* terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*).

Untuk menjawab tujuan penelitian, maka pengujian hipotesis diarahkan terhadap:

1. Memberikan bukti informasi baru tentang adanya R&D *spillovers* dalam bentuk *trade spillover* dan *technology flow spillover* yang memiliki pengaruh terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri manufaktur di Indonesia.

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mencari nilai $\frac{\partial \left(\frac{TFP}{TFP}\right)_{ijt}}{\partial \frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}}}$ terhadap keseluruhan spesifikasi model

empiris (4), (7), dan (8). Nilai koefisien *trade spillover* (δ_1) dan koefisien *technology flow spillover* (δ_2) diekspektasikan bernilai $\neq 0$.

2. Jalur utama transmisi R&D *spillovers* di Indonesia adalah melalui jalur perdagangan (*trade spillover*). Pengujian hipotesis dilakukan dengan melihat nilai koefisien *trade spillover* (δ_1) dan koefisien *technology flow spillover* (δ_2). Nilai koefisien *trade spillover* (δ_1) diekspektasikan $>$ koefisien *technology flow spillover* (δ_2).

Setelah pengujian terhadap hipotesis penelitian dilakukan, tahapan selanjutnya adalah menguji *robustness* dari model. Pengujian atas *robustness* dilakukan dengan tiga cara, yaitu mengambil data subsampel, khususnya untuk sektor industri yang sensitif terhadap pengambilan keputusan untuk melakukan R&D ($R\&D\ decision = 1$), *menge-drop* data sampel tahun pengamatan yang jumlah observasinya menyebabkan *unbalanced data*, dan memasukkan *time dummy* ke dalam persamaan model empiris.

Variabel Dependen

Dalam penelitian ini, variabel dependen yang digunakan adalah peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Nilai TFP *growth* dihitung dengan cara estimasi menggunakan metode Levinsohn-Petrin (LP) sebagaimana yang dikembangkan dalam penelitian Kusumaningrum (2017). Menurut Kusumaningrum (2017), metode LP dapat memberikan koefisien estimasi yang lebih konsisten dibandingkan dengan teknik pengujian OLS. Lichtenberg & Siegel (1991) mengemukakan bahwa salah satu permasalahan penelitian mengenai estimasi TFP *growth* pada level perusahaan adalah pengukuran dilakukan dengan berbasiskan pada informasi input dan *output* yang tidak lengkap, seperti tidak adanya data mengenai kapital dan tingkat utilitasnya yang digunakan perusahaan untuk memproduksi. Rovigatti dan Mollisi (2017) berpendapat bahwa penggunaan input antara sebagai variabel proksi digunakan untuk mengatasi banyaknya data investasi berupa kapital di level perusahaan yang bernilai 0. Hal tersebut menjadi pertimbangan karena dengan menggunakan metode LP, konsumsi listrik dapat menjadi alternatif sebagai input antara dan dapat digunakan untuk mengukur tingkat utilisasi kapital.

Model estimasi TFP *growth* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$TFP_{ijt} = y_{ijt} - \phi_t(e_{ijt}, c_{ijt}) - \alpha_i l_{ijt} \quad (9)$$

Selanjutnya dari estimasi nilai TFP pada Persamaan (9) tersebut, dikonversi ke dalam *log* natural untuk menjadi TFP *growth*. Berikut ini adalah daftar variabel yang digunakan untuk mengestimasi nilai TFP.

1. Nilai *value added* (*y*)

Value added perusahaan merupakan nilai tambah yang dihasilkan oleh perusahaan *i* pada sektor *j* untuk tahun *t*. Data yang digunakan diambil dari Survei IBS-BPS untuk periode tahun 1995-2006. Selanjutnya, nilai tersebut dikonversi dengan menggunakan harga konstan pada tahun dasar 2000.

2. Nilai *tangible capital* (*c*)

Nilai *tangible capital* dihitung berdasarkan nilai total taksiran aset tetap yang dimiliki perusahaan pada akhir tahun. Selanjutnya, nilai tersebut dikonversi dengan menggunakan harga konstan pada tahun dasar 2000 (2000=100).

3. Konsumsi Listrik (*e*)

Nilai konsumsi listrik dihitung berdasarkan jumlah listrik yang dibeli, baik dari PLN maupun nonPLN, ditambah jumlah listrik yang diproduksi sendiri, dan dikurangi jumlah listrik yang dijual. Nilai ini menjadi proksi untuk *unobserved productivity shock*.

4. Jumlah tenaga kerja (*l*)

Data tenaga kerja yang digunakan adalah data tenaga kerja produksi.

Variabel Independen

Terdapat tujuh jenis variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuh variabel tersebut dibagi untuk dua jenis persamaan model empiris.

Pertama, untuk persamaan model empiris (4) dan (7), jenis variabel independen yang digunakan:

1. R&D *intensity* ($\frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}}$) (%)

Nilai R&D *intensity* (%) diukur dari persentase rasio nilai R&D *expenditure* (Rp.) terhadap total *output* jumlah produksi (Rp.) perusahaan *i* pada sektor industri *j* di tahun *t*.

2. R&D *spillovers* via *trade* atau disebut *trade spillover*

$$\left(\sum_{k \neq j}^n W_{kj}^{io} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}}\right) (\%)$$

Nilai *trade spillover* (%) untuk perusahaan *i* pada sektor industri *j* di tahun *t* dihitung berdasarkan jumlah dari total perkalian bobot perdagangan (*io*) input antara yang dilakukan dari masing-masing sektor industri *k* ke sektor industri *j* dengan R&D *intensity* (%) perusahaan *i* pada sektor industri *k* di tahun *t*. Bobot perdagangan (*io*) input antara ini disusun berdasarkan matriks input-*output* perdagangan domestik dari input antara

antarsektor industri di Indonesia dengan menggunakan basis data yang dirilis oleh OECD (2019).

3. R&D *spillovers* via *technology flow* atau disebut *technology flow spillover* ($\sum_{k \neq j}^n W_{kj}^{tf} \frac{RDexp_{ikt}}{Y_{ikt}}$)

Nilai *technology flow spillover* (%) untuk perusahaan *i* pada sektor industri *j* di tahun *t* dihitung berdasarkan jumlah dari total perkalian bobot aliran teknologi (*tf*) yang berasal dari masing-masing sektor industri *k* sebagai penghasil inovasi untuk dipakai pada sektor industri *j* dengan R&D *intensity* (%) perusahaan *i* pada sektor industri *k* di tahun *t*. Bobot aliran teknologi (*tf*) ini disusun berdasarkan matriks aliran teknologi antarsektor industri di Indonesia yang diadopsi dari penelitian yang dilakukan oleh Keller (2001). Satu hal yang menjadi titik lemah dalam penelitian ini adalah cara penyusunan matriks aliran teknologi (*tf*) yang dikembangkan oleh Keller (2001). Keller (2001) mengambil dasar penelitian yang dibangun oleh Evenson *et al.* (1991) dalam menyusun matriks tersebut, yaitu menggunakan informasi yang diturunkan dari sekitar 180.000 paten inovasi yang dikembangkan di Kanada sepanjang tahun 1978-1987. Sehingga, terdapat penggunaan asumsi yang kuat dalam penelitian ini, yaitu struktur industri penghasil dan pemakai inovasi di Indonesia sama dengan yang terdapat di Kanada. Cara lain yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah menggunakan konsep matriks kesamaan atau kedekatan teknologi antar perusahaan yang dikembangkan oleh Jaffe (1986) dan Aiello dan Cardamone (2008). Matriks tersebut disusun berdasarkan informasi kedekatan teknologi antar sektor dengan menggunakan klasifikasi paten antar beberapa jenis kategori teknologi untuk memposisikan karakteristik masing-masing perusahaan dalam matriks kedekatan teknologi maupun kedekatan geografis antar perusahaan. Namun, hal tersebut menjadi kendala bagi penulis karena minimnya informasi mengenai data paten, terbatasnya data dan karakteristik paten teknologi yang didapatkan maupun data geografis perusahaan di masing-masing sektor industri manufaktur di Indonesia yang cukup *reliable*. Keterbatasan waktu penelitian dalam menyusun matriks kesamaan atau kedekatan teknologi untuk masing-masing sektor industri di Indonesia juga menjadi salah satu penyebab kendala terjadi. Sehingga, dalam hal ini, penulis menggunakan konsep yang dikembangkan oleh Keller (2001).

Kedua, untuk persamaan seleksi (5), variabel independen yang digunakan adalah keputusan perusahaan untuk melakukan R&D ($R\&D\ Decision_{ijt}$). Variabel $R\&D\ Decision_{ijt}$ menunjukkan keputusan R&D yang diambil perusahaan *i* pada sektor industri *j* di tahun *t*. Nilai $R\&D\ Decision_{ijt} = 0$ jika perusahaan memutuskan untuk

tidak melakukan R&D dan $R\&D\ Decision_{ijt} = 1$ jika perusahaan memutuskan untuk melakukan R&D.

Ketiga, untuk Persamaan (8), variabel independen yang digunakan di antaranya:

1. Probabilitas keputusan perusahaan melakukan R&D ($p(R\&D\ Decision_{ijt})$)

Nilai $p(R\&D\ Decision_{ijt})$ merupakan nilai probabilitas kecenderungan dari keputusan yang diambil oleh setiap perusahaan i pada sektor industri j di tahun ke- t untuk melakukan R&D. Nilai p didapatkan melalui prediksi nilai probabilitas *positive outcome* dari hasil estimasi *conditional logit/fixed effect logit* model pada Persamaan (5). Prediksi nilai probabilitas *positive outcome* mensyaratkan terjadinya perubahan keputusan perusahaan dari $R\&D\ decision = 0$ (tidak melakukan R&D) menjadi $R\&D\ decision = 1$ (melakukan R&D).

2. Probabilitas terjadinya *trade spillover* ($p(k_{ijt}^R) = \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{io} p(R\&D\ Decision_{ikt})$)

Nilai probabilitas terjadinya *trade spillover* merupakan nilai potensi terjadinya *trade spillover* yang akan didapat perusahaan melalui perdagangan input antara atas probabilitas perubahan keputusan dari $R\&D\ decision = 0$ (tidak melakukan R&D) menjadi $R\&D\ decision = 1$ (melakukan R&D) yang diambil oleh perusahaan pada sektor industri lainnya. Nilai probabilitas terjadinya *trade spillover* untuk perusahaan i pada sektor industri j di tahun t ($p(k_{ijt}^R)$) dihitung berdasarkan jumlah dari total perkalian bobot perdagangan (io) input antara yang dilakukan dari masing-masing sektor industri k ke sektor industri j dengan $p(R\&D\ Decision_{ikt})$ perusahaan i pada sektor industri k di tahun t .

3. Probabilitas terjadinya *technology flow spillover* ($p(k_{ijt}^K) = \sum_{k \neq j}^n w_{kj}^{io} p(R\&D\ Decision_{ikt})$)

Nilai probabilitas terjadinya *technology flow spillover* merupakan nilai potensi terjadinya *technology flow spillover* yang akan didapat perusahaan melalui aliran teknologi atas probabilitas perubahan keputusan dari $R\&D\ decision = 0$ (tidak melakukan R&D) menjadi $R\&D\ decision = 1$ (melakukan R&D) yang diambil oleh perusahaan pada sektor industri lainnya. Nilai probabilitas terjadinya *technology flow spillover* untuk perusahaan i pada sektor industri j di tahun t ($p(k_{ijt}^K)$) dihitung berdasarkan jumlah dari total perkalian bobot aliran teknologi yang dilakukan dari masing-masing sektor industri k ke sektor industri j dengan $p(R\&D\ Decision_{ikt})$ perusahaan i pada sektor industri k di tahun t .

Variabel Eksogen

Berikut ini beberapa variabel eksogen yang digunakan untuk Persamaan (4), (7), dan (8):

1. Kepemilikan Modal Asing ($Foreign_{ijt}$)

Variabel *dummy* yang menunjukkan ada atau tidak adanya modal asing di perusahaan. Nilai $Foreign_{ijt} = 0$ jika perusahaan i pada sektor industri j di tahun t tidak memiliki modal asing dalam struktur permodalannya dan sebaliknya, $Foreign_{ijt} = 1$ jika perusahaan i pada sektor industri j di tahun t memiliki modal asing dalam struktur permodalannya.

2. Ukuran Perusahaan ($Firm\ Size_{ijt}$) (%)

$Firm\ Size_{ijt}$ dihitung berdasarkan *log natural* total tenaga kerja perusahaan i pada sektor industri j di tahun t . Nilai kuadrat dari variabel $Firm\ Size$ dimaksudkan untuk menangkap kemungkinan hubungan nonlinier antara $Firm\ Size$ dan $R\&D\ decision$.

3. Umur Perusahaan ($Umur_{ijt}$) (Tahun)

Variabel ini menunjukkan umur perusahaan semenjak mulai berproduksi. Nilai kuadrat dari umur perusahaan dimaksudkan untuk menangkap kemungkinan hubungan nonlinier antara umur perusahaan dan $R\&D\ decision$.

4. *Propensity to Export* ($Export\ Propensity_{ijt}$) (%)

$Export\ Propensity_{ijt}$ dihitung berdasarkan persentase jumlah hasil produksi perusahaan i pada sektor industri j yang diekspor pada tahun t .

5. *Capital Intensity* ($(K/L)_{ijt}$) (Rp/Orang)

$(K/L)_{ijt}$ dihitung berdasarkan rasio kapital (*tangible*) terhadap total tenaga kerja untuk perusahaan i pada sektor industri j di tahun t . Penghitungan kapital menggunakan indeks harga konstan tahun 2000 (2000=100).

DATA & ANALISIS DESKRIPTIF

Secara umum, data primer yang digunakan adalah data panel industri yang berasal dari *Survey Industri Skala Besar dan Sedang (IBS)* oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang diambil dalam periode tahunan untuk rentang waktu 12 tahun pengukuran, yakni tahun 1995 hingga 2006. Namun, data $R\&D\ expenditures$ yang tersedia hanya pada tahun 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, dan 2006. Oleh karena itu, data yang digunakan pada penelitian ini hanya di tahun tersebut. Jenis data yang digunakan adalah data pada level perusahaan dan dua digit *ISIC rev.3* untuk klasifikasi sektor industri manufaktur di Indonesia sebagaimana tercantum pada Tabel 1 bagian Lampiran. Variabel $R\&D\ expenditures$, *output* jumlah produksi, dan kapital dikonversi menjadi nilai riil dengan menggunakan indeks harga konstan tahun 2000 (2000=100). Indeks harga yang digunakan adalah Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB). Untuk kepentingan analisis persamaan model (4), (7), dan (8), pemakaian data panel bersifat *unbalanced* tidak dapat dihindari. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah data yang signifikan memiliki *missing values* karena perusahaan tidak melaporkan nilai dari variabel tersebut.

Oleh karena itu untuk kepentingan analisis estimasi persamaan model empiris (5), (7), dan (8), perlu terlebih dahulu dilakukan proses *cleaning* data untuk menghilangkan *missing values* dari data. Setelah didapatkan keseragaman jumlah observasi, selanjutnya penggunaan estimasi panel *fixed effect* dapat mengatasi karakteristik data yang bersifat *unbalanced* tersebut. Total *baseline* jumlah observasi yang digunakan adalah sebanyak 88.741 observasi dengan jumlah perusahaan sebanyak 34.971 perusahaan. Statistika deskriptif dan hasil *cleaning* data dapat dilihat di Tabel 2 dan 3 pada Lampiran.

Karakteristik R&D di Sektor Industri Manufaktur di Indonesia

Diketahui dari data yang diolah sejumlah 88.741 observasi, jumlah observasi yang menunjukkan R&D *decision* = 0 atau frekuensi nilai R&D *expenditures* yang bernilai Rp.0,- adalah sebanyak 81.995 data atau 92,4% dan hanya sebesar 6.746 atau 7,6% dari total observasi yang memiliki nilai R&D *decision* = 1 (nilai R&D > Rp.0,-). Dengan memperhitungkan seluruh keputusan yang diambil perusahaan terkait R&D, R&D *decision* = 0 dan R&D *decision* = 1, jika dilihat perbandingan nilai rata-rata R&D *intensity* (%) per sektor industri, sektor yang memiliki nilai rata-rata R&D *intensity* (%) tertinggi adalah sektor industri radio, televisi, dan peralatan komunikasi (ISIC 32) dengan nilai 0,57%. Menelusik lebih jauh terhadap data observasi yang menunjukkan nilai R&D *decision* = 1, perusahaan sektor industri yang melaporkan jumlah observasi R&D *decision* = 1 terbanyak adalah pada sektor industri makanan dan minuman (ISIC 15), sebanyak 1.512 Perusahaan. Adapun jika data observasi dikelompokkan menggunakan nilai rata-rata R&D *intensity*, sektor yang memiliki nilai rata-rata R&D *intensity* (%) tertinggi adalah sektor industri radio, televisi, dan peralatan komunikasi (ISIC 32) sebesar 3,04%.

Sektor industri yang paling tinggi menerima *trade spillover* aktivitas R&D adalah sektor industri mesin listrik (ISIC 31) dengan nilai 0,046%. Hal ini disebabkan sektor industri tersebut memiliki 'keran' perdagangan antar sektor yang lebih banyak dibandingkan sektor industri lainnya dalam mendapatkan *input* antara yang dibutuhkan. Sehingga sektor industri mesin listrik akan mendapatkan potensi *benefit* yang lebih besar dari aktivitas R&D yang dilakukan oleh sektor industri lainnya.

Sektor industri yang paling tinggi menerima *technology flow spillover* dari adanya aktivitas R&D, yaitu sektor industri kimia dan barang-barang dari kimia (ISIC 24) dengan nilai 0,15%. Tingginya nilai *technology flow spillover* pada sektor industri kimia dan barang-barang dari kimia (ISIC 24) dapat terjadi karena sektor tersebut banyak memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan sektor industri lainnya. Secara tidak langsung, sektor industri kimia dan barang-barang dari kimia (ISIC 24) akan mendapatkan potensi *benefit* dari aktivitas R&D yang

dilakukan oleh sektor industri lainnya. Nilai 0 pada sektor industri furnitur (ISIC 36) dan industri daur ulang (ISIC 37) terjadi dikarenakan penyusunan matriks aliran teknologi (tf) dibangun menggunakan penelitian yang dikembangkan oleh Keller (2001). Matriks aliran teknologi tersebut disusun menggunakan informasi 180.000 paten inovasi yang dikembangkan di Kanada sepanjang tahun 1978-1987. Pada rentang waktu tersebut, klasifikasi industri untuk ISIC 36 dan 37 belum tersedia. Hal tersebut tentunya menjadi keterbatasan dari penelitian ini. Sehingga perlu menjadi pertimbangan untuk tahap selanjutnya. Matriks aliran teknologi dapat dilihat pada Tabel 4 bagian Lampiran.

Karakteristik TFP Growth pada Sektor Industri Manufaktur di Indonesia

Perkembangan TFP *growth* (%) sektor industri manufaktur di Indonesia sepanjang tahun pengamatan mengalami penurunan, tahun 1995 sebesar 10,27% menjadi 9,8% di tahun 2006. Adapun jika dilihat per sektor industri selama periode 6 tahun pengamatan, diketahui bahwa sektor industri yang mencatatkan TFP *growth* (%) tertinggi adalah sektor industri mesin dan pengolahan data (ISIC 30) dengan nilai 12,1%. Lebih lanjut, apabila perkembangan TFP *growth* per sektor industri dikategorikan pada tingkat R&D *decision* = 1, sektor industri yang memiliki TFP *growth* tertinggi adalah sektor industri logam dasar (ISIC 27), sebesar 12,8%. Perbedaan yang terjadi adalah nilai TFP *growth* pada sektor industri yang melakukan R&D, R&D *decision* = 1, mencatatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya, untuk ISIC 27, nilai TFP *growth* mengalami peningkatan dari 11,8% menjadi 12,8%. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh dari keputusan dalam melakukan R&D terhadap TFP *growth* perusahaan di satu sektor.

HASIL & DISKUSI

Hasil Estimasi Heckman Two Step

Hal yang pertama kali dilakukan dalam mengestimasi model empiris adalah menguji signifikansi nilai IMR untuk menguji adanya permasalahan *sample selection*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5. Seluruh nilai IMR menunjukkan hasil yang negatif dan signifikan, hal ini berarti bahwa terdapat permasalahan *sample selection* pada data. Jika dilakukan regresi dengan menggunakan model panel *fixed effect* biasa tanpa mempertimbangkan adanya selektivitas dari R&D akan menghasilkan estimasi yang bias dan tidak konsisten. Untuk memecahkan permasalahan tersebut, digunakan metode estimasi Heckman *two step*.

Tabel 5 menunjukkan perbandingan hasil estimasi Heckman *two step* dari ketiga spesifikasi model. Berikut ini adalah interpretasi terhadap hasil estimasi:

1. Kolom pertama menunjukkan hasil estimasi untuk model tanpa adanya efek R&D *spillovers*. Koefisien

- R&D *intensity* perusahaan (ρ) bernilai negatif, namun tidak signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*).
2. Kolom kedua dan ketiga menunjukkan hasil estimasi model efek parsial untuk kedua jenis *spillovers*, R&D *spillovers* melalui perdagangan (*trade spillover*), dan melalui aliran teknologi (*technology flow spillover*). Koefisien R&D *intensity* perusahaan (ρ) pada model *partial effect trade spillover* bernilai negatif dan signifikan, sedangkan pada model *partial effect technology flow spillover* bernilai negatif, namun tidak signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Adapun koefisien *trade spillover* (δ_1) bernilai positif, namun tidak signifikan, sedangkan *technology flow spillover* (δ_2) bernilai positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Nilai koefisien *technology flow spillover* (δ_2) sebesar 0,53 memiliki arti, jika ada perusahaan di sektor industri B yang memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan perusahaan di sektor industri A yang meningkatkan R&D *intensity*-nya sebesar 1%, akan meningkatkan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri A sebesar 0,53%.
 3. Kolom keempat menunjukkan hasil estimasi untuk model gabungan atau secara keseluruhan. Koefisien R&D *intensity* perusahaan (ρ) bernilai negatif, namun tidak signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Adapun koefisien *trade spillover* (δ_1) dan *technology flow spillover* (δ_2) bernilai positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Nilai koefisien *trade spillover* (δ_1) sebesar 5,3 memiliki arti, jika ada perusahaan di sektor industri B yang memiliki hubungan perdagangan dengan perusahaan di sektor industri A yang meningkatkan R&D *intensity*-nya sebesar 1%, akan meningkatkan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri A sebesar 5,3%. Nilai koefisien *technology flow spillover* (δ_2) sebesar 0,6 memiliki arti, jika ada perusahaan di sektor industri B yang memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan perusahaan di sektor industri A yang meningkatkan R&D *intensity*-nya sebesar 1%, akan meningkatkan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri A sebesar 0,6%.
 4. Pada model *spillovers* gabungan, nilai koefisien *trade spillover* (δ_1) > *technology flow spillover* (δ_2). Hal ini mengindikasikan peran perdagangan tetap dominan sebagai jalur transmisi R&D *spillovers*. Tingginya frekuensi perdagangan domestik antarsektor industri secara tidak langsung memberikan pengaruh bagi R&D untuk *spilling over* antarsektor yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan.
 5. Terlihat perbedaan nilai hasil uji *wald chi squared* di antara ketiga spesifikasi model di atas dengan nilai tertinggi dicapai pada model gabungan. Hasil ini menunjukkan konsistensi dengan nilai uji untuk model tanpa adanya R&D *spillovers effect* pada nilai terendah diikuti dengan model selanjutnya, yaitu dengan model efek parsial.
 6. Ukuran perusahaan (*Firm Size*), umur perusahaan (*Umur*) dan adanya kepemilikan modal asing (*Foreign*) di perusahaan memiliki dampak positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Variabel kuadrat dari umur perusahaan (*Umur*²) bernilai negatif dan signifikan terhadap TFP *growth*. Hal ini berarti terdapat *diminishing rate* dari peningkatan umur perusahaan terhadap peningkatan produktivitas. Pada umur tertentu, perusahaan akan mencapai titik optimal TFP *growth* tertinggi, namun makin bertambahnya umur akan menurunkan tingkat TFP *growth*.
 7. Hasil estimasi terhadap variabel yang diinstrumentasikan, yaitu R&D *decision*, menunjukkan bahwa ukuran perusahaan (*Firm Size*) dan adanya kepemilikan modal asing (*Foreign*) memiliki dampak yang positif dan signifikan terhadap keputusan perusahaan untuk melakukan R&D. Hal ini berarti adanya pemodal asing dan semakin besar ukuran perusahaan, akan makin tinggi kecenderungan perusahaan untuk berinvestasi di R&D. Hal yang sebaliknya terjadi pada nilai kuadrat dari ukuran perusahaan (*Firm Size*²). Insentif perusahaan untuk melakukan R&D atau berinvestasi R&D akan bertumbuh secara *diminishing rate*, dalam arti kecenderungan perusahaan untuk berinvestasi di R&D akan mencapai titik optimal pada ukuran tertentu. Namun, setelah melewati titik optimal tersebut, ukuran perusahaan tidak lagi menjadi faktor utama bagi perusahaan untuk berinvestasi di R&D. Variabel *propensity to export* bernilai negatif dan signifikan menunjukkan makin bertambah umur perusahaan menyebabkan insentif perusahaan untuk memutuskan melakukan R&D makin kecil dan tingginya kecenderungan ekspor menyebabkan perusahaan cenderung untuk memutuskan untuk tidak melakukan R&D. Variabel *umur* bernilai negatif dan signifikan, sedangkan variabel *umur*² bernilai positif dan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa di awal perusahaan berproduksi akan cenderung memutuskan untuk tidak melakukan R&D, namun seiring bertambahnya usia perusahaan, keputusan perusahaan akan berubah menjadi cenderung untuk berinvestasi di R&D. Koefisien *capital intensity* bernilai negatif, namun tidak signifikan.
 8. Jika dilakukan perbandingan terhadap hasil data panel sebagaimana tercantum pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa penggunaan variabel instrumen dapat dikatakan *over identified*. Hal ini dapat dilihat dari jumlah variabel yang endogen sebanyak tiga variabel, yaitu

R&D intensity (%), trade spillover, dan technology flow spillover (%), sedangkan variabel yang diinstrumentasikan adalah R&D decision, dan penggunaan variabel instrumen terdiri atas tujuh variabel, yaitu firm size, firm size², umur, umur², foreign, capital intensity, dan propensity to export. Estimasi Heckman two step atas variabel R&D intensity (%), trade spillover, dan technology flow spillover (%) menghasilkan koefisien yang lebih tinggi dibandingkan koefisien yang dihasilkan dari estimasi panel fixed effect biasa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa adanya variabel instrumen akan berdampak positif pada peningkatan koefisien variabel R&D spillovers (trade spillover dan technology flow spillover). Jika regresi dilakukan secara panel fixed effect biasa akan meng-*underestimate* nilai koefisien variabel R&D spillovers tersebut.

Hasil Estimasi Probability to do R&D

Estimasi ini dilakukan untuk melihat dampak yang ditimbulkan oleh R&D spillovers terhadap TFP growth jika dilihat dari perubahan keputusan perusahaan dari tidak melakukan R&D menjadi memutuskan untuk melakukan R&D. Estimasi ini juga dilakukan untuk mengatasi potensi masalah keterbatasan data R&D intensity (%) yang tersedia. Sebagaimana tercantum pada Tabel 5, jumlah *uncensored observation* hanya sebesar 6.746 dari total observasi 88.741. Tabel 7 menunjukkan perbandingan hasil estimasi Probability to do R&D untuk ketiga spesifikasi model.

Adapun interpretasi atas hasil estimasinya dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kolom pertama menunjukkan hasil estimasi untuk model tanpa adanya efek R&D spillovers. Koefisien probability to do R&D (ρ') bernilai positif dan signifikan terhadap pertumbuhan produktivitas (TFP growth). Hal ini berarti, jika ada penambahan perusahaan yang melakukan R&D sebesar 1% akan meningkatkan TFP growth sebesar 1,02%.
2. Kolom kedua dan ketiga menunjukkan hasil estimasi model efek parsial untuk kedua jenis spillovers, yakni R&D spillovers melalui perdagangan (trade spillover) dan melalui aliran teknologi (technology flow spillover). Hasil estimasi menunjukkan koefisien probabilitas R&D Decision (ρ') terhadap pertumbuhan produktivitas (TFP growth) bernilai positif dan signifikan. Begitu pula dengan koefisien probability trade spillover (δ_1') dan probability technology flow spillover (δ_2'), juga bernilai positif dan signifikan. Nilai koefisien probability trade spillover (δ_1') sebesar 0,26 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki hubungan perdagangan dengan perusahaan di sektor industri A, akan meningkatkan produktivitas (TFP growth) perusahaan di sektor industri A sebesar 0,26%. Nilai koefisien probability technology flow spillover (δ_2') sebesar -0,04 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan perusahaan di sektor industri A, maka akan menurunkan TFP growth perusahaan di sektor industri A sebesar 0,04%.
3. Kolom keempat menunjukkan hasil estimasi untuk model spillovers gabungan. Koefisien probabilitas R&D decision (ρ') bernilai positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP growth). Adapun koefisien probability trade spillover (δ_1') bernilai positif dan signifikan, sedangkan koefisien probability technology flow spillover (δ_2') bernilai negatif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP growth). Nilai koefisien (δ_1') sebesar 0,34 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki hubungan perdagangan dengan perusahaan di sektor industri A, akan meningkatkan produktivitas (TFP growth) perusahaan di sektor industri A sebesar 0,34%. Nilai koefisien (δ_2') sebesar -0,06 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan perusahaan di sektor industri A, maka akan menurunkan TFP growth perusahaan di sektor industri A sebesar 0,06%. Berdasarkan perbandingan nilai koefisien probability trade spillover (δ_1') dan probability technology flow spillover (δ_2') dapat disimpulkan peran perdagangan lebih dominan sebagai jalur transmisi R&D spillovers dibandingkan aliran teknologi.
4. Ukuran perusahaan (Firm Size) memiliki dampak negatif, namun tidak signifikan, sedangkan adanya kepemilikan modal asing (Foreign) di perusahaan memiliki dampak positif, namun tidak signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP growth). Variabel umur perusahaan juga berdampak positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas, sedangkan variabel kuadrat dari umur perusahaan (Umur²) bernilai positif dan signifikan terhadap TFP growth. Hal ini berarti terdapat increasing rate dari peningkatan umur perusahaan terhadap TFP growth, yaitu di awal perusahaan berproduksi akan cenderung terjadi penurunan TFP growth, namun seiring bertambahnya usia perusahaan, TFP growth perusahaan akan cenderung meningkat.

Perbandingan Hasil Estimasi Heckman Two Step dan Probability to do R&D

Perbandingan hasil estimasi Heckman *two step* dan *probability to do R&D* untuk spesifikasi model *spillovers* gabungan tersaji pada Tabel 8. Secara umum, kedua estimasi sama-sama menunjukkan dampak R&D *spillovers* yang positif dan signifikan. Jika dilihat dari nilai *wald chi squared* dan *F-statistics* untuk kedua model, dapat disimpulkan bahwa kedua model signifikan dan dapat digunakan untuk melakukan estimasi koefisien pada model. Adanya R&D *spillovers* akan memberikan dampak positif kepada peningkatan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan. Hasil estimasi dari koefisien R&D *spillovers* untuk kedua model menunjukkan bahwa *trade spillovers* lebih besar dampaknya dibandingkan *technology flow spillovers*. Hal ini mengindikasikan tingginya peran perdagangan yang dilakukan antar sektor sebagai *channel R&D spillover* dibandingkan dengan peran *technology flow*.

Kedua estimasi juga menyajikan analisis yang berbeda. Jika menggunakan estimasi model Heckman *two step*, dapat terlihat dampak dari perubahan nilai R&D *intensity* perusahaan di sektor industri lainnya, sedangkan estimasi model *Probability to do R&D* dapat melihat dampak dari perubahan keputusan perusahaan dalam melakukan R&D di sektor industri lainnya. Hal yang menarik adalah jika dilihat berdasarkan besaran nilai R&D *intensity* perusahaan, maka dampak dari *technology flow spillover* akan bernilai positif. Makin tinggi intensitas R&D yang dilakukan oleh perusahaan di sektor industri lain, maka *benefit spillover*, dalam bentuk TFP *growth* perusahaan akan makin tinggi. Namun, jika hanya dilihat dari perubahan keputusan perusahaan di sektor industri lain dari tidak melakukan R&D menjadi melakukan R&D, *spillover* tersebut akan memberikan dampak yang negatif terhadap TFP *growth* perusahaan. Hal ini dapat disebabkan sektor industri pemakai inovasi, di masa awal R&D akan membutuhkan biaya investasi dan *sunk cost* yang tinggi. Perlunya *adjustment* teknologi baru juga dapat membuat nilai TFP *growth* perusahaan di tahap awal akan menjadi negatif. Dalam konteks kebijakan pemerintah terkait R&D, peran atau insentif pemerintah tidak cukup hanya memperbanyak jumlah perusahaan untuk melakukan R&D, akan tetapi juga perlu diikuti adanya iklim atau insentif kebijakan lain dari pemerintah agar perusahaan-perusahaan, baik yang baru terlibat maupun yang sudah berpengalaman dalam aktivitas R&D, mampu dan tertarik untuk meningkatkan intensitasnya dalam berinvestasi di R&D.

Pengujian Robustness Hasil Estimasi Probability to do R&D

Pengujian *robustness* dilakukan terhadap model *spillovers* gabungan hasil estimasi *probability to do R&D*. Pada

penelitian ini pengujian *robustness* dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1. Memilih sektor yang memiliki jumlah observasi terbanyak untuk keputusan perusahaan melakukan R&D (*R&D decision* = 1), dalam hal ini sektor industri makanan dan minuman (ISIC 15).

Hasil pengujian *robustness* pada model *spillovers* gabungan dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan hasil estimasi, untuk sektor ISIC 15, koefisien probabilitas R&D *decision* (ρ') bernilai positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Adapun *probability trade spillover* (δ_1') bernilai positif dan signifikan, sedangkan *probability technology flow spillover* (δ_2') bernilai negatif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Nilai koefisien (δ_1') sebesar 7,62 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki hubungan perdagangan dengan perusahaan di sektor industri A, akan meningkatkan produktivitas (TFP *growth*) perusahaan di sektor industri A sebesar 7,62%. Nilai koefisien (δ_2') sebesar -0,098 memiliki arti, jika terdapat peningkatan jumlah perusahaan yang memilih untuk melakukan R&D di sektor industri B sebesar 1%, dengan perusahaan tersebut memiliki kedekatan pemakaian teknologi dengan perusahaan di sektor industri A, maka akan menurunkan TFP *growth* perusahaan di sektor industri A sebesar 0,098%.

Jika diperbandingkan hasil estimasi pada Tabel 9 dengan Tabel 7, terjadi peningkatan nilai koefisien *probability trade spillover* (δ_1') pada sektor industri makanan dan minuman (ISIC 15) yang sangat tinggi yaitu dari 0,338 menjadi 7,62. Hasil ini menandakan bahwa *benefit* dari *spillover* R&D berupa TFP *growth* pada sektor industri makanan dan minuman (ISIC 15) sangat dominan didapatkan melalui jalur perdagangan dibandingkan melalui aliran teknologi.

Berdasarkan perbandingan nilai koefisien *probability trade spillover* (δ_1') dan *probability technology flow spillover* (δ_2') tersebut dapat disimpulkan peran perdagangan tetap dominan sebagai jalur transmisi R&D *spillovers*. Hasil yang didapatkan tersebut mengonfirmasi hasil estimasi *probability to do R&D* pada Tabel 7.

2. Men-drop data tahun pengamatan 2006.

Pengujian terhadap *robustness* model juga dilakukan pada karakteristik sifat *unbalanced* data. Sebagaimana telah dijelaskan pada subbab 3.5.1 tentang karakteristik data, salah satu penyebab sifat *unbalanced* data adalah banyaknya jumlah perusahaan yang hanya memiliki satu tahun pengamatan. Dalam hal ini, tahun pengamatan yang memiliki jumlah terbesar perusahaan yang hanya memiliki 1 tahun observasi adalah tahun 2006 (9.169 perusahaan). Sehingga, pengujian ini

dilakukan dengan men-*drop* data tahun 2006. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10. Jumlah observasi akan berkurang sebanyak 14.203 observasi menjadi 74.538 observasi dan jumlah perusahaan akan berkurang sebanyak 9.169 perusahaan menjadi 25.802 perusahaan.

Jika diperbandingkan hasil estimasi pada Tabel 10 dengan Tabel 7, diketahui bahwa koefisien probabilitas R&D *decision* (ρ') tetap bernilai positif dan signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*) pada nilai 0,986. Adapun koefisien *probability trade spillover* (δ_1') bernilai positif dan signifikan pada angka 2,57, sedangkan tanda koefisien *probability technology flow spillover* (δ_2') berubah menjadi positif pada angka 0,045, namun tidak signifikan terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*). Hasil ini menandakan bahwa dengan memasukkan data tahun 2006 akan meng-*underestimate* dampak *probability trade spillover* (δ_1') dan *probability technology flow spillover* (δ_2') terhadap TFP *growth*. Namun, berdasarkan perbandingan nilai koefisien *probability trade spillover* (δ_1') dan *probability technology flow spillover* (δ_2') tetap dapat disimpulkan peran perdagangan tetap dominan sebagai jalur transmisi R&D *spillovers*. Hasil yang didapatkan tersebut mengonfirmasi hasil estimasi yang didapatkan dengan *probability to do* R&D pada Tabel 7.

3. Estimasi *Probability to do* R&D dengan Memasukkan Faktor *Time Dummy*

Dengan memasukkan faktor *time dummy* pada estimasi *probability to do* R&D, akan didapatkan hasil pada Tabel 11. Jika faktor *time dummy* dimasukkan ke dalam persamaan model, dapat terlihat perbedaan nilai konstanta per tahun pengamatan. Koefisien *probability trade spillover* (δ_1') tetap bernilai positif, namun nilainya menurun menjadi 0,19. Hal ini menandakan bahwa adanya *time dummy* akan meng-*underestimate* efek dampak dari *trade spillover* terhadap TFP *growth*. Nilai koefisien *probability technology flow spillover* (δ_2') tetap bernilai negatif pada nilai -0,067 terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*).

Berdasarkan perbandingan nilai koefisien *probability trade spillover* (δ_1') dan *probability technology flow spillover* (δ_2') dapat disimpulkan peran perdagangan tetap dominan sebagai jalur transmisi R&D *spillovers*. Hasil yang didapatkan tersebut mengonfirmasi hasil estimasi *probability to do* R&D pada Tabel 7.

Big vs Small Companies Analysis

Hal yang menarik untuk dianalisis lebih lanjut adalah melihat perbedaan karakteristik dampak R&D *spillovers* terhadap TFP *growth* pada perusahaan besar dan perusahaan kecil. Kriteria yang ditetapkan dalam membagi kedua jenis perusahaan tersebut adalah menggunakan Pasal 6 Undang-Undang No. 20 Tahun 2008 tentang Usaha

Mikro, Kecil, dan Menengah. Kriteria perusahaan besar adalah perusahaan yang memiliki total nilai kekayaan bersih lebih besar dari Rp500.000.000.

Hasil estimasi sebagaimana tercantum pada Tabel 12 dapat dijabarkan sebagai berikut. Bagi perusahaan besar, koefisien *trade spillover* mencatatkan nilai negatif dan koefisien *technology flow spillover* mencatatkan nilai positif. Hal ini mengindikasikan bahwa perusahaan besar mendapatkan *benefit* dari R&D *spillovers* berupa TFP *growth*, utamanya melalui jalur aliran teknologi dibandingkan jalur perdagangan. Aliran teknologi dari sektor industri lain dapat ditangkap oleh perusahaan besar karena perusahaan besar memiliki sumber daya manusia (*resources*) dan finansial yang cukup untuk digunakan dalam melakukan riset terapan, pengembangan teknologi, pengembangan produk baru, dan implementasi perbaikan proses produksi dibandingkan perusahaan kecil. Sehingga, perusahaan besar dapat mengkapitalisasi pengembangan teknologi untuk peningkatan produktivitas perusahaan ke depannya.

Sebaliknya bagi perusahaan kecil, koefisien *trade spillover* mencatatkan nilai positif dan koefisien *technology flow spillover* mencatatkan nilai negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa perusahaan kecil justru akan mendapatkan *benefit* dari R&D *spillover* melalui jalur perdagangan. *Benefit* melalui jalur perdagangan tersebut secara tidak langsung akan didapatkan apabila perusahaan kecil terlibat di dalam rantai sistem produksi perusahaan lain, utamanya dengan perusahaan besar. Dalam proses produksinya, perusahaan besar membutuhkan pasokan barang antara (*intermediate input*) yang dapat diperoleh dari kemitraan dagang dengan perusahaan kecil. Umumnya, perusahaan besar akan memiliki standar spesifikasi input antara yang harus dipenuhi oleh mitra dagang tersebut guna menjaga kualitas hasil akhir produksi. Hal ini tentunya menyebabkan perusahaan besar dapat melakukan pendampingan, pembinaan atau pelatihan, pemodal, dan transfer pengetahuan kepada perusahaan kecil untuk memastikan barang input antara yang akan dikirimkan tetap sesuai dengan standar spesifikasi yang diminta. Hal inilah yang menjadi keuntungan secara tidak langsung bagi perusahaan kecil yang akan berakibat pada peningkatan produktivitas perusahaan.

Secara agregat, *spillover* dari R&D memberikan dampak sosial bagi seluruh entitas, baik perusahaan besar maupun kecil. Oleh karena itu, perlu upaya dan peran pemerintah untuk mencari cara supaya perusahaan-perusahaan industri skala besar di Indonesia dapat memberdayakan pelaku industri skala kecil sebagai mitra dalam rantai proses produksi. Adapun sebagai bahan penelitian ke depannya, perlunya analisis sensitivitas lebih lanjut mengenai perbedaan variasi dan *breakdown* kriteria dari perusahaan besar dan perusahaan kecil yang akan mendapatkan *benefit* TFP *growth* lebih tinggi melalui *trade spillover*

dibandingkan *technology flow spillover* dan begitu pula sebaliknya.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memberikan informasi baru adanya R&D *spillovers* dan dampaknya terhadap peningkatan produktivitas (TFP *growth*) pada perusahaan di sektor industri manufaktur di Indonesia serta menunjukkan bukti empiris bahwa jalur utama transmisi R&D *spillovers* di Indonesia adalah melalui jalur perdagangan. Dalam penelitian ini, dampak dari R&D *spillovers* dihitung dari dua sisi, yaitu melalui perdagangan dan aliran kedekatan teknologi antarsektor industri (*technology flow*).

Berdasarkan hasil estimasi model empiris, diketahui bahwa terjadi *sample selection problem*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi problem endogenitas tersebut adalah dengan menggunakan estimasi model Heckman *two step*. Diketahui dari estimasi model Heckman *two step* terhadap model *spillovers* gabungan, koefisien *trade spillover* (δ_1) bernilai positif dan signifikan pada angka 5,3% terhadap TFP *growth*, sedangkan koefisien *technology flow spillover* (δ_2) juga bernilai positif dan signifikan pada angka 0,61%. Adapun berdasarkan estimasi model *probability to do R&D* terhadap model *spillovers* gabungan, nilai koefisien *probability trade spillover* (δ_1') bernilai positif dan signifikan terhadap TFP *growth* pada angka 0,34%. Namun, koefisien *probability technology flow spillover* (δ_2') bernilai negatif dan signifikan pada angka -0,06%. Berdasarkan kedua hasil estimasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa terjadi R&D *spillovers* di level perusahaan pada sektor industri manufaktur di Indonesia. Di samping itu, kedua hasil estimasi juga mengonfirmasi bahwa jalur utama transmisi dari R&D *spillovers* di Indonesia adalah melalui jalur perdagangan.

Adapun sebagai bahan masukan penelitian ke depannya, untuk menghasilkan informasi yang lebih akurat, diperlukan jumlah data observasi dan perusahaan yang lebih representatif untuk menunjukkan adanya aktivitas R&D dan pembuatan matriks aliran teknologi yang harus menyesuaikan pada kondisi riil sektor industri manufaktur di Indonesia. Berdasarkan hasil analisis terhadap jenis ukuran perusahaan, yaitu perusahaan besar dan kecil di sektor manufaktur di Indonesia, terbukti bahwa *spillover* dari R&D memberikan dampak peningkatan produktivitas, namun melalui jalur transmisi yang berbeda. Perusahaan kecil akan mendapatkan *benefit* dari R&D *spillovers* melalui jalur perdagangan, sedangkan bagi perusahaan besar akan mendapatkan *benefit* dari R&D *spillovers* melalui jalur aliran teknologi. Analisis sensitivitas lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi perbedaan variasi dan *breakdown* kriteria dari perusahaan besar dan perusahaan kecil yang akan mendapatkan *benefit* lebih

tinggi melalui *trade spillover* maupun *technology flow spillover*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian artikel ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan, penulis sampaikan kepada Dr. Diah Widyawati, selaku dosen pembimbing selama perkuliahan Pasca Sarjana di Universitas Indonesia, Pusdiklat Industri BPSDMI Kementerian Perindustrian, yang telah memberikan beasiswa kepada penulis untuk menuntut ilmu di Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi, Keluarga Besar Inspektorat Jenderal Kementerian Perindustrian, Orang Tua, Istri dan Anak, atas doa, dukungan, dan semangatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiello, F., Cardamone, P. R&D spillovers and firms' performance in Italy. *Empirical Economics* 34, 143–166 (2008)
- Aldieri, L., Sena, V., Vinci, C. P. (2018). Domestic R&D Spillovers and Absorptive Capacity: Some Evidence for US, Europe, and Japan. *International Journal of Production Economics*, Vol.198, p.38-49.
- Audretsch, D., Belitski, M. (2020). The Role of R&D and Knowledge Spillovers in Innovation and Productivity. *European Economic Review*, Vol.123.
- Chen, S., Chen, Y., Liang, W., & Wang, Y. (2013). R&D Spillover Effects and Firm Performance Following R&D Increases. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(5), 1607-1634.
- Chyi, Y., Lai, Y., Liu, W. (2012). Knowledge Spillovers and Firm Performance in the High-Technology Industrial Cluster. *Research Policy*, Vol.41, p.556-564.
- Crespi, G., Criscuolo, C., Haskel, J.E., & Slaughter, M. (2008). *Productivity Growth, Knowledge Flows, and Spillovers*. Working Paper, 13959.
- Dustmann, C., Rochina-Barrachina, M.E. (2007). Selection Correction in Panel Data Models: An Application to the Estimation of Females' Wage Equations. *Econometrics Journal*, Vol.10, pp263-293.
- Evenson, R., Putnam, J., Kortum, S. (1991). Estimating Patent Counts by Industry Using the Yale Canada Concordance. *Final Report to the Science Foundation*, Yale University.
- Goto, A., & Suzuki, K. (1989). R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries. *The Review*

- of *Economics and Statistics*, Vol.71, No.4, pp.555-564.
- Griliches, Z. (1992). The Search for R&D Spillovers. The Scandinavian Journal of Economics, Vol. 94, Supplement. *Proceedings of a Symposium on Productivity Concepts and Measurement Problems: Welfare, Quality and Productivity in the Service Industries*, pp. S29-S4.
- Griliches, Z. & Lichtenberg, F.R. (1984). Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: a Reexamination. *Review of Economics & Statistics*, 66, 325-329.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P.(2009). Measuring Returns to R&D. *Handbook of The Economics of Innovation*.
- Heckman, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47:153-161.
- Input-output tables. (n.d.). Diunduh pada tanggal 7 Mei 2019, dari website: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IOTS>.
- Jaffe, A. (1986). Technological opportunity and spillover of R&D: evidence from firms patents, profits, and market value. *American Economic Review* 76, 984–1001.
- Jiang, Y., Qian, Y., Yao, T. (2016). R&D Spillover and Predictable Returns. *Review of Finance*, Volume 20, Issue 5, p. 1769–1797.
- Keller, W. (2001). Trade and The Transmission of Technology. *University of Texas, NBER, and CEPR*.
- Kusumaningrum, A. (2017). Liberalisasi Tarif Impor dan Proses Seleksi Pasar: Bukti Empiris dari Sektor Manufaktur di Indonesia. Depok: Universitas Indonesia.
- Lichtenberg, F. R., Siegel, D. (1991). The Impact of R&D Investment on Productivity – New Evidence using Linked R&D – LRD Data. *Economic Enquiry*, Vol.XXIX, 203-228.
- Medda, G., & Piga, C. A. (2013). Technological Spillovers and Productivity in Italian Manufacturing Firms. New York: Springer Science Business Media.
- Mohnen, P. & Lépine, N. (1991). R&D, R&D Spillovers and Payments For Technology: Canadian Evidence, *Structural Change and Economic Dynamics*, 2, 213-228.
- Rovigatti, G., Mollisi, V. (2017). Theory and Practice of TFP Estimation: The Control Function Approach Using STATA. Italy: Faculty of Economics and Management Bolzano.
- Singh, L. (2004). Domestic and Internasional Knowledge Spillovers in Manufacturing Industries in South Korea. *Economic and Political Weekly*, Vol.39, pp.498-505.
- Sterlacchini, A. (1989). R&D, Innovations, and Total Factor Productivity Growth in British Manufacturing. *Applied Economics*, 21, 1549-1562.
- Terleckyj, N. (1974). Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries. Washington, D.C.:National Planning Association.
- Terleckyj, N. (1980). Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries, in J. Kendrick and B. Vaccara (eds.), *New Development in Productivity Measurement and Analysis*. Chicago: University of Chicago Press.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 *Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah*. (2008). Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 93. Jakarta.
- Williams, R. (2018). Conditional Logit/Fixed Effect Logit Models. University of Notre Dame.
- Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

NOMENKLATUR

δ_1	koefisien <i>trade spillover</i>
δ_1'	koefisien <i>probability trade spillover</i>
δ_2	koefisien <i>technology flow spillover</i>
δ_2'	koefisien <i>probability technology flow spillover</i>
TFP	<i>Total Factor Productivity</i>
$\left(\frac{TFP}{TFP}\right)_{ijt}$	TFP growth perusahaan i pada sektor j di tahun ke-t
$\frac{RDexp_{ijt}}{Y_{ijt}}$	R&D <i>intensity</i> perusahaan i pada sektor industri j di tahun ke-t
w_{kj}^{io}	bobot perdagangan (io) <i>input</i> antara dari sektor industri k ke sektor industri j
w_{kj}^{tf}	bobot aliran teknologi (<i>technology flow</i>) (tf) yang berasal dari sektor industri k sebagai penghasil inovasi untuk dipakai pada sektor industri j
ρ	parameter yang menunjukkan dampak dari R&D <i>intensity</i> terhadap TFP <i>growth</i>
y_{ijt}	nilai tambah yang dihasilkan oleh perusahaan i pada sektor industri j untuk tahun t
c_{ijt}	nilai total taksiran aset tetap perusahaan i pada sektor industri j pada akhir tahun t
e_{ijt}	Nilai konsumsi listrik dihitung berdasarkan jumlah listrik yang dibeli, baik dari PLN maupun nonPLN, ditambah jumlah listrik yang diproduksi sendiri, dan dikurangi jumlah listrik yang dijual perusahaan i di sektor industri j pada tahun t
l_{ijt}	data tenaga kerja produksi perusahaan i di sektor industri j pada tahun t

LAMPIRAN

Tabel 1. Klasifikasi KLUI 2 Digit, ISIC Rev.3 (2005)

KLUI 2 Digit	Industri Manufaktur
15	Industri makanan dan minuman
16	Industri pengolahan tembakau
17	Industri tekstil
18	Industri pakaian jadi
19	Industri kulit, barang dari kulit, dan alas kaki
20	Industri kayu, barang-barang dari kayu (tidak termasuk furnitur), dan barang-barang anyaman dari rotan, bambu, dan sejenisnya
21	Industri kertas, barang dari kertas, dan sejenisnya
22	Industri penerbitan, percetakan dan reproduksi media rekaman
23	Industri batu bara, pengilangan minyak bumi dan pengolahan gas bumi, barang-barang dari hasil pengilangan minyak bumi, dan bahan bakar nuklir
24	Industri kimia dan barang-barang dari bahan kimia
25	Industri karet, barang dari karet, dan barang dari plastik
26	Industri barang galian bukan logam
27	Industri logam dasar
28	Industri barang dari logam, kecuali mesin dan peralatannya
29	Industri mesin dan perlengkapannya
30	Industri mesin dan peralatan kantor, akuntansi, dan pengolahan data
31	Industri mesin listrik lainnya dan perlengkapannya
32	Industri radio, televisi, dan peralatan komunikasi, serta perlengkapannya
33	Industri peralatan kedokteran, alat ukur, peralatan navigasi, peralatan optik, jam dan lonceng
34	Industri kendaraan bermotor
35	Industri alat angkut lainnya (kereta api, kapal dan perahu, pesawat terbang)
36	Industri furnitur dan industri pengolahan lainnya
37	Daur ulang

Tabel 2. Statistika Deskriptif Model Empiris

Variabel	Kode Variabel	Satuan	Deskripsi	Jumlah Observasi	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
TFP Growth (log TFP)	<i>lnTFP</i>	%	Peningkatan Produktivitas Perusahaan	94,403	10	1.42	-1.56	17.83
Output	<i>output</i>	Rp. (Ribu)	Jumlah Output Produksi Perusahaan	140,486	16,900	128,000	0	14,300,000
R&D expenditure	<i>RDexp</i>	Rp. (Ribu)	Jumlah Pengeluaran R&D Perusahaan	140,646	11.07	549.63	0	169,000
R&D intensity (%)	<i>pctRY</i>	%	(Jumlah Pengeluaran R&D Perusahaan / Jumlah Output Produksi Perusahaan) (%)	130,656	0.044	1.394	0	435.20
R&D Decision	<i>RYDec</i>	(Dummy 0 dan 1)	Variabel <i>Dummy</i> yang menunjukkan Keputusan Perusahaan untuk melakukan/tidak melakukan R&D (Nilai 0 jika Jumlah Pengeluaran R&D Perusahaan = Rp.0; Nilai 1 jika Jumlah Pengeluaran R&D Perusahaan > Rp.0)	140,646	0.073	0.260	0	1
Trade Spillover (%)	<i>percentradespill</i>	%	R&D <i>Spillover</i> yang diterima oleh Perusahaan dari Aktivitas Perdagangan dengan Sektor Industri Lainnya (%)	140,535	0.021	0.015	0	0.060
Technology Flow Spillovers (%)	<i>percenttfs spill</i>	%	R&D <i>Spillover</i> yang diterima oleh Perusahaan dengan adanya <i>technology flow</i> dari Sektor Industri Lainnya (%)	140,646	0.028	0.122	0	0.887
Kepemilikan Modal Asing	<i>Foreign</i>	(Dummy 0 dan 1)	Variabel <i>dummy</i> yang menunjukkan Kepemilikan Modal Asing di Perusahaan (Nilai 0 jika Tidak Ada; Nilai 1 jika Ada)	140,501	0.067	0.251	0	1
Ukuran Perusahaan	<i>FirmSize</i>	%	<i>Log Natural</i> Total Tenaga Kerja di Perusahaan	140,646	4.18	1.17	3	11.66
Umur Perusahaan	<i>umur</i>	Tahun	Umur Perusahaan	140,646	13.41	14.30	0	106
Export Propensity	<i>prop_ex</i>	%	Persentase Jumlah Hasil Produksi yang diekspor	140,646	11.95	30	0	100
Capital Intensity	<i>CL_Ratio</i>	Rp.(Ribu)/Orang	Rasio dari Total <i>Capital</i> (menggunakan Harga Konstan Tahun 2000 = 100) terhadap Total <i>Labor</i>	128,821	347.24	3,319.25	0	416,000

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 3. Hasil *Cleaning Data*

Variabel	Satuan	Jumlah Observasi Sebelum Cleaning	Jumlah Observasi Sesudah Cleaning	Jumlah Missing Values	Sesudah Cleaning			
					Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
TFP Growth (<i>log</i> TFP)	%	94,403	88,836	5567	10.10	1.43	-1.56	17.83
Output	Rp. (Ribu)	94,381	88,836	5,545	13,500	122,000	1	14,300,000
R&D expenditure	Rp. (Ribu)	94,403	88,836	5,567	13.39	663.96	0	169,000
R&D intensity (%)	%	88,838	88,836	2	0.05	1.66	0.00	68.31
R&D Decision	(Dummy 0 dan 1)	94,403	88,836	5,567	0.08	0.27	0	1
Trade Spillover (%)	%	94,372	88,833	5,539	0.02	0.01	0	0.06
Technology Flow Spillovers (%)	%	94,403	88,836	5,567	0.03	0.14	0	0.89
Kepemilikan Modal Asing	(Dummy 0 dan 1)	94,311	88,744	5,567	0.06	0.23	0	1
Ukuran Perusahaan	%	94,403	88,836	5,567	4.13	1.15	3.00	11.66
Umur Perusahaan	Tahun	94,403	88,836	5,567	13.01	12.62	0	106
Export Propensity	%	94,403	88,836	5,567	13.62	31.67	0	100
Capital Intensity	Rp.(Ribu)/Orang	94,403	88,836	5,567	466.67	3,623.83	0	359,000

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 4. Matriks Bobot *Technology Flow* antar Sektor Industri Manufaktur di Kanada untuk digunakan di Indonesia

Sektor@Digit	Sektor@Receiver														
	15,16	17,18,19	20	21,22	24	23	25	26	27	28	29,30,32,33	31	34,35	36,37	
15,16	0	0.001001	0	0	0.002994	0	0	0	0	0.000998	0	0	0	0	
17,18,19	0.003	0	0.012974	0.008991	0.003992	0.001998	0.004995	0.001009	0	0.001996	0.007	0.076152	0.01	0	
20	0.003	0.001001	0	0.000999	0.000998	0	0	0	0	0	0.002	0.003006	0.008	0	
21,22	0.081	0.011011	0.007984	0	0.008982	0.001998	0.002997	0.003027	0	0.002994	0.005	0.006012	0	0	
24	0.153	0.344344	0.135729	0.188811	0	0.410589	0.533467	0.131181	0.066132	0.229541	0.118	0.201403	0.061	0	
23	0	0.003003	0	0.000999	0.005988	0	0.000999	0.002018	0.004008	0.00499	0.009	0.003006	0.022	0	
25	0.085	0.03003	0.048902	0.015984	0.08483	0.005994	0	0.0222	0.002004	0.023952	0.022	0.037074	0.118	0	
26	0.004	0.006006	0.005988	0.000999	0.010978	0.005994	0.000999	0	0.03507	0.017964	0.013	0.053106	0.01	0	
27	0	0.001001	0.002994	0.000999	0.011976	0.002997	0.000999	0.002018	0	0.05988	0.017	0.041082	0.022	0	
28	0.048	0.037037	0.263473	0.00999	0.035928	0.030969	0.034965	0.071645	0.067134	0	0.243	0.064128	0.094	0	
29,30,32,33	0.608	0.550551	0.489022	0.752248	0.768463	0.532468	0.411588	0.73663	0.766533	0.535928	0	0.514028	0.366	0	
31	0.015	0.015015	0.028942	0.01998	0.062874	0.005994	0.007992	0.027245	0.059118	0.120758	0.557	0	0.289	0	
34,35	0	0	0.003992	0	0.001996	0.000999	0.000999	0.003027	0	0.000998	0.007	0.001002	0	0	
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Sumber: Data Matriks Technology Flow, Keller (2001) diolah dengan Stata

Tabel 5. Hasil Estimasi Heckman two step

Hasil Estimasi (Heckman two step)					
Variabel	Model tanpa adanya efek R&D Spillovers	Model Partial Effect		Model Spillovers Gabungan	
		Trade Spillover	Technology Flow Spillover		
Dependen	TFP Growth (LnTFP)				
Independen	R&D Intensity (%)	-0.0131	-0.0134*	-0.011	-0.012
	Trade Spillover (%)		1.946		5.328***
	Technology Flow Spillover (%)			.529***	.613***
	Firm Size	.189***	.193***	.185***	.194***
	Umur (Tahun)	.0144***	.0144***	.014***	.014***
	Umur ²	-0.0002***	-0.0002***	-0.0002***	-0.0002***
	Foreign	.617***	.62***	.626***	.633***
Cons	12.283***	12.198***	12.092***	11.831***	
Selection	R&D Decision (R&D Expenditure > 0)				
	Firm Size	.977***	.977***	.977***	.977***
	Firm Size ²	-.631***	-.631***	-.631***	-.631***
	Umur (Tahun)	-.004**	-.004**	-.004**	-.004**
	Umur ²	.00006***	.00006***	.00006***	.00006***
	Foreign	.241***	.241***	.241***	.241***
	Capital Intensity (Rasio K/L)	-1.323e-10	-1.323e-10	-1.323e-10	-1.323e-10
	Export Propensity (%)	-0.0005**	-0.0005**	-0.0005**	-0.0005**
	Cons	-4.426***	-4.426***	-4.426***	-4.426***
Inverse Mill's Ratio (IMR)	-1.273***	-1.259***	-1.283***	-1.2450538***	
Jumlah observasi	88,741	88,741	88,741	88,741	
Jumlah observasi yang disensor	81,995	81,995	81,995	81,995	
Jumlah observasi yang tidak disensor	6,746	6,746	6,746	6,746	
Wald chi squared	154.19	158.17	240.23	265.05	
Prob > chi squared	0	0	0	0	

* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$

Sumber: BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 6. Perbandingan Hasil Estimasi Panel Fixed Effect dan Heckman Two Step

Hasil Estimasi (Heckman two step)			
Variabel	Model Spillovers Gabungan Panel Fixed Effect	Model Spillovers Gabungan (Heckman Two Step)	
		Dependen	TFP Growth (LnTFP)
Independen	R&D Intensity (%)	-0.016	-0.012
	Trade Spillover (%)	0.258	5.328***
	Technology Flow Spillover (%)	.0938**	.613***
	Firm Size	.09***	.194***
	Umur (Tahun)	-.01***	.014***
	Umur ²	.00009***	-0.0002***
	Foreign	.145**	.633***
Cons	9.821***	11.831***	
Selection	R&D Decision (R&D Expenditure > 0)		
	Firm Size		.977***
	Firm Size ²		-.631***
	Umur (Tahun)		-.004**
	Umur ²		.00006***
	Foreign		.241***
	Capital Intensity (Rasio K/L)		-1.323E-10
	Export Propensity (%)		-0.0005**
	Cons		-4.426***
Inverse Mill's Ratio (IMR)		-1.2450538***	
Jumlah observasi	88,741	88,741	
Jumlah observasi yang disensor		81,995	
Jumlah observasi yang tidak disensor		6,746	
Jumlah Perusahaan yang diobservasi	34,971		
Wald chi squared		265.05	
Prob > chi squared		0	
F	27.87		
Prob > F	0		

* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$

Sumber: BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 7. Hasil Estimasi *Probability to do R&D*

Hasil Estimasi <i>Probability to do R&D</i>					
Variabel	Model tanpa adanya efek R&D Spillovers	Model <i>Partial Effect</i>		Model <i>Spillovers</i> Gabungan	
		<i>Trade Spillover</i>	<i>Technology Flow Spillover</i>		
Dependen	TFP Growth (LnTFP)				
Independen	R&D (<i>Probability</i>)	1.024***	1.011***	1.048***	1.041***
	<i>Trade Spillover (Probability)</i>		.26**		.338***
	<i>Technology Flow Spillover (Probability)</i>			-.042**	-.06***
	<i>Firm Size</i>	-0.035	-0.033	-0.039	-0.038
	Umur (Tahun)	-.007***	-.007***	-.006***	-.006***
	Umur ²	.00005***	.00006***	.00004**	.00004**
	<i>Foreign</i>	0.069	0.071	0.069	0.071
<i>Cons</i>	9.912***	9.905***	9.94***	9.943***	
Jumlah observasi	88,741	88,741	88,741	88,741	
Jumlah perusahaan yang diobservasi	34,971	34,971	34,971	34,971	
F	47.58	42.05	40.49	37.62	
Prob > F	0	0	0	0	
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$					

Sumber: BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 8. Perbandingan Hasil Estimasi Heckman *Two Step* dan *Probability to do R&D* untuk Spesifikasi Model Gabungan

Perbandingan Hasil Estimasi			
Variabel	Model Gabungan (Heckman <i>two step</i>)	Model Gabungan (<i>Probability to do R&D</i>)	
Dependen	TFP Growth (LnTFP)		
Independen	R&D Intensity (%)	-0.012	
	<i>Trade Spillover (%)</i>	5.328***	
	<i>Technology Flow Spillover (%)</i>	.613***	
	R&D (<i>Probability</i>)		1.041***
	<i>Trade Spillover (Probability)</i>		.338***
	<i>Technology Flow Spillover (Probability)</i>		-.06***
	<i>Firm Size</i>	.194***	-0.038
	Umur (Tahun)	.014***	-.006***
	Umur ²	-.0002***	.00004**
	<i>Foreign</i>	.633***	0.071
<i>Cons</i>	11.831***	9.943***	
Selection	R&D Decision (R&D Expenditure > 0)		
	<i>Firm Size</i>	.977***	
	<i>Firm Size</i> ²	-.631***	
	Umur (Tahun)	-.004**	
	Umur ²	.00006***	
	<i>Foreign</i>	.241***	
	<i>Capital Intensity (Rasio K/L)</i>	-1.323E-10	
	<i>Export Propensity (%)</i>	-.0005**	
<i>Cons</i>	-4.426***		
lambda (IMR)	-1.2450538***		
Jumlah observasi	88,741	88,741	
Jumlah observasi yang disensor	81,995		
Jumlah observasi yang tidak disensor	6,746		
Jumlah perusahaan yang diobservasi		34,971	
Wald chi squared	265.05		
Prob > chi squared	0		
F		37.62	
Prob > F		0	
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$			

Sumber: BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 9. Pengujian *Robustness* Hasil Estimasi *Probability to do R&D* pada Sektor Industri Makanan & Minuman (ISIC 15)

Variabel		Model <i>Spillovers</i> Gabungan
Dependen	TFP Growth (LnTFP)	
Independen	R&D (<i>Probability</i>)	2.209***
	<i>Trade Spillover</i> (<i>Probability</i>)	7.602**
	<i>Technology Flow</i> <i>Spillover</i> (<i>Probability</i>)	-.098**
	<i>Firm Size</i>	-.302***
	Umur (Tahun)	0.001
	Umur ²	-0.00002
	<i>Foreign</i>	0.208
	Cons	10.345***
Jumlah observasi		21,779
Jumlah perusahaan yang diobservasi		7,950
F		9.71
Prob > F		0
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$		

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 10. Pengujian *Robustness* Hasil Estimasi *Probability to do R&D* dengan Menge-drop data pada Tahun Pengamatan 2006

Variabel		Model <i>Spillovers</i> Gabungan
Dependen	TFP Growth (LnTFP)	
Independen	R&D (<i>Probability</i>)	.986***
	<i>Trade Spillover</i> (<i>Probability</i>)	2.57***
	<i>Technology Flow</i> <i>Spillover</i> (<i>Probability</i>)	0.045
	<i>Firm Size</i>	-0.057
	Umur (Tahun)	-.006***
	Umur ²	.00004*
	<i>Foreign</i>	0.081
	Cons	10.05***
Jumlah observasi		74,538
Jumlah perusahaan yang diobservasi		25,802
F		40.84
Prob > F		0
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$		

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 11. Pengujian Robustness Hasil Estimasi *Probability to do R&D* dengan Memasukkan Faktor *Time Dummy*

Variabel		Model <i>Spillovers</i> Gabungan
Dependen	TFP <i>Growth</i> (LnTFP)	
Independen	R&D (<i>Probability</i>)	1.091***
	<i>Trade Spillover</i> (<i>Probability</i>)	0.192
	<i>Technology Flow</i> <i>Spillover</i> (<i>Probability</i>)	-0.067
	<i>Firm Size</i>	-0.057
	Umur (Tahun)	.003*
	Umur ²	-0.0003*
	<i>Foreign</i>	0.071
Tahun		
	1995	9.963***
	1996	10.046***
	1997	9.891***
	1999	9.807***
	2000	9.888***
	2006	9.883**
Jumlah observasi		88,741
Jumlah perusahaan yang diobservasi		34,971
F		92.15
Prob > F		0
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$		

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata

Tabel 12 - Hasil Estimasi *Probability to do R&D* untuk *Big Companies vs Small Companies*

Variabel		Model <i>Spillovers</i> Gabungan
Dependen	TFP <i>Growth</i> (LnTFP)	
Independen	R&D (<i>Probability</i>)	1.072***
	<i>Small</i> <i>Companies.Trade</i> <i>Spillover</i>	.341***
	<i>Big Companies . Trade</i> <i>Spillover</i>	-0.96
	<i>Small Companies.</i> <i>Technology Flow</i> <i>Spillover</i>	-.06***
	<i>Big Companies .</i> <i>Technology Flow</i> <i>Spillover</i>	.16*
	<i>Firm Size</i>	-0.042
	Umur (Tahun)	-0.006***
	Umur ²	.00004**
	<i>Foreign</i>	0.07
Cons		9.946***
Jumlah observasi		88,741
Jumlah perusahaan yang diobservasi		34,971
F		29.80
Prob > F		0
* $\alpha=5\%$; ** $\alpha=1\%$; *** $\alpha=0.1\%$		

Sumber: Survei IBS BPS Indonesia, diolah dengan Stata